

Mikroskop, konstruovaný lipským univerzitním mechanikem a astronomem S. G. Hofmannem (1726-1801), který byl 1824 obohacený o achromatický objektiv Pařížské akademie, měl Alexander von Humboldt (1769-1859) na své studijní cestě po Rusku. Humboldt, který se věnoval především botanice, procestoval Svět a popsal, systemizoval a geograficky zařadil mj. na 3500 rostlin.

1. Klinická anatomie, fyziologie a patologie ucha, nosu a krku

1.1 Poznámky z embryologie ORL orgánů

1.2 Nos a vedlejší dutiny nosní

1.2.1 Anatomie nosu a vedlejších nosních dutin (viz též 15.2)

1.2.2 Funkce nosu a vedlejších nosních dutin

1.2.2.1 Imunitní soustava nosní sliznice (též 1.11.12)

1.2.2.2 Klimatizační funkce nosu

1.2.2.3 Čichová funkce

Mechanismus percepce

1.2.2.4 Reflexní činnost

1.2.2.5 Funkce vedlejších dutin nosních

1.2.3 Patologie zánětů nosní sliznice

1.3 Hltan

1.3.0 Poznámky k anatomii dutiny ústní

1.3.1 Anatomie hltanu

1.3.2 Funkce hltanu

Funkce lymfatického hltanového kruhu

1.3.3 Patologie zánětů hltanu

1.4 Slinné žlázy

1.4.1 Anatomie slinných žláz

1.4.2 Funkce slinných žláz

1.4.3 Patologie slinných žláz

1.5 Jícen

1.5.1 Anatomie jícnu

1.5.2 Fyziologie polykacího aktu

1.5.3 Patologie jícnu

1.6 Hrtan

1.6.1 Anatomie hrtanu

1.6.2 Funkce hrtanu

1.6.3 Patologie hrtanu

1.7 Průdušnice a průdušky

1.8 Ucho

1.8.1 Anatomie ucha

1.8.1.1 Zevní ucho

1.8.1.2 Střední ucho

1.8.1.3 Vnitřní ucho

1.8.2 Sluchová funkce

1.8.3 Rovnovážná funkce (viz též 1.11.13, 15.3)

1.8.4 Patologie sluchového ústrojí

1.8.4.1 Patologie převodního ústrojí

1.8.4.2 Patologie percepčního ústrojí

1.8.5 Patologie rovnovážného ústrojí

1.9 Zevní krk

1.9.1 Anatomie zevního krku

1.9.2 Fyziologie zevního krku

1.9.3 Patologie zevního krku

1.10 Slzné cesty

1.11 Doplnky. Obrazová galerie

1.11.1 Anatomie n.VII. (viz též 15.1)

1.11.2 Výstupy hlavových nervů VI.-XII. z pontu a prodloužené míchy

1.11.3 Anatomie hlavy a krku v mediolaterálních pohledech

1.11.4. Sekční preparát jazyka, hltanu a hrtanu

1.11.5 Zevní a střední ucho: struktura, funkce, patologie (vybrané kapitoly)

1.11.6 HRCT anatomie dutin a ucha v axiálních řezech

1.11.7 Vestibulookulární reflexy

1.11.8. Stimulace a útlum kochleární funkce

1.11.8.1 Eferentní regulace kochleární funkce

1.11.8.2 Regulace kochleární funkce autonomním nervovým systémem

1.11.9 Ilustrace k anatomii a fyziologii vnitřního ucha

1.11.10 Parafaryngeální (laterofaryngeální) prostor

1.11.11 Magnetická rezonance: anatomie mostu, mozečku a prodloužené míchy

1.11.12. Slizniční imunitní systém (Imunitní funkce sliznice ORL orgánů). Úloha surfaktantů a kyseliny hyaluronové ve sliznici cest dýchacích (2019). Komensální mikrobiota (2016)

1.11.13 Prostorová orientace – postavení a pohyb v prostoru (Jan Kmeť a Ivan Hybášek)

Meziválečná generace pražských českých profesorů - teoretiků

(v karikatuře E. Tománka 1928)

Byli mj. tvůrci, podobně jako klinici té doby, významných učebnic svých oborů.



MAREŠ
fyziologie

WEIGNER
anatomie

SCHRUTER
hodegetika

SRDÍNKO
histologie

RŮŽIČKA
biologie

FORMÁNEK
chemie

(úvod do vědních oborů)

Titulní strany prvních učebnic profesorů „české lékařské fakulty při České universitě v Praze“.

ANATOMIE ČLOVĚKA

FYSIOLOGIE.

SEPSAL

J. JANOŠÍK,

Ř. V. PROF. ANATOMIE PŘI ČESKÉ LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ A PŘEDNOSTA
C. K. ÚSTAVU PRO NORMÁLNÍ ANATOMII.

II. DOPLNĚNÉ VYDÁNÍ.

ČÁST I.

ANATOMIE VŠEOBECNÁ, SKELET A SYSTÉM
SVALOVÝ.

(I. vydání za podpory České Akademie z fondu Šichova
poctěno Čermákovou cenou Svatoboru).

V PRAZE 1912.

ČESKÉ LIDOVÉ KNIHKUPECTVÍ A ANTIKVIÁRIÁT JOSEF SPRINGER V PRAZE-I.
FILIÁLKA: KR. VINOHRADY. — TISKEM DR. ED. GRÉGRA A SYNA.

SEPSAL

DR. F. MAREŠ,

PROFESOR PRAŽSKÉ UNIVERSITY.

DÍL I.

VŠEOBECNÁ FYSIOLOGIE.



V PRAZE.

NAKLADATELÉ BURSÍK & KOHOUT KNIHKUPCI

C. K. ČESKÉ UNIVERSITY A ČESKÉ AKADEMIE CÍSAŘE FRANTIŠKA JOSEFA
PRO VĚDY, SLOVESNOST A UMĚNÍ.

1906.

UČEBNICE

EMBRYOLOGIE

ČLOVĚKA I OBRATLOVCŮ.

Sestavil a sepsal

DR. OTAKAR SRDÍNKO,
professor české university v Praze.

Se 420 obrázky (70 barevnými), zařazenými pod 260 čísel.

Vydáno podporou fondu MUDra. Josefa Šichy při České Akademii
císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění.



V PRAZE 1911.

Nakladatelé BURSÍK & KOHOUT, knihkupci
české university Karlo-Ferdinandovy a České akademie císaře
Františka Josefa.

UČEBNICE HISTOLOGIE

ČLOVĚKA A ZÁKLADY

MIKROSKOPICKÉ TECHNIKY.

SEPSAL

DR. OTAKAR SRDÍNKO,
PROFESOR ČESKÉ UNIVERSITY V PRAZE.

SE 410 OBRÁZCI (13 BAREVNÝMI),
ZARÁZENÝMI POD 303 ČÍSLA.

POCTĚNO ČERMÁKOVOU CENOU
SVATOBORU.

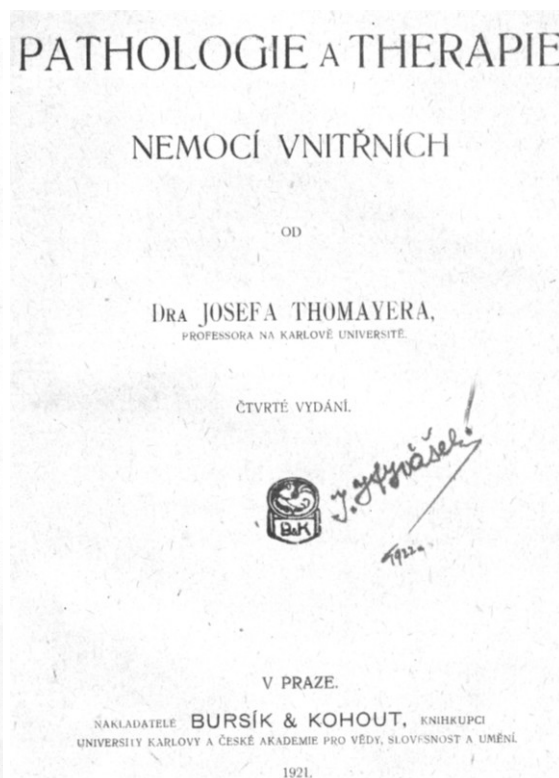
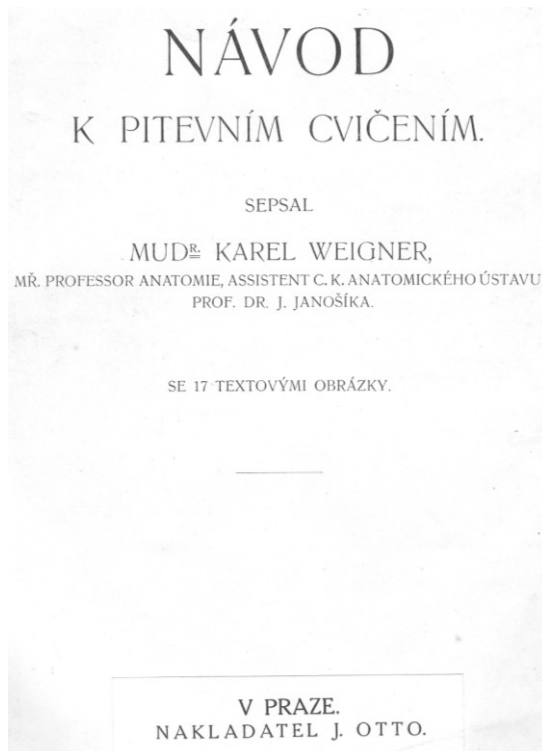
PRVNÍ VYDÁNÍ VYŠLO PODPOROU
ČESKÉ AKADEMIE.

DRUHÉ, POZMĚNĚNÉ VYDÁNÍ.



V PRAZE 1920.

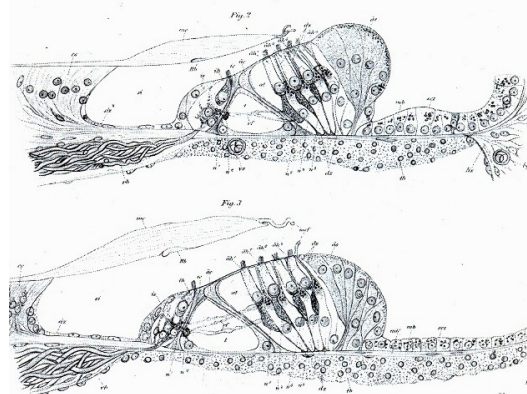
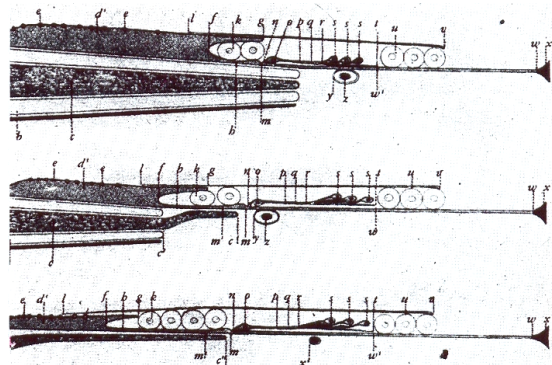
NÁKLadem ČESKÉHO LIDOVÉHO KNIHKUPECTVÍ A ANTIKVIÁRIÁTU
(JOSEF SPRINGER) V PRAZE-I; NÁROŽÍ JILSKÉ (Č. 24) A KARLOVY UL.
FILIÁLKA: KRÁL. VINOHRADY, PURKYŇOVO NÁM. „NA VALDEKU“.



Podpisy na učebnicích jsou Jana Hybáška jako medika po 1. světové válce, nejdříve pražské a poté nově založené brněnské lékařské fakulty.

Dnešní lékaři a zejména medici by se asi podivili, jak rozsáhlé, podrobné a dobře ilustrované – i barevně – byly učebnice určené studentům. Janošikova Anatomie vyšla poprvé v r. 1898, druhé vydání z r. 1912 má 1085 stran. Marešova Fysiologie z r. 1906 má 773 stran, Srdínková Embryologie z r. 1911 má 377 stran, od téhož autora Histologie z r. 1920 526 stran, Weignerův Návod k pitevním cvičením z r. 1910 má 224 stran. Učebnice klinika prof. Thomayera „Pathologie a therapie chorob vnitřních“ má 1083 stran.

Kdo by z lékařů neznal termín „Cortiho ústrojí“? Ital hrabě Alfonso Corti (1822-1876) působil na univerzitě ve Würzburgu, kde studoval vnitřní ucho u savců a již v 31 letech ústrojí popsal v práci Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères (odkud pochází i ilustrace, 1853), a poté se věnoval rodině a svým statkům. Ilustračně podstatně dokonaleji a takřka shodně s dnešními kresbami znázornil Cortiho ústrojí švédský histolog a anatom M.G. Retzius v r. 1884. Bylo to zásluhou nejen kreslířského umění, ale rychlostí zdokonalování optického mikroskopu a histologických technik.



1. Klinická anatomie, fyziologie a patologie ucha, nosu a krku

1.1 Poznámky z embryologie

Embryologii je věnována zjednodušená pozornost v rozsahu potřebném pro snadnější pochopení základních vrozených anomálií v oblasti hlavy a krku. Utváření primitivního nosu a dutiny ústní je spjato s formováním obličeje. Nosní vchod je ve 4. až 6. embryonálním týdnu ohraničen laterálním a mediálním nosním valem v podobě podkovy (obr. 1, 2, 3). V témže období vyrůstají párové čelistní výběžky, směřující ke střední čáře. O týden později se spojují oba mediální nosní valy a vytvářejí filtrum horního rtu. Na něj záhy navazují čelistní výběžky. Porucha na tomto spojení zakládá rozštěpy rtu.

Primitivní dutina nosní a ústní jsou ektodermálními vkleslinami, oddělenými vzájemně dočasnou oronazální membránou. Obojí odděluje od entodermálního primitivního střeva záhy se rozpadající orofaryngeální membrána. Perzistence těchto předělů podmiňuje vrozené choanální atrezie. Ektodermálního původu jsou též velké slinné žlázy.

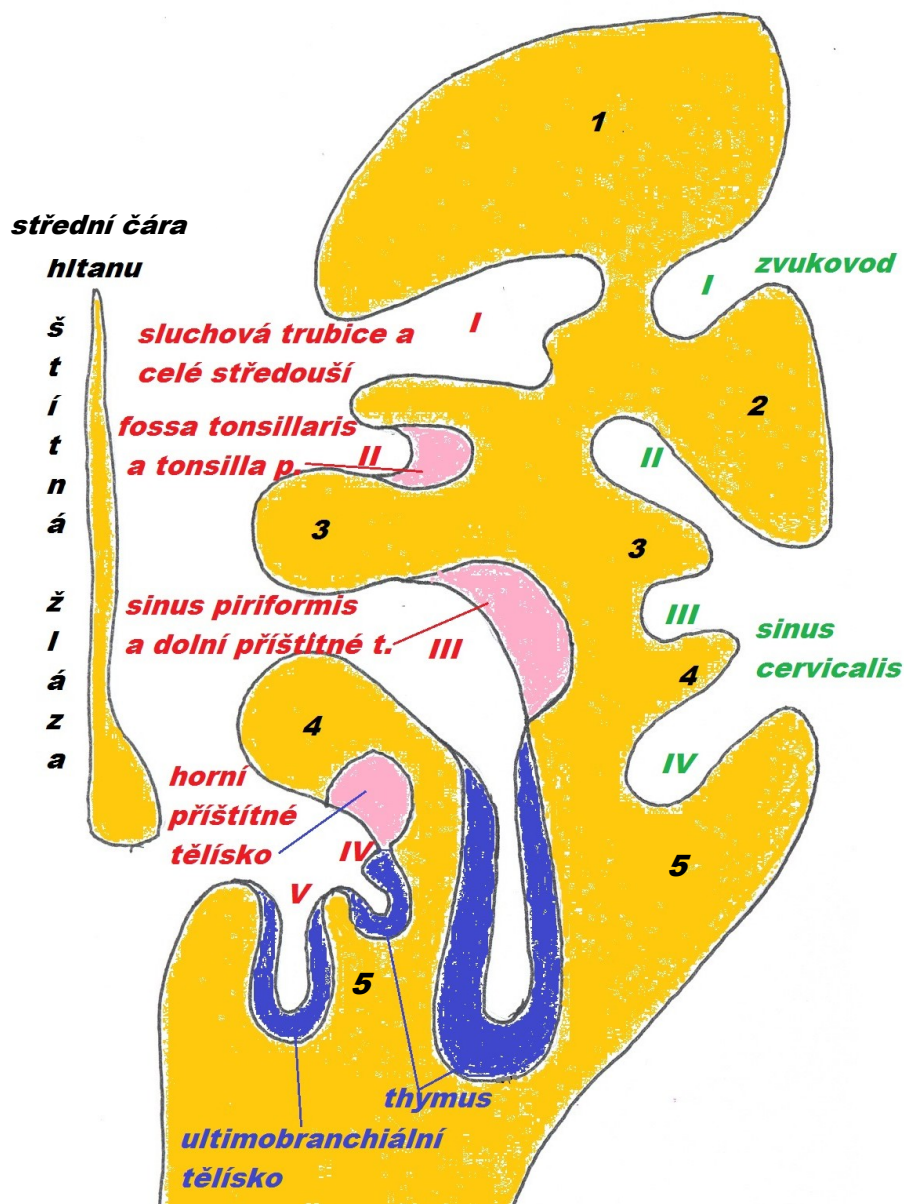
Definitivní utváření dutiny nosní a ústní jsou dílem 10. až 12. embryonálního týdne. V té době se spojují vpředu uložené primitivní patro a z něj vycházející nosní přepážka s párovými laterálními patrovými výběžky, pocházejícími z výběžků čelistních, s výběžkem frontálním. Poruchy spojují těchto jednotlivých dílů podmiňují různé rozsahy rozštěpů rtu, čelisti a patra.

Již v základu pro dutinu nosní se z čelistního výběžku vyčleňuje dolní nosní skořepa. Z etmoidálního výběžku se zakládají ostatní skořepy a paleosinus, který se rozvíjí v početné sklípky budoucí pneumatizace kostry obličeje. Proto jsou vývody všech dutin anatomicky soustředěny pod a nad střední skořepu a proto také čichové sklípky sehrávají ústřední roli v patologii zánětů všech dutin. Etmoidální sklípky se vyvíjejí ihned po narození, dutiny horní čelisti pozvolna od 1. roku, dutiny kosti čelní po 4. roce a asi kolem 6. roku je zahájena pneumatizace kosti klínové. Vývoj dutin pokračuje do dospělosti, čelistních dutin ve vztahu k dentici a její ztrátě až do stáří (obr. 4).

Žaberní oblouky a štěrbin se formují od 4. embryonálního týdne. První oblouk dává základ pro dolní čelist, druhý pro jazyk a další pro chrupavku štítnou a prstencovou. Prvé dva oblouky se podílejí také na stavbě sluchových kůstek a boltce a uzavírají mezi sebou první žaberní štěrbinu. Z ní se utváří zevní zvukovod, sluchová trubice a středouší. Poruchy ve vývoji způsobují jednak **atrezie zvukovodu a různé stupně mikrocií, jednak preaurikulární píštěle a přívěsky**. Současně mohou být různě vyjádřeny **dysostózy sluchových kůstek, mandibuly a jařmové kosti**. Ostatní žaberní štěrbin se záhy rozplývají a pokud k tomu nedojde, vznikají úplné nebo částečné **krční laterální píštěle a cysty**. Kombinují-li se s preaurikulárními píštělemi a popřípadě s ledvinovou insuficiencí, jsou základem několika syndromů spojených s nedoslýchavostí.

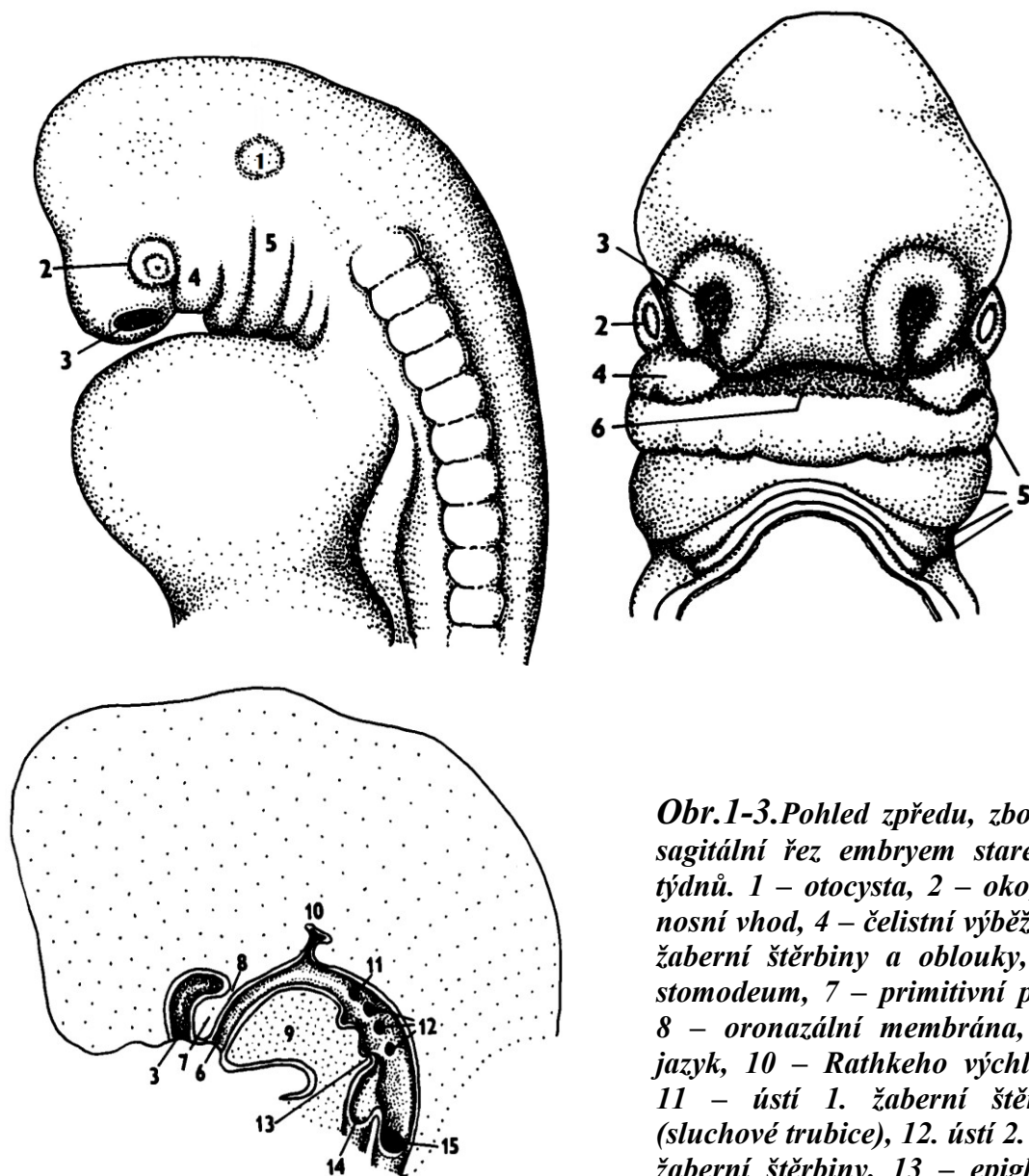
Schéma žaberních oblouků, šterbin a výchlipků a jejich derivátů.

výchlipky (entoderm) oblouky (mezenchym) štěrbin (ektoderm)



Přehled hlavních derivátů, pocházejících z žaberní soustavy:

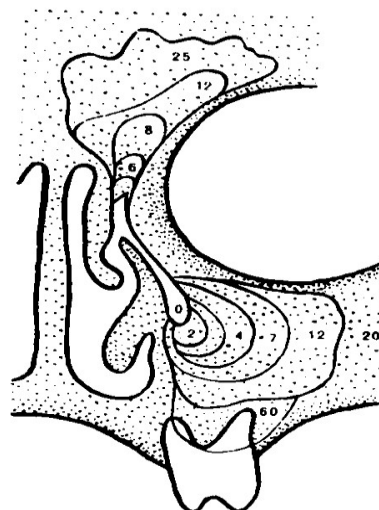
- 1 (I, I) zevní zvukovod, kladívko, kovadlinka, mandibula, žvýkácí svaly, m. tensor tympani et veli palatini, tuba pharyngotympanica a komplex středoušních dutin, n.V., a. maxillaris, tuba auditiva a středouší
- 2 (II, II) sinus cervicalis, stapes a m. stapedius, proc. styloideus, jazyka mimo velkých rohů, mimické svaly, m. stylohyoideus, n.V., a. stapedia, fossa tonsillaris s patrovou mandlí
- 3 (III, III) sinus cervicalis, velké rohy jazyky, m. stylopharyngeus, n. IX., ACC, gl. parathyroidea inf., přední část thymu
- 4 (IV, IV) sinus cervicalis, chrupavky a vnitřní svaly hrtanu, svaly hltanu, n.X. – n. recurrens, oblouk aorty, a. subclavia dx., aa. pulmonales, gl. parathyroidea sup., ultimobranchiální tělísko
- 5 a 6 (V) rudimentární šterbina, podíl na chrupavkách a vnitřních svalech hrtanu a faryngu, parafolikulární buňky štítné žlázy.



Obr.1-3. Pohled zřepředu, zřboku a sagitální řez embryem starém 6 třednů. 1 – otocysta, 2 – oko, 3 – nosní vhod, 4 – řelístní vřběřek, 5 řaberní řterbiny a oblouky, 6 – stomodeum, 7 – primitivní patro, 8 – oronazální membrána, 9 – jazyk, 10 – Rathkeho vřchlipka, 11 – řstí 1. řaberní řterbiny (sluchovř trubice), 12. řstí 2. až 4. řaberní řterbiny, 13 – epiglottis, 14 – hrtan, 15 - jícen

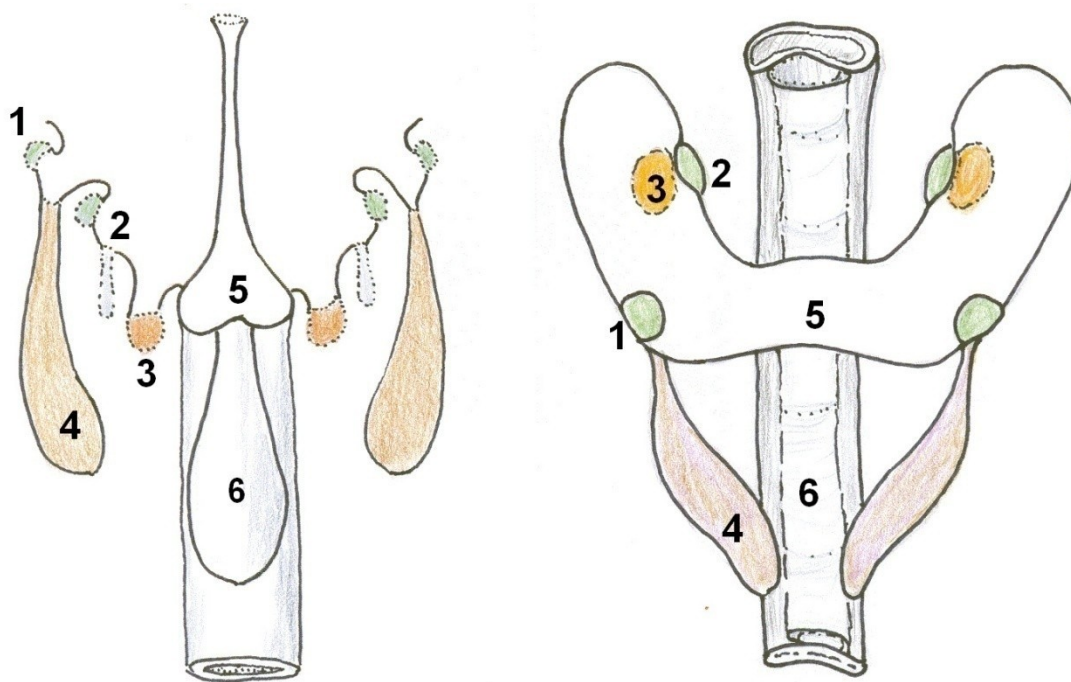
Obr. 4. Vřvoj dutin. řísła udávají rozsah dutiny řelní a řelistní podle vřku v rocích.

Primitivní střevo je entodermálního přvodu a patř k němu mřkkř patro, kořen jazyka a celý hltan a z něj se odvřející sluchovř trubice a dolní cesty dřchací. V rámci **ontogeneze**, začínající početím a konřící smrtí řlovřka, ale pokračující v genomech jeho potomkř, sehrává oblast orofaryngu zásadní roli v rámci **homeostázy**. Ta je vřsledkem funkcí a vzájemné interakce **imunitní**, **hormonální** a



nervové činnosti. Ze střední čáry faryngu se vyvíjí adenohipofýza a štítná žláza. Z oblastí žaberních štěrbin parathyreoidea a ultimobranchiální tělíska a také principiální základní **orgány imunity**, thymus, který čile reaguje na autoantigeny již ve fetálním období a soustava tonzil a ostatní lymfoepiteliální tkáň Waldayerova hltanového okruhu. V mandlích je vedle lymfatických folikulů důležitá též **retikulace epitelu**, umožňující styk lymfocytů s exogenními antigeny. Jejich prostřednictvím je především po narození aktuálně i programově organizována humorální a celulární imunita, s čímž logicky souvisí jejich objemový rozvoj v dětství a involuce v dospělosti. Úzká návaznost většiny těchto orgánů na slinný aparát ovlivňuje i jejich imunitní funkce, tvořené sekrečními imunoglobuliny. To vše pak je prostoupeno z neurální lišty uvolněným neuroepitelem, produkujícím neurohormony, které rovněž přispívají k regulačním mechanismům a dále propojeno, řízeno a zastřešeno autonomním nervovým systémem.

Od kořene jazyka se odvíjí a za jazylkou do oblasti krku sestupuje **štítná žláza**. Pozůstatky části epitelizovaného ductus thyroglossus dávají později vznik **mediálním krčním cystám**. Na uvedené dráze nalézáme rovněž akcesorní tkáň štítnice, která se může s deriváty aorty dostat až retrosternálně a dát za patologických podmínek základ pro takto uloženou strumu. Mediální část štítnice prostoupí buňky laterální porce, generující v ultimobranchiálních tělísčích.



Vlevo znázorněn stav primitivního hltanu u embrya velikosti asi 10 mm, vpravo asi 14 mm. 1 – parathyreoidea z 3. žaberního oblouku, 2 – parathyreoidea ze 4. žaberního oblouku, 3 – ultimobranchiální tělísko (odtud generují parafolikulární buňky štítné žlázy, secernující kalcitonin), 4 – thymus, 5 – sestupující mediální část štítné žlázy, 6 – budoucí jícen a dolní cesty dýchací.

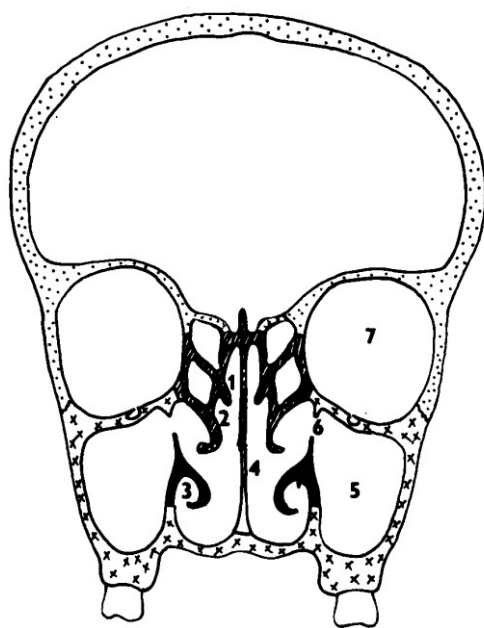
Dolní cesty dýchací, tj. hrtan, průdušnice a průdušky, se od 4. embryonálního týdne odvíjejí z primitivního střeva jako ventrokaudálně sestupující trubice. Na rozhraní cest dýchacích a polykacích se utváří štěrbina s uzávěrovou a hlasotvornou funkcí. U novorozence je postavení hrtanu na úrovni úhlu mandibuly. Epiglottis svým vrcholem přesahuje úroveň měkkého patra, které okrajem zapadá do valekul. Tím je při kojení umožněno souběžné sání, polykání a dýchání, aniž by docházelo k aspiracím. Mléko obtéká hrtan do piriformních recesů a dále do jícnu. Tento stav však mimo zívání neumožňuje nádech ústy a proto je nosní neprůchodnost u novorozenců dramatická. Anomálie hrtanu, průdušnice a jícnu jsou jednou důsledkem nedostatečnosti v předělu obou cest (tracheozofageální píštěle), jindy důsledkem poruch jejich luminizace (stenózy a atrezie hrtanu a jícnu). Projevují se bezprostředně po narození dušnostmi a aspiracemi.

Blanitý labyrint vnitřního ucha vzniká na konci 4. embryonálního týdne jako zbytnění ektodermu v hlavové krajině, které se zanořuje a formuje **otocystu**. Ta je běžně malformována embryopatiemi, např. vlivem zarděnek a některých farmak. Kostěné pouzdro labyrintu vzniká postupnou přestavbou mezenchymu v chrupavku a později v kost. Dědičností podmíněné pozůstatky enchondrální vrstvy jsou jádry pro vznik otosklerotických ložisek, nejčastěji v oblasti labyrintových okének, s následnou nedoslýchavostí.

1.2 Nos a vedlejší nosní dutiny

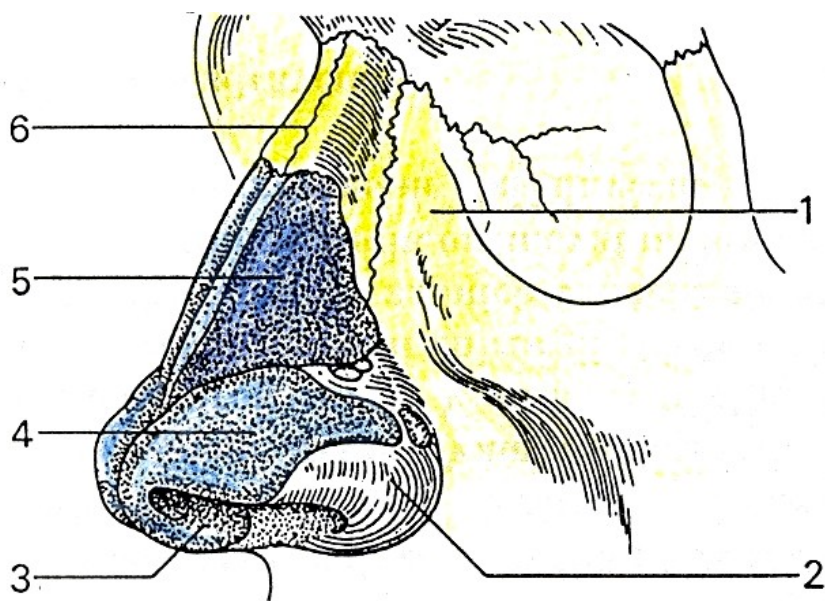
1.2.1 Anatomie nosu a vedlejších nosních dutin

Tvar nosu je podmíněn rodově a rasově, prenatálně je ovlivněn anomálním vývojem nazálních a frontálního výběžku, postnatálně často i drobnými úrazy v dětství a nesouměrným růstem částí obličejového skeletu v dospívání.

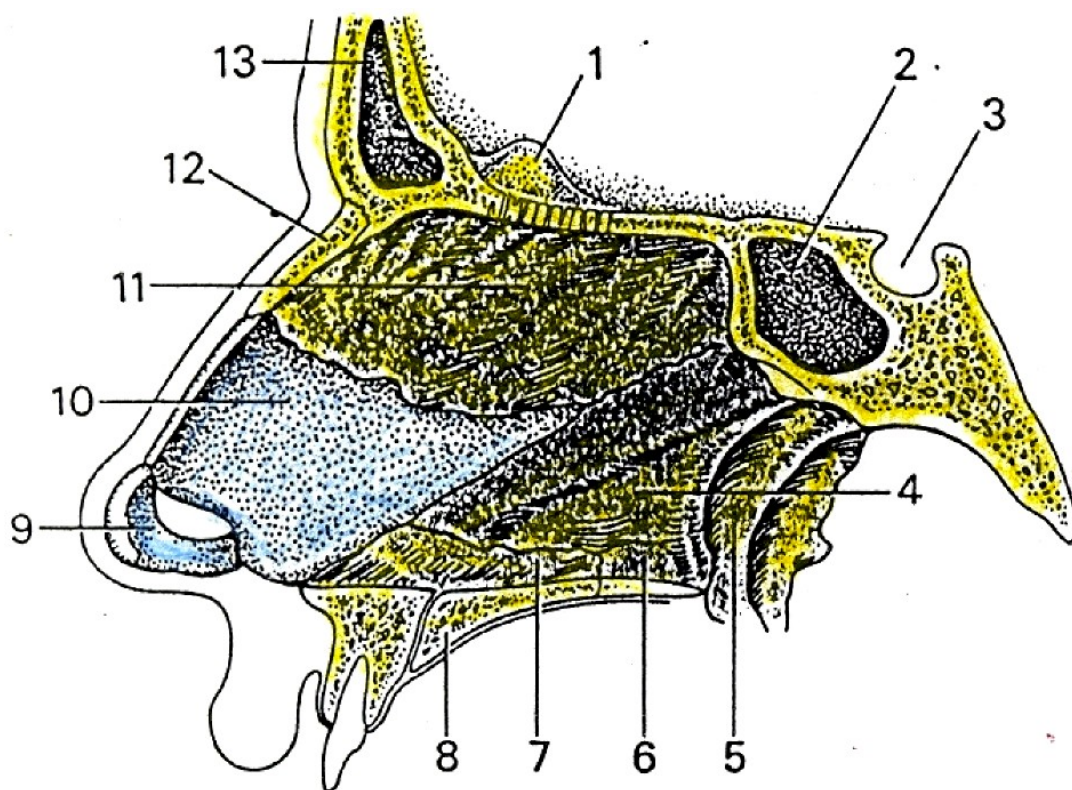


Skelet nosu je tvořen v přední části nosních křídel a nosní přepážky chrupavkou. Hlavní díl boční, horní a střední stěny dutiny nosní a současně spodiny přední jámy lebeční a mediální stěny očnice tvoří os ethmoidale, kost čichová (sítová) (obr. 5). Tato nepárová kost je vsazena do incizury v kosti čelní, která též tvoří zastřešení ethmoidálních sklípků.

Obr. 5. Frontální řez obličejovým skeletem. 1 – horní, 2 – střední, 3 – dolní nosní skořepa, 4 – meatus nasi communis, 5 – dutina čelistní, 6 – ostium maxillare, 7 - orbita



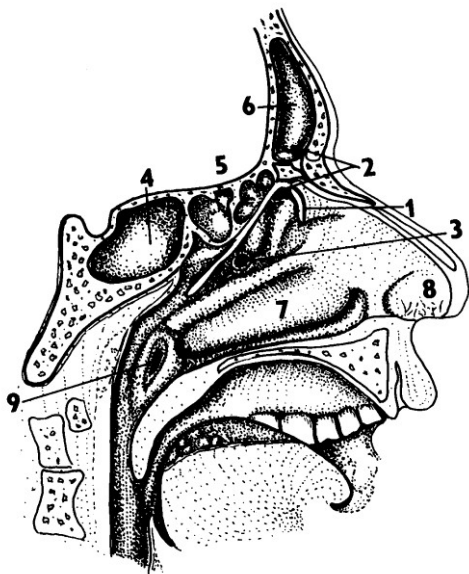
1 – proc. frontalis maxillae, 2 – ala nasi, 3 – crus mediale cart. alaris, 4 – cartilago alaris major, 5 – cartilago nasi lateralis, 6 – os nasale



1– crista galli, 2 – sinus sphenoidalis, 3 – fossa hypophysialis (sella turcica), 4 – vomer, 5 – lamina med. processus pterygoidei, 6 – os palatinum, 7 – crista nasalis maxillae, 8 – processus palatinus, 9 – cartilago alaris major, 10 – cartilago septi nasi, 11 – lamina perpendicularis, 12 – os nasale, 13 – sinus frontale.

(Pozn.: 10- cartilago septi nasi je často vystaveno velké zátěži, jak při úrazech (subluxace, zlomeniny, hematom a následně absces septi nasi se sekvestrací), tak zánětech (rhinitis atrofica anterior s následným ulcus rotundum a perforací.)

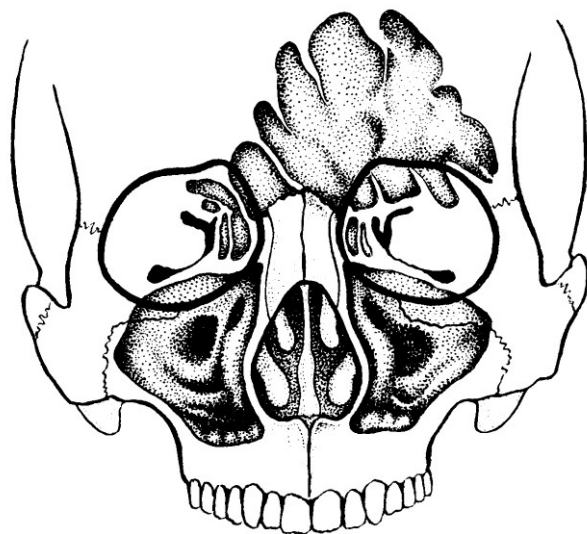
Boční stěna kosti čichové je doplněna horní čelistí, nosními a slznými kůstkami, dolní nosní skořepou. Nosní přepážka je doplněna kostí radličnou. Stěna nad choanami je tvořena přední částí těla kosti klínové.



Obr. 6. Boční stěna dutiny nosní. 1 – resekovaná střední skořepa., 2 – ductus nasofrontalis, 3 – ostium maxillare, 4 – sinus sphenoidalis, 5 – celullae ethmoidales, 6 – sinus frontale, 7 – dolní skořepa, 8 – vestibulum nasi, 9 – ústí sluchové trubice

Dutina nosní je ohraničena vpředu nozdrami, na přechodu do nosohltanu choanami (obr. 6). Nosní předsíň, vestibulum nasi, je vystlána kůží s adnexy, které jsou často podkladem furunklů.

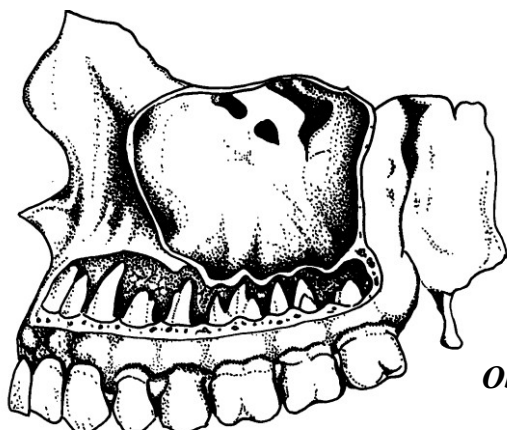
Vlastní dutina nosní je kryta respiračním epitelem a je rozčleněna na meatus nasi communis, ležící při nosní přepážce a tři boční etáže, oddělené nosními skořepami: meatus nasi inferior, medius a superior. Pod dolní skořepou ústí slzovod, pod střední



Obr. 7. Průmět dutin do skeletu obličeje.

vývody dutiny čelní, čelistní a předních sklípků etmoidálních. Nad zadním koncem střední skořepy ústí dutina klínová a zadní sklípky čichové.

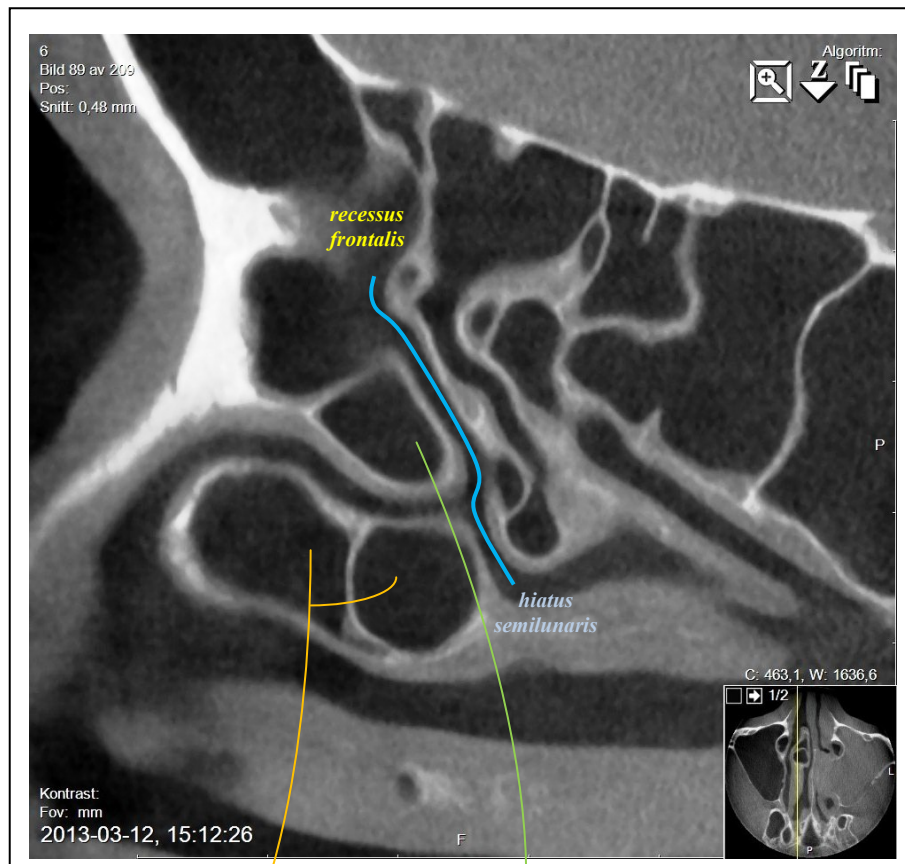
Sinus paranasales, vedlejší dutiny nosní, jsou tvořeny na každé straně 8-10 sklípky kosti čichové a dutinami horní čelisti, kosti čelní a klínové (obr. 7). Všechny dutiny mají úzký vztah k očníci nebo optickému kanálu a mimo dutinu čelistní také ke spodině lebeční.



Obr. 8. Vztah zubů k dutině čelistní.

Společně s lamina cribrosa tvoří **rinobázi**, ve které jsou cesty přestupu infekce do nitrolebí a cesty možného výtoku likvoru. Dutina čelistní má úzký vztah k horním premolárům a molárům (obr. 8). Rozsah pneumatizace je individuálně a u jedince pak i stranově rozdílný, zejména u čelních a klínových dutin. Jsou četné anatomické

CT anatomie laterální stěny dutiny nosní: Sagitální řez 0,48 mm tlustý, prochází dutinou nosní vpravo od střední čáry.



Ventrálně je čelní dutina, pod ní pak systém předních etmoidů ohraničený úponem střední skořepy, za a nad úponem zadní objemné etmoidální sklípky. Je zachycena anatomická varieta: concha bullosa, zde dvoukomorová pneumatizace střední skořepy a bulla processus uncinatus.

CT v rovině frontální:

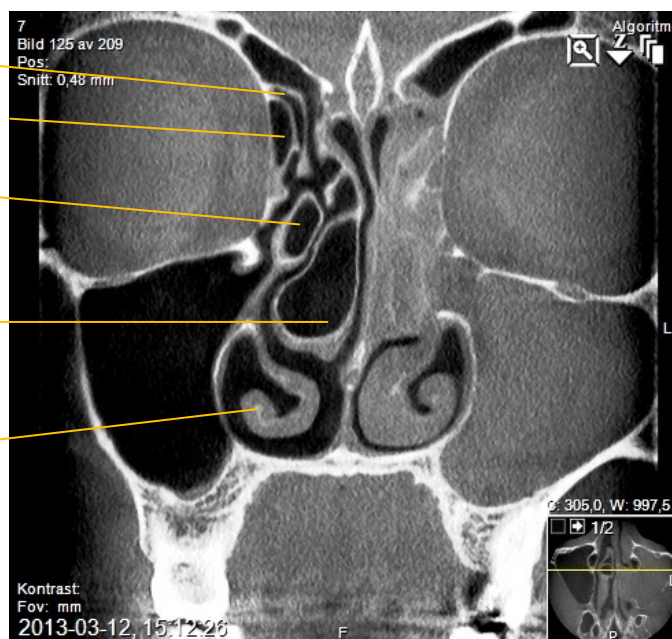
sinus frontalis a concha nasalis superior, bulla ethmoidalis

processus uncinatus (pneumatizovaný)

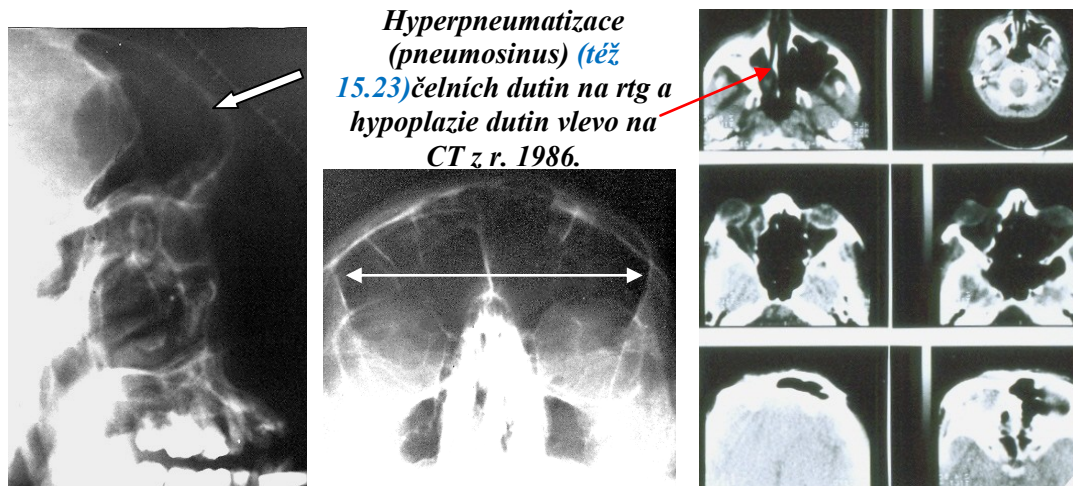
concha nasalis media (pneumatizovaná)

concha nasalis inferior

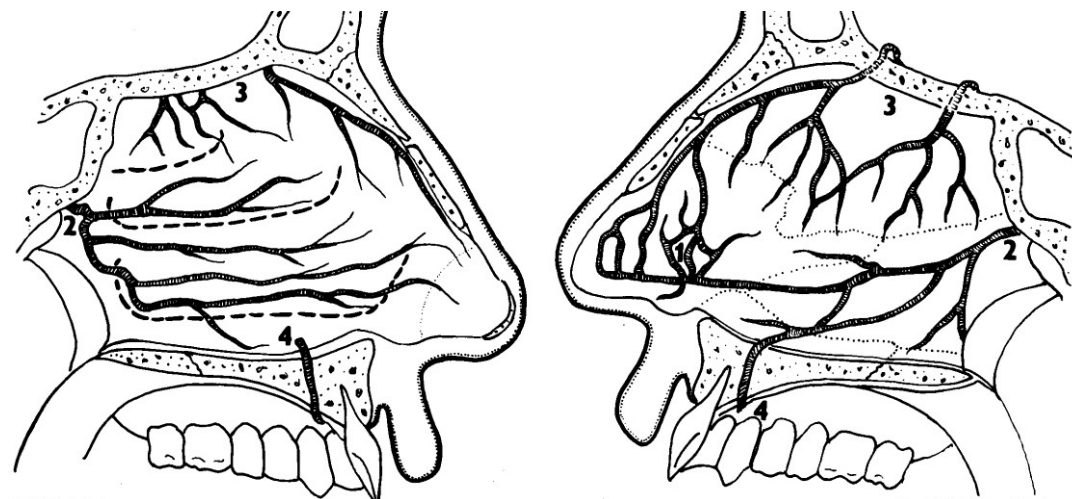
Na straně levé je zastření při chronické rinosinuitidě.



varianty: asi ve 30 % je pneumatizována střední skořepa, asi ve 20 % nalezneme zdvojení čelistní dutiny, tzv. Hallerovu dutinu (mezi spodinou očnice a vlastní čelistní dutinou), stejně často druhou čelní dutinu, tzv. frontoetmoidální bulu a již vzácněji zdvojení dutiny klínové (Onodiho sklep se utváří nad optickým kanálem jako sedlo). Vzácná je pneumatizace crista galli a septi nasi.

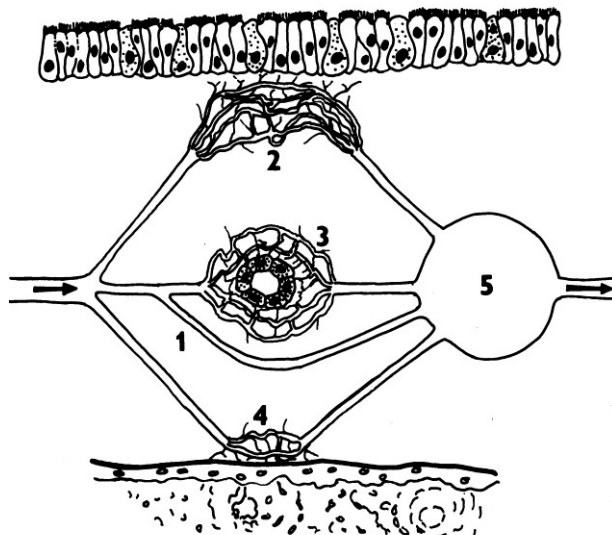


Cévní zásobení. V měkkých tkáních střední a horní etáže obličeje je patogeneticky významné spojení větví v. facialis s v. ophthalmica, a tak se sinus cavernosus. To umožňuje nebezpečné šíření infekce, nejčastěji při furunklech nosu, do nitrolebí. V oblasti dolní etáže dutiny nosní jsou tkáně zásobeny z povodí a. carotis externa. Její větev, a. sphenopalatina, vstupuje do dutiny nosní za úponem střední skořepy a zde bývá zdrojem obtížně stavitelných krvácení, zpravidla u hypertoniků. Horní část dutiny nosní je zásobena etmoidálními arteriemi z povodí a. carotis interna (obr. 9).



Obr. 9. Laterální a mediální stěna dutiny nosní s cévním větvením a. ethmoidalis ant. (3), a. sphenopalatina (2), a. nasopalatina (4) a locus Kiesselbachi (1).

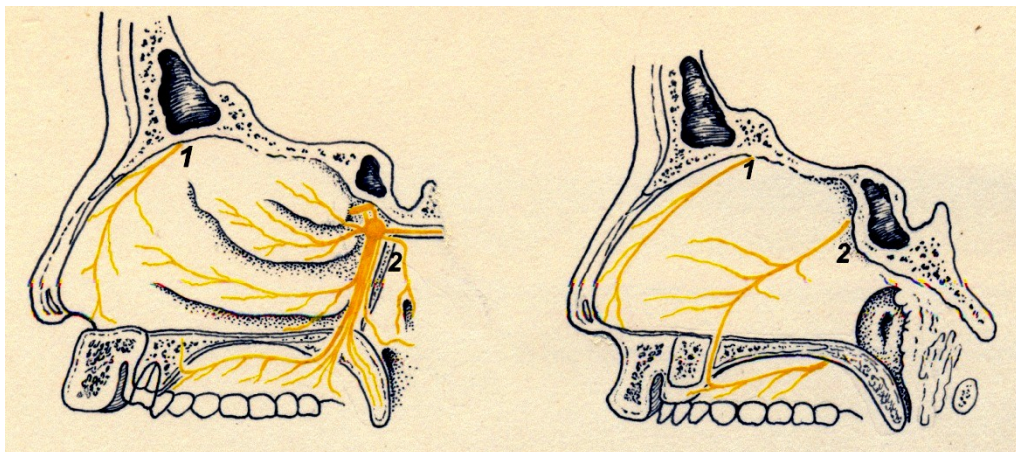
Obě povodí se proplétají v přední části nosní přepážky, kde vytvářejí arteriolovenózní pletěň, tzv. locus Kiesselbachi. tohoto, pro ošetření dobře dostupného místa pochází asi 80 % epistaxí. Zvláštní a funkčně významné je utváření kapilárního řečiště a kavernózních soustav ve sliznici nosní dutiny (obr. 10). Možnosti rychlé změny objemu protékající krve slouží výdeji tepla a sekrece v rámci klimatizace vdechovaného vzduchu.



Obr. 10. Cévní zásobení nosní sliznice.

- 1 – arteriolovenózní zkrat,
- 2 – subepiteliální kapilární síť,
- 3 – kapiláry kolem žlázek,
- 4 – periovaskulární kapiláry,
- 5 – kavernózní žilní pleteň.

Inervace. Senzitivní inervace je z 1. a 2. větve n. V., motorická inervace mimických svalů z n. VII. Funkčně významná je vegetativní inervace určená k řízení vazomotorů a sekrece žláz. Je tvořena vzájemně provázaným adrenergním (sympatikus), cholinergním (parasypatikus) a peptidergním (neuropeptidy) systémem, stojícím též pod vlivem n.V. a I.

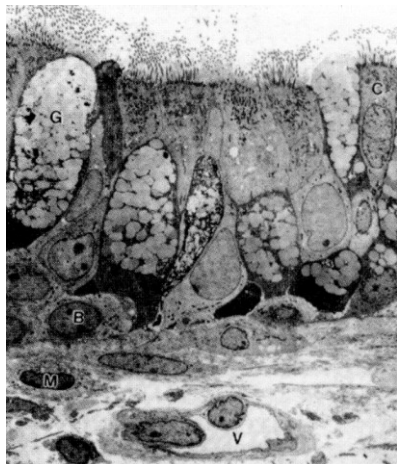


Senzitivní inervace boční stěny a přepážky dutiny nosní z 1. a 2. větve n.V.

Čichová funkce. Je zajišťována nn. olfactorii (n. I.), které snímají podněty z čichového epitelu regio olfactoria tunicae mucosae nasi, prostupují skrze lamina cribrosa a jdou do bulbus olfactorius ([podrobnosti viz 15.2.2](#)).

Histologie. S výjimkou nosního vestibula jsou nosní a paranasální dutiny vystlány mukoperiostem, který je ve své tloušťce variabilní. Značné tloušťky dosahuje v

oblasti skořep a vývodů paranazálních dutin, kde obsahuje bohatě kavernózní systémy. Sliznice má velmi početné seromucinózní žlázy a pohárkové buňky. Na povrchu je víceřadý cylindrický epitel s řasinkami, které kmitají do nosohltanu a v paranazálních dutinách k jejím primárním vývodům. Sliznice těchto dutin je



Respirační epitel v elektronovém mikroskopu: G – pohárková, C – řasinková, B – bazální, M – mezenchymální buňka, V – venula.

jemnější, obsahuje jen asi pětinu sekrečních žlázek a pohárkových buněk. Lamina propria obsahuje celou škálu reaktivních buněk a tmelící hmotu s obrannými funkcemi.

1.2.2 Funkce nosu a vedlejších nosních dutin

Za den projde horními cestami dýchacími a hrtanem asi 20 tisíc litrů vzduchu, který musí být upraven tak, aby byl fyzikálně, chemicky a biologicky přijatelný pro tracheobronchiální strom a plicní alveoly.

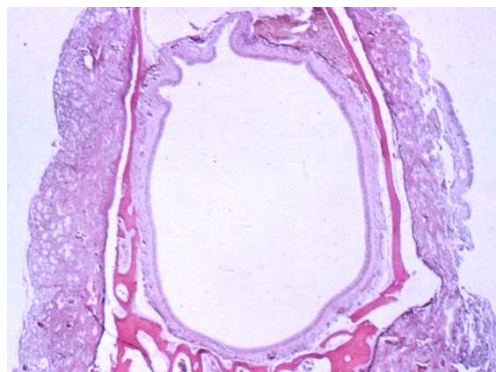
Nos plní funkce v rámci imunitního systému, klimatizuje vdechovaný vzduch, je nositelem čichu a reflexní činnosti, je součástí rezonančních prostor a artikulačního ústrojí, podílí se na tvorbě nosovek a má klíčovou úlohu ve fyziognomii obličeje.

1.2.2.1 Imunitní soustava nosní sliznice (viz též 1.11.12)

Sliznice dutiny nosní je v důsledku neustálého styku se zevním prostředím značně **rezistentní a adaptabilní** vůči bakteriální infekci, snadněji podléhá virům a nadměrným fyzikálním a chemickým podnětům. Pro nosní sliznici je charakteristická schopnost získávat odolnost nespecifickými podněty, např. otužováním. Tepelnými podněty na končetiny nebo celotělově lze snižovat odezvu vazomotorů, zvyšovat toleranci respiračního epitelu k nepřiměřeným podnětům a stupňovat pohotový nespecifický obranný systém. **Nosní sliznice se zbavuje škodlivin odsunem, zředěním, neutralizací a izolací.** Tyto úkoly plní epitel, lamina propria a inervační a cévní soustavy.

Sekreční žlázy a pohárkové buňky vytvářejí dvojvrstevný sekreční film, vnitřní serózní, ve kterém kmitají řasinky, a zevní mucinózní, na kterém se zachycuje prach. Odsun prachu od nosního vchodu do choany trvá asi 20 minut, čelistní dutina se vyčistí např. od rtg. kontrastní náplně do 24 hodin.

Sekret představuje biofyzikální a biochemický ochranný systém, který zachycené škodliviny vyplavuje, zředuje a neutralizuje. Neutralizace probíhá působením enzymů, např. lysozymu a sekrečních imunoglobulinů.



Concha bullosa (M.E. Wigand).

Lamina propria je oddělena od epitelu bazální membránou, která zbytnuje s přibývajícím věkem a stykem s antigeny. Lamina propria je tvořena sítí fibrocytů, ve které jsou rozmístěny **reaktivní buňky** a volné prostory jsou zality tmelící hmotou. **lymfocyty**, které plní ve styku s antigeny imunokompetentní úkoly. Ve stejné vrstvě jsou též producenti protilátek, **plazmatické buňky**, zatím co **makrofágy a histiocyty** nalézáme podél cév. Alergické pochody vedou k pomnožení **eozinofilů**. Obojí fagocytují komplexy antigenu s antilátkou. Významným spouštěčem vazomotorické reakce, charakterizující obecně obrannou reakci nosní sliznice, jsou **mastocyty a bazofily**, které syntetizují do granul vazoaktivní látky typu histaminu, heparinu a serotoninu. V nejpovrchnější vrstvě se shromažďují **lymfocyty**, které plní ve styku s antigeny imunokompetentní úkoly. Ve stejné vrstvě jsou též producenti protilátek, **plazmatické buňky, makrofágy a histiocyty** nalézáme podél cév.

Zmnožené pohárkové buňky



Alergické pochody vedou k pomnožení **eozinofilů**. Obojí fagocytují komplexy antigenu s antilátkou. Významným spouštěčem vazomotorické reakce, charakterizující obecně obrannou reakci nosní sliznice, jsou **mastocyty a bazofily**, které syntetizují do granul vazoaktivní látky typu histaminu, heparinu a serotoninu.

Zbytnělá bazální membrána.

Základní hmota lamina propria je koloidní soustava, ve které probíhá přesun mezibuněčných tekutin a elektrolytů, odehrává se zde absorpce zplodin a je to cílové působíště některých hormonů (štítné žlázy, kolagenázy), kyseliny askorbové a léků (salicylátů, některých hypotonik a diuretik). To vysvětluje neočekávaný vznik nebo ústup hyperreaktivní rinopatie v těhotenství, při užívání perorální antikoncepce, hypotonik, acylpyrinu aj.

Nosní sliznice má výborné **resorpční** schopnosti pro vodné roztoky, které jsou využívány ve farmakoterapii. Podle velikosti koloidů a podle elektrického náboje se vstřebávají i roztoky koloidální, ale nevstřebávají se tuky.

Obecná imunitní funkce epitelu a reaktivních buněk sliznice respiračního ústrojí

Jde o složitou soustavu, ve které je propojena přirozená imunita s imunitou získanou. Získaná je **adaptivní**, tj. antigen specifická: při ní se tvoří např. protilátky a aktivují cytotoxické T-lymfocyty. **Přirozená** imunita je zajišťována především epitelem, makrofágy, žírnými buňkami, eozinofily a lymfocyty typu natural killer.

Funkční epitel

- tvoří bariéru mezi zevním a vnitřním prostředím,
- je metabolicky velice aktivní
- má bohatou sekretorickou činnost
- zajišťuje mukociliární transport,
- vykazuje antimikrobiální aktivitu,
- má schopnost antioxidantní funkce,
- reguluje proteázové systémy aj.

Epitel je významným zdrojem **chemokinů**, které regulují přísun zánětlivých – reaktivních buněk do místa poškození, v klidu neutrofilů, po aktivaci prozánětlivých chemokinů se atrahují též monocyty, dendritické buňky nebo lymfocyty a cytokiny akutní fáze zánětu.

Reaktivní buňky

Makrofágy se podílejí na fagocytóze a transportu prachu a mikroorganismů směrem k jejich mukociliárnímu odsunu, ale také jsou schopny některé částice degradovat (například antimikrobiálním působením na místě vytvářeným peroxydem vodíku), jejich činnost naopak negativně ovlivňuje kouření. Aktivita makrofágů je výrazně vystupňována v plicích alevolech.

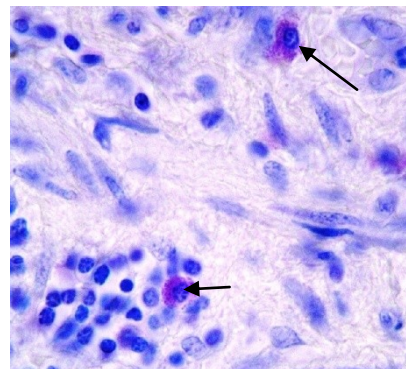
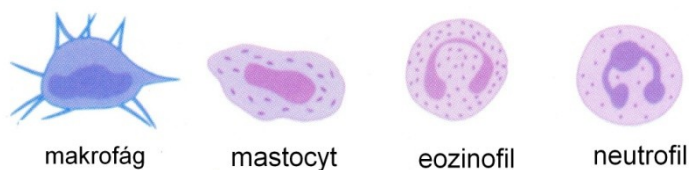
Dendritické buňky jsou nadány proteolýzou pohlčených antigenů a následným jejich vyvržením z buňky.

Lymfocyty zaujímají klíčové postavení v regulaci imunitního systému a zprostředkování specifické imunitní odpovědi.

Neutrofilní leukocyty jsou za normálních okolností jen v cévním řečišti a jejich funkcí je okamžitá a účinná likvidace těch bakteriálních a mykotických infekcí, které nemohou být účinně zvládnuty makrofágy. Jsou vyzbrojeny oxidativními a proteolytickými enzymy, které ale při nesprávné aktivaci mohou působit **autoagresivně**.

Eozinofily se uplatňují proti parazitům a v patogenezi alergické reakce. Není jasná jejich vysoká aktivace u tzv. eozinofilních nealergických rinosinitid. Jakkoliv je dobře prostudována úloha **mastocytů** v alergických reakcích zprostředkovaných IgE, jejich fyziologický význam není zcela objasněn. Poslední výzkumy ukazují, že žírné buňky nejsou aktivovány jen alergeny a za účasti IgE, ale že se může jednat o celou řadu nespecifických podnětů včetně signalizace přes tzv. toll-like receptory.

Bazofilní leukocyty jsou funkčně v mnohém podobné mastocytům, např. v regulaci funkcí eozinofilů. Do zánětů na rozdíl od mastocytů vcestovávají až opožděně.



Mastocyty: metachromatické barvení toluidinem

1.2.2.2 Klimatizační funkce nosu

Proud vzduchu protéká nosem s určitým odporem, který se v dětství významně podílí na utváření dutiny ústní a na rozvoji svaloviny a skeletu hrudníku. Dýchání ústy je náhradní při nosní neprůchodnosti a při zvýšené potřebě kyslíku nebo jeho snížené saturaci, jak je tomu při sportovních výkonech a různých formách dušnosti. Souběžné dýchání nosem a polykání je možné v období kojení, později obě tyto funkce alternují. **Vzduch proudící do dolních cest dýchacích musí být tepelně upraven, nasycen vodními parami a musejí být vychytány prachové částice.** Teplo pro ohřev a

tekutiny pro zvlhčení jsou čerpány především z kavernózních soustav, jejichž krevní průtok je řízen vazomotory. Sliznice nosní dokáže ohřát nebo ochladit vzduch na stálou teplotu 34 °C v nosohltanu při venkovní teplotě od -10 °C do +42 °C. Obohacení o vodní páry nastává do 80 % relativní vlhkosti a z více než 50 % jsou zde vychytány částice od 1 do 10 mikrometrů.

1.2.2.3 Čichová funkce

U člověka čich zaostává za řadou nižších savců. Podněty přicházejí v podobě vůní a pachů při vdechu, výdechu a při polknutí (ortonazálně a retronazálně). Čich má u člověka význam především obranný, k rozlišení škodlivin, a k povzbuzení chuti k jídlu. Podobně také funkce Jakobsonova orgánu, uloženého v nosní přepážce, která je určena k detekci feromonů (a má funkci erotogenní), je u člověka omezená.

Mechanismus percepce

Na čichovém poli leží stabilní, mukociliárnímu transportu nepodléhající 10 až 30 µm silná vrstva hlenu, produkovaná Bowmanovými žlázkami. V tomto hlenovém filmu jsou zakotveny 30 až 200 µm dlouhé, nepohyblivé cilie percipujících čichových buněk, které svým distálním koncem sahají asi 5 µm pod povrch buňky. Vjem je zajišťován prvotním stykem – adsorbci, přičemž čichaná látka je bez elektrického náboje a je chemicky inaktivní. Vazba je zprostředkována **recepčním proteinem**, produkovaným na místě. Čichová buňka přijímá specifickou informaci na dendritické membráně, kde dochází k depolarizaci.

Recepční protein je vestavěn na konci cilie a s čichanou látkou vytváří komplex. Ten za pomoci **transmitujícího proteinu** aktivuje adenyl-cyklázu jako **transmitér**. Otevírají se iontové kanály, které prostřednictvím transportu elektrolytů vedou k depolarizaci – vznikající **generátorové potenciály** lze pak měřit. Nejasné je, zda vjem je specifický, nebo zda je výsledkem kvantitativní a kvalitativní kombinace vjemu jen několika základních pachů (viz též níže).

V posledních letech se prokazuje v souhrě s čichovými buňkami a nervem též **čichová (chemosenzoriální) funkce volně ležících nervových vláken n. trigemini v čichovém poli**. Nejde o mechanickou iritaci, ale nervově specifickou percepci: existuje interakce obou nervů zajišťovaná reflexními axony a zasahující až do aktivity bulbu. Přitom podněty percipuje n. trigeminus na nižší hladině intenzity a rychleji (nástup a koncentrace působku). Dnes se uznává, že **čichová percepce má dualitu a čichový vjem má své patřičné kvality jen při funkčnosti obou částí systému**. Má se rovněž za to, že **určení směru přicházejícího zápachu je výsledkem činnosti právě trigeminu**, který lépe rozlišuje koncentraci pachové látky.

Některé nové zpřesňující anatomické, genetické a funkční poznámky

Přesto, že u člověka, oproti řadě zvířat, je čich vyvinut poměrně nedokonale, tak se udává, že trénovaný člověk dovede rozlišit asi 10 tisíc pachů. Tato schopnost s věkem slábne, i když paměť pro čichové podněty trvá řadu roků (např. na rozdíl od zraku). **Čichový systém je založen na tisících různých homologních čichových receptorech, které jsou v interakci s nepřeborným množstvím pachů.**

Regio olfactoria se rozprostírá v přední části nosní klenby a směrem kaudálním zasahuje mediálně na septum, kde zaujímá plochu asi dvou čtverečních cm a laterálně splývá po horní ploše concha nasalis superior a někdy dosahuje až k přednímu úponu concha nasalis media. **Čichový epitel** netvoří souvislou plochu, ale vytváří poměrně pravidelnou síť, kde se střídají ostrůvky olfaktorického s ostrůvky respiračního epitelu. S přibývajícím věkem se ostrůvky olfaktorické zmenšují a u starých lidí mohou i vymizet. (Anatomické podrobnosti viz [15.2.2](#))

Čichový epitel je víceřadý a tvoří ho **cylindrické buňky**. Lamina propria je buněčná a obsahuje **Bowmannovy žlázy**, které charakterizuje na tuk bohatý sekret. Je poměrně silná a nahrazuje tak submukózu.

Jsou **4 druhy buněk** čichového epitelu:

- Řasinkové bipolární receptorové buňky, které produkují neurální signály. Ty jsou v centrech vnímány jako čichový vjem.
- Bazální buňky, které nedosahují k povrchu, jsou kmenovými buňkami předchozích (zajišťují regeneraci a obměnu, probíhající asi jednou za měsíc).
- Podpůrné buňky, jejichž funkce je asi očištná: po realizaci vjemu zbavují čichový epitel pachových molekul.
- Buňky s mikrovily, které mají tvar láhve a nejasnou funkci.

Asi tisíc různých genů zajišťuje genezi asi stejného počtu druhů čichových receptorů (Axel a Bucková, Nobelova cena 2004), které jsou umístěné v horní části cilie a receptorové buňky. Každá buňka je nosičem jen jednoho druhu receptorů a každý receptor dokáže identifikovat jen omezený počet pachů.

Buňky, které mají shodný receptor, vysílají svoje nervová vlákna do stejného místa v **bulbus olfactorius**. Odtud pak informace putuje cestou **tractus olfactorius do temporálního laloku mozku**, kde je počíteček dekodován, zpracován a propojen s počítky z ostatních typů receptorů. Čichový systém je spojen s dalšími centry, např. s limbickým systémem. Čichový vjem na receptoru vyvolává chemická molekula: aktivuje se c-AMP prostřednictvím specifického G-proteinu. Pach je složen obvykle z více druhů chemických molekul, které selektivně aktivují příslušný receptor. Jeho počíteček je pak v centrech percipován a teprve následně skombinován s ostatními ve výsledný vjem, který je specifický pro každý pach. Ten pak vstupuje do paměti, která zajišťuje identifikaci pachových látek (asi jako paměťové buňky antigen).

1.2.2.4 Reflexní činnost

S respirační funkcí nosu souvisí řada obranných reflexů. **Kýchání** je typický nazonazální reflex z podráždění především trigeminu endogenně uvolněnými vazoaktivními látkami nebo zevním chemickým a fyzikálním podrážděním s následnou hypersekrecí a sníženou nosní průchodností. Podobně působí nasopetální reflexy, vznikající např. chladovými podněty na kůži končetin, např. pedonazální. Při

kýchání dochází k explozivnímu výdechu při otevřené glottis a nosohltanu. Může být vyvolán též iritací vagu z oblasti subglottis, či zvukovodu. **Reflex nazopulmonální** je nazofugální a vzniká podrážděním n. V. a I. a jeho efektozem je n. vagus a inervace dýchacích svalů. Odezvou je kašel anebo uzávěr glottis. Podobně, ale retrográdně, mění patologie tracheobronchiálního stromu reflexně nosní průchodnost a sekreci. Iritací nepříjemnými pachy n.V. a I. lze vyvolat i **reflex dáivý** Méně často se uplatňuje **reflex nazokardiální**, při kterém dochází podrážděním autonomního nervstva dutiny nosní k bradykardii a dále reflex nazogenitální. Známý je též vztah nosu k funkci trávicí soustavy, především prostřednictvím n. I.

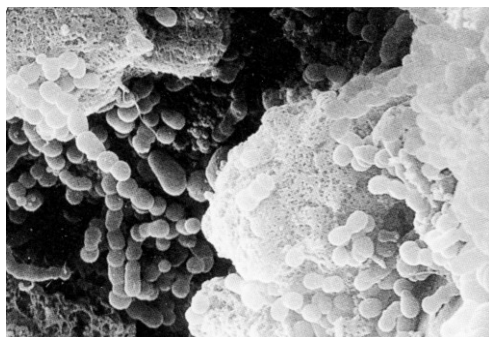
1.2.2.5 Funkce vedlejších nosních dutin

Paranasální dutiny ventilují přes svá ústí. **Vzduch je z dutin vysáván při vdechu a doplňován při výdechu**, takže obměna např. v čelistní dutině trvá asi 10 minut. Fyziologické dutiny nejsou sterilní. Obranné schopnosti sliznice jsou menší než u sliznice nosní, ale současně i antigenní zatížení je podstatně nižší. V čelistní dutině, která má vývod téměř u svého stropu, je ztížena samočistící schopnost. Vlastní funkce dutin není zcela objasněna. Dutiny představují významné odlehčení hmoty obličeje, tepelnou izolaci očnice a rezonanční prostory.

1.2.3 Patologie zánětů nosní sliznice

Záněty sliznice horních cest dýchacích jsou nejčastějším onemocněním. **Respirační epitel je pro běžnou bakteriální flóru neprostupný, pokud jsou uchovány obranné mechanismy**, zejména sekrece a odsun. Pro uplatnění bakterií je zpravidla nezbytné předchozí poškození epitelu, nejčastěji virovou infekcí.

Viry přestupují přes vrstvu hlenu a řasinek a napadají buňky epitelu, v nichž během několika hodin dochází ke kalnému zbobtnání. Méně často pronikají epitelem a napadají až buňky endotelu cév a buňky nervové. Tyto mechanismy jsou **spouštěči vazomotorických reakcí**, buď přímo změnou pH nebo zprostředkovaně přes uvolněné vazoaktivní látky. Dochází k aktivní a později pasívní hyperemii s profúzní serózní sekrecí a nosní neprůchodností. Obdobně probíhá rozvoj zánětu v paranasálních dutinách, kde sehrávají významnou úlohu též uzávěr ostí s omezením



Makrofágy fagocytující bakterie.

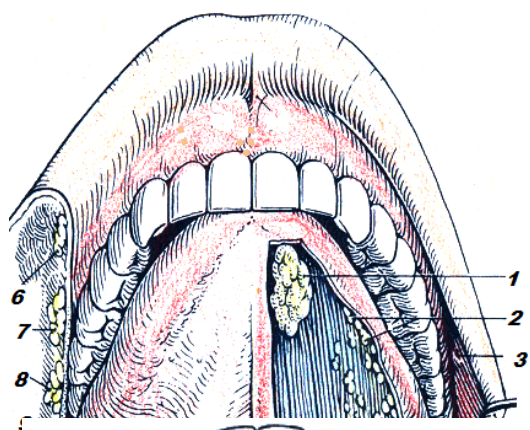
ventilace. V dutině stoupá tenze CO₂ a klesá obsah kyslíku, pH se posouvá na kyselou stranu, a to omezuje činnost řasinek. Stagnace sekretu vede k pomnožení přítomných nebo vniknuvších mikroorganismů. V průběhu zánětu dochází k různě rozsáhlé dezintegraci řasinek a epitelu. Mohutné zbytnění lamina propria je výrazem pohotovostní a mobilizované obrany. Zánět se dostává do fáze zánětlivé infiltrace, doprovázené hnisavou sekrecí a posléze převládnutím obrany nastává proliferace s reparací a popřípadě restitucí.

Respirační epitel je značně odolný a přizpůsobivý i vleklé zátěži škodlivinami. Proto se poměrně vzácně setkáváme s dysplastickými změnami, poněkud častěji s metaplazií v dlaždicový epitel, zejména na povrchu nosních polypů. Působením noxy se zpočátku zmnožují pohárkové buňky a sekreční žlázy a stupňuje se jejich činnost, též v souvislosti s probíhajícími vazomotorickými reakcemi. Jejich častým opakováním, **dlouhodobým vlivem infekce nebo alergie, dochází k vyčerpání vazomotorů.** Vznikají periflebitidy s následnou stázou a s projevy otoků sliznice a posléze s tvorbou **nosních polypů.** Hlubší průnik škodliviny vede k ulceracím, periarteritidám a k podvýživě tkání, vedoucí dále ke sklerotizaci a atrofii lamina propria a orgánů sekrece. Sekretu se tvoří málo, je viskózní a stává se živnou půdou pro množení mikroorganismů. Vzniká obraz vleklé atrofické rýmy.

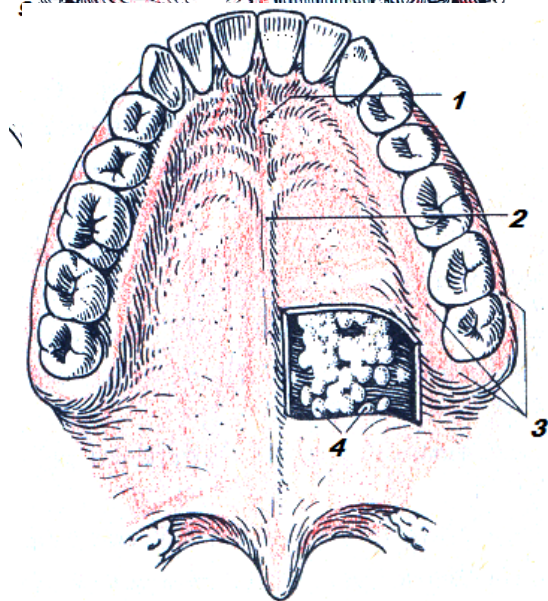
1.3 Hltan

1.3.0 Poznámky k anatomii dutiny ústní

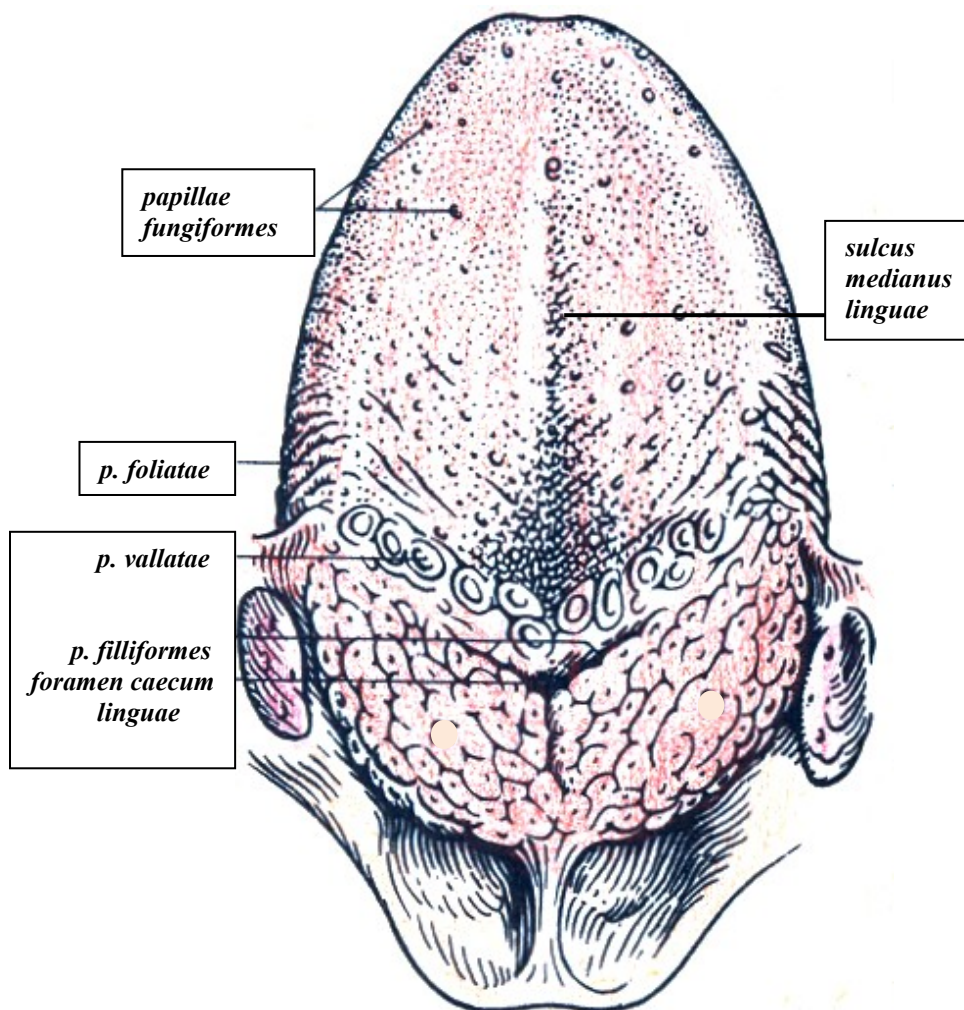
Na tomto místě jen malé připomenutí s ohledem na strukturální, funkční a patologické vztahy, zejména jazyka, spodiny ústní a patra k orofaryngu. (Následující obrázky jsou částečně podle H. Feneis, které byly upraveny nejen kolorováním.)



1 – *glandula lingualis anterior*, 2 – *gl. linguales*, 3 – *papilla parotidea*, 4 – *commissura labarum*, 5 – *caruncula et gl. sublingualis*, 6 – *gl. labiále*, 7 – *gl. buccales*, 8 – *gl. molares*, 9 – *plica sublingualis et frenulum linguae*.



1 – *papilla incisiva et plicae palatinae transversae*, 2 – *raphe palati et palatum durum*, 3 – *gingiva*, 4 – *gl. palatinae et palatum molle (velum palatinum)*

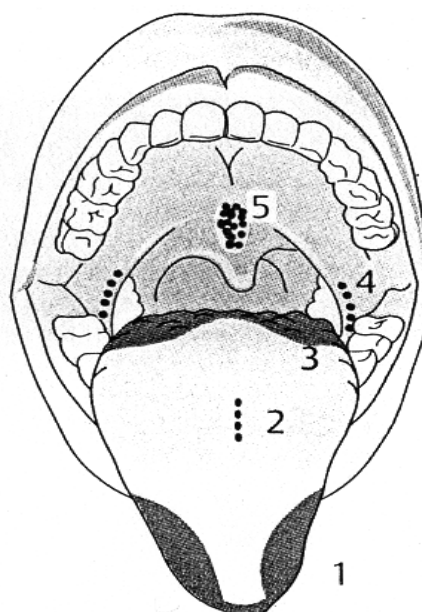


Distribuce chuťových papil:

- 1 – *papillae foliatae*
- 2 – *papillae fungiformes*
- 3 – *papillae circumvallatae* – přechází až na přední oblouk patrový (4)
- 5 – chuťová area nad uvulou

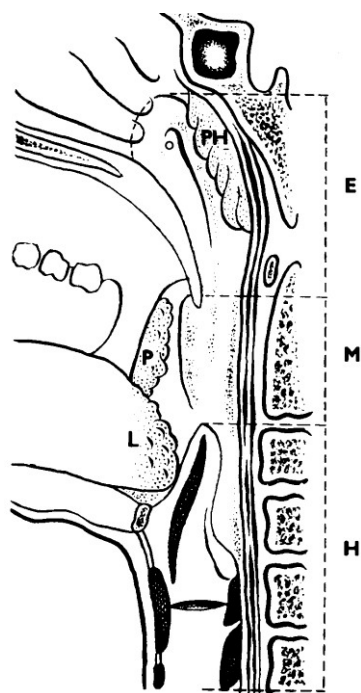
Histologický obraz jednotlivých druhů chuťových papil najde čtenář v kapitole 1.3.7

Podrobnosti ke struktuře a funkcím dalších oddílů a orgánů dutiny ústní se čtenář dozví v učebnicích anatomie.



1.3.1 Anatomie hltanu

Hltan je tvořen neúplnou trubicí, v dospělosti dlouhou asi 14 cm, sahající od báze lebni až po C VI, kde krikofaryngeálním svěračem (Killianův) přechází v jícn (obr. 11). Anatomicky se dělí na pars nasalis, oralis et laryngea, klinicky na **epifarynx, mezofarynx a hypofarynx**. Do epifaryngu se choanami otevírá dutina nosní a v boční stěně odstupuje sluchová trubice.



Obr. 11. Sagitální řez hltanem. E – epifarynx, M – mesofarynx, H – hypofarynx, P – patrová mandle, L – jazyková mandle, PH – hltanová mandle.

Mezofarynx je spojen s dutinou ústní přes hltanovou branku (hrdlo, fauces), která embryologicky, anatomicky a funkčně patří k hltanu. V hypofaryngu je odstup vchodu hrtanu.

Forma hltanu se s věkem mění. Již byla zmínka o vysokém postavení hrtanu u kojenců, umožňujícím současné sání, dýchání a popřípadě ruminaci. Změny

prodělává také klenba nosohltanu, která je u kojenců v úrovni dolního nosního průduchu a teprve s pneumatizací kosti klínové se zvyšuje. To je nezbytné zohlednit při posuzování velikosti adenoidní vegetace, kterou srovnáváme s úrovněmi choany.

Stěna hltanu sestává z tunica mucosa, tela submucosa a tunica muscularis pharyngis. Posledně jmenovaná vrstva se skládá z šikmo odzadu obloukem dolů a vpřed sbíhajících hltanového svěrače (mm. constrictores pharyngis) a z řady



zvedačů hltanu. Na předělu epifaryngu a mezofaryngu je z horního konstriktoru formován Passavantův val, který se podílí na patrohltanovém uzávěru. Na předělu do jícnu je z dolního svěrače vyčleněn výše zmíněný Killianův svěrač.

Endoskopický pohled do otevírajícího se Killianova svěrače

Mezi páteří a hltanem je ve střední čáře volné spojení pomocí raphe pharyngis, po jehož stranách jsou perifaryngeální prostory vyplněné řídkým pojivem: jejich dorzální část tvoří spatium retropharyngeum a jejich boční část tvoří kolem krčního nervově cévního svazku spatium lateropharyngeum. Směrem kaudálním prostory volně navazují na horní mediastinum. Toto uspořádání má umožnit maximální motilitu v krční páteři při současně volně průchodných krevních, dýchacích a polykacích cestách. Na druhé straně to umožňuje rychlý postup život ohrožujících flegmonózních zánětů.

Tepenné zásobení je z povodí a. carotis ext., **žilní** odtok jde cestou především v. facialis a retromandibularis do v. jugularis int. **Lymfatické cévy** navazují na hltanový lymfatický okruh a vytvářejí tři odtokové cesty, vstupující do nodi lymphatici cervicales profundi při v. jugularis int.:

- **Zadní odtoková cesta** sbírá mízu z nosohltanu a větší přilehlé části dutiny nosní, paranasálních dutin a sluchové trubice a má úzký vztah k hltanové a tubární mandli. Lymfa buď prochází nepárovými retrofaryngeálními uzlinami, nebo přímo dostihuje horní skupinu hlubokých krčních uzlin mezi čelistí a processus mastoideus a kolem horního úponu kývače.

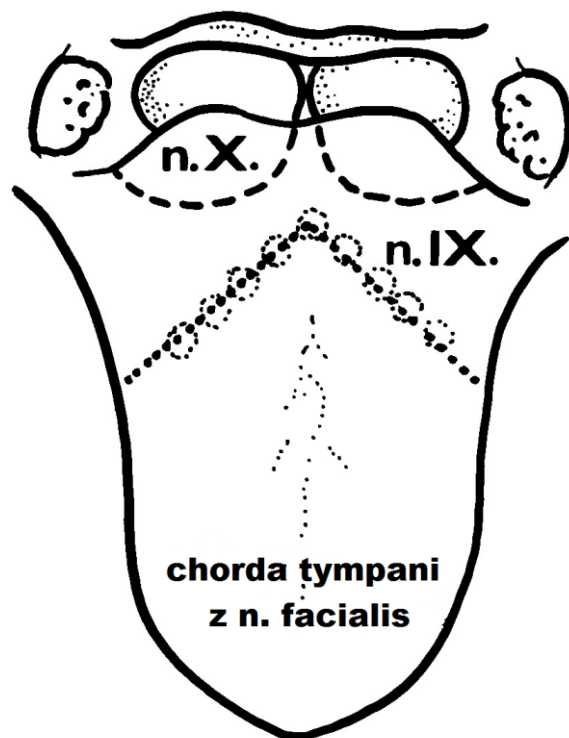
- **Boční odtoková cesta** vychází z patrové a jazykové mandle a z boční stěny mezofaryngu a směřuje do nodi jugulodigastrici, zvláště do skupiny 2-3 uzlin, které jsou na soutoku v. facialis a v. jugularis int.

- **Přední dolní odtoková cesta** vychází z hypofaryngu, spojuje se s cévami horní poloviny hrtanu a jde do uzlin v trigonum caroticum.

Z uvedeného uspořádání vyplývá zánětlivé a nádorové metastazování z primárních ložisek do regionálních uzlin.

Lymfatický hltanový okruh je tvořen tonsilami a lymfatickou tkání rozsetou v podslizničí a patří do systému slizniční imunity. Tonzily jsou útvary organizované lymfoepiteliální a lymfonodální tkáně. **Tonsilla pharyngea, hltanová mandle** (klinicky též nosní mandle) je uložena v klenbě nosohltanu a je tvořena lymfatickou tkání, rozdělenou sagitálními brázdami. Je bohatá také na sekreční žlázy. **Tonsilla tubaria** (Gerlachova) je rozložena kolem ústí a uvnitř chrupavčité části sluchové trubice. Párové **tonsillae palatinae, patrové mandle**, leží mezi patrovými oblouky v hltanové brance. Stroma mandle nese uspořádané lymfatické folikuly, které jsou v úzkém kontaktu se soustavou tonzilárních krypt, klinicky lakun, které jsou pozůstatkem vývodů nedovyvinutých sekrečních žlázek. Epitel krypt je retikulovaný dlaždicový. **Tonsilla lingualis, jazyková mandle**, vzniká zavěšením lymfatických folikulů na dlouhé nečleněné vývody slinných žlázek. Tato patologiej nejmeně trpící tonzila nicméně vykazuje v imunitním systému větší aktivity, než se dosud soudilo. Volně rozseté lymfatické folikuly se v podslizničí seskupují v pruhy nebo nakupeniny především na přechodu boční stěny hltanu ve stěnu zadní, vždy v těsné souvislosti s vývody slinných žlázek.

Inervace. Motoricky je svalovina zvedačů a svěračů inervována buď přímo z větví n. V., VII., IX., a X. a z plexus cervicalis, nebo zprostředkovaně z plexus pharyngeus, který obsahuje vlákna n. IX. a X. a krčního sympatiku. Svaly jdoucí do jazyka inervuje n. XII. **Senzitivní** inervace je v choaně, na měkkém patře a v hrdle zajišťována n.V/2 a V/3, v ostatních částech pak přímo nebo zprostředkovaně přes plexus pharyngeus z n. IX. a X. Shodnou inervaci má zevní a střední ucho, z čehož pramení časté vyzařování bolesti z hltanu, hrtanu a čelistí do oblasti ucha. Vegetativní vlákna přicházejí cestou n. VII., IX., X. a z krčního sympatiku. Řídí sekreci velkých a malých slinných žláz a přisuzují se jim parestázie a sympatalgie.



Obr. 12. Senzorická inervace nesoucí vzruchy z chuťových pohárků jazyka.

Periferní neuroanatomie chuťové funkce je poměrně složitá, podněty jdou z různých krajín jazyka, patrových oblouků, měkkého patra a příklopky prostřednictvím n. VII., IX. a X. (obr. 12). (Viz též 3.13.12.)

Histologie. V nosohltanu převažuje respirační epitel nad ostrůvky nerohovějícího dlaždicového epitelu. Na rozhraní obou epitelů je epitel přechodný, z něhož vzniká pro

nosohltan typický anaplastický karcinom. Ve sliznici jsou početné malé smíšené glandulae pharyngeae, s jejichž vývody souvisejí lymfatické folikuly. Jsou více nahromaděny v bočních stěnách. V řasinkovém epitelu jsou pohárkové buňky. Mezofarynx a hypofarynx kryje sliznice s dlaždicovým epitelem.

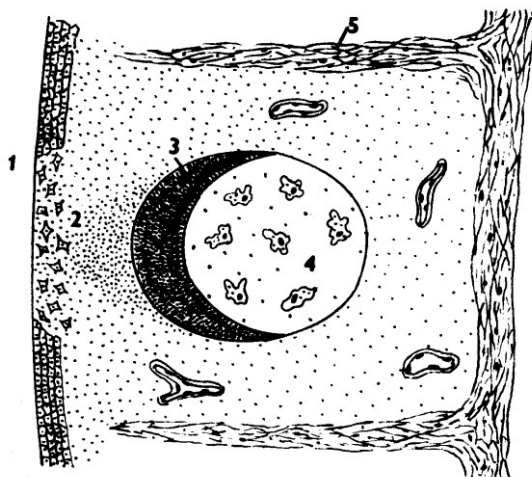
1.3.2 Funkce hltanu

Hltan je křižovatkou cest dýchacích a polykacích a jeho lymfoepiteliální orgány mají významnou úlohu v organizaci imunitního systému na vstupu antigenů do aerodigestivního ústrojí. Polykací akt je popsán v kapitole o jícnu. Významné jsou obranné reflexy, jako je dávení, kašel a kýčání, s ústřední rolí n. IX., X. a V. Hltan se podílí na rezonanci a barvě hlasu, patrohltanový uzávěr na nazalitě některých hlásek. Chuťová funkce je percipována v oblasti přechodu dutiny ústní v hltan.

Funkce lymfatického hltanového kruhu

Je známo, že původ T-lymfocytů je vázán na rozvoj lymfoepiteliálního orgánu thymu v ranném dětství. B-lymfocyty jsou odvozovány od lymfatické bursa Fabricií, uložené v kloace ptáků. Předpokládá se, že tuto funkci u savců dílem přebírají tonzily, jimž je nověji přiznána i geneze T-lymfocytů. **Následné generace T-lymfocytů formují buněčnou imunitní odpověď**, jsou odpovědné za pozdní alergickou reakci, za pozdní fázi zánětu a rejekci transplantátů. Morfologicky se projeví převážně kulatobuněčnou infiltrací. **Následné populace intraepitelových B-lymfocytů formují humorální imunitní odpověď**, z větší části polymerizované IgA, z menší části IgM, jejich sekreci pak podporují značnou měrou buňky slinných

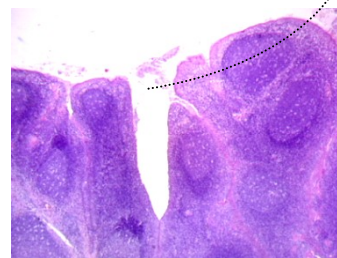
žláz. Jsou odpovědné za časnou alergickou reakci a za časnou fázi zánětu, doprovázenou zvýšenou exsudací, plazmocytární infiltrací a eozinofilií. Vzájemnou souhru lymfatické tkáně a epitelu lze nejlépe sledovat na patrových mandlích. Soustava krypt vytváří rozsáhlý slizniční povrch, dosahující na vrcholu vývoje mandle až 300 cm². Epitel krypt postrádá bazální membránu a je nad sekundárními folikuly rozvolněn k prostupu lymfocytů. Tato **retikulace epitelu umožňuje migraci lymfocytů směrem do krypt**.



Obr. 13. Funkční tonzilární jednotka.

1 – lumen lakuny,
2 – retikulace epitelu,
3 – polarizace lymfocytů na folikulu,
4 – zárodečné centrum s lymfoblasty a klasmoocyty, 5 - stroma

V období nejvyšší aktivity mandle takto denně migruje asi



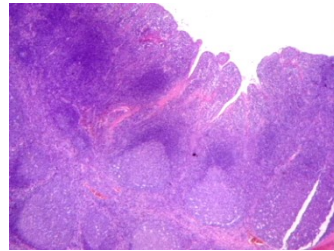
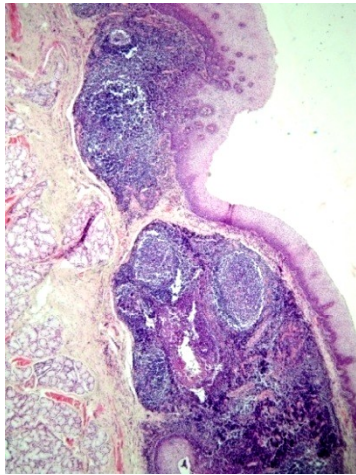
100 milionů lymfocytů. Z nich asi polovina **po kontaktování s antigenem přináší získanou informaci zpět do sekundárního folikulu mandlí nebo mízních uzlin**. Zde se pak podílí na tvorbě nové generace lymfocytů, nesoucích kopii příslušné senzibilizace. Takový lymfocyt je uveden do klidu jako paměťová buňka, vstupující do bezprostřední imunitní reakce při novém setkání s antigenem. Do imunitní souhry vstupují i makrofágy, dendritické Langerhansovy buňky, (rovněž endocytující nebo fagocytující antigeny, se kterými pak putují do spádových uzlin, kde je předávají T lymfocytům a produkující imunoglobuliny, cytokiny, prostaglandiny aj.) a další buňky retikula mandlí a kolující leukocyty (obr. 13). To je zjednodušeně základní princip podílu mandlí na imunitě organismu a to jsou soudobé důvody k rezervovaným indikacím tonzilektomií a adenotomií, zejména v dětském věku.

V mandlích byla dříve spatřována také funkce vstřebávací, střídací a vylučovací. Znaky klasických endokrinních orgánů chybí, předpokládá se však **tvorba regulačních látek a látek stimulujících nebo inhibujících imunologickou reakci**, jako jsou lymfokiny, monokiny, interferon a další neuropeptidy. Tyto vlastnosti se mj. přičítají inkluzím neuroepiteliálních buněk, které pocházejí z neurální lišty nebo přímo z mezenchymu a podílejí se na stavbě retikula mandlí (z nich pochází mj. ovískový karcinom).

Chuťová funkce je percipována na kořeni jazyka, patrových obloucích, měkkém patře a kolem vrcholu epiglottis. Rozlišovací schopnosti jsou vymezeny pěti chutěmi a jejich kombinacemi. Vedle tradiční sladké, slané, hořké a kyselé je nověji udávána chuť pátá, **umami**, buzená glutamátem. Jsou individuální rozdíly v „ostrosti“ chuti a také rozdíly v potřebné koncentraci, aby se počitek vyvolal. Hořká je obvykle percipována při koncentraci látky až tisíckrát nižší, než jiné chutě. Vymezení

jednotlivých chutí na jazyku není vyhraněné a jednotlivé chutě se překrývají až splývají. (Viz též 3.13.12.)

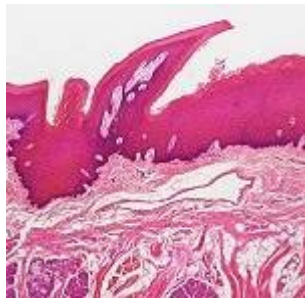
Pálivá „chut“ je senzitivním vjemem.



Tonzila patrová se sekundárními folikuly s typickou polarizací lymfocytů. Vpravo řez přes ústí krypty, není větší akumulace detritu. Na povrchu je dlaždicový epitel. Vlevo: Jazyková mandle s lymfatickými folikuly a Weberovými žlázkami.

Jen pro lepší představu malé opakování o papilách jazyka:

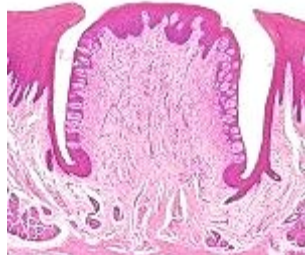
(Převzato od Lutz Slomianka www.lab.anhb.uwa.edu.au a upraveno)



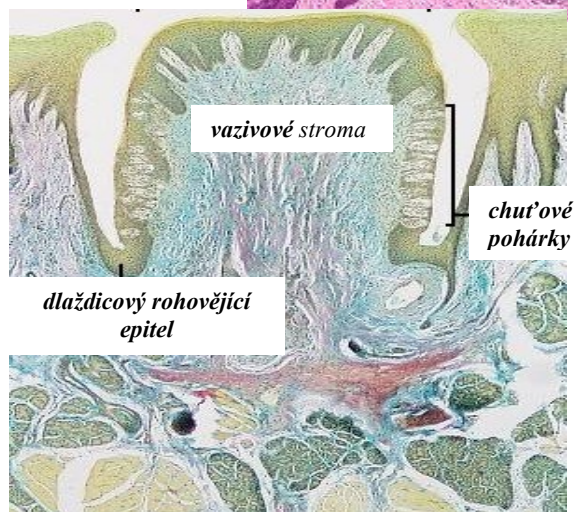
Papillae filiformes - nitkovité papily jsou nejpočetnější, stojí na vazivových výběžcích jazyka a často jsou na vrcholu rozeklané.

Papillae conicae – forma předchozích s jednoduchým vrcholem, zahnutým vzad.

Papillae fungiformes - houbovitě papily, jsou řídce rozesté mezi předchozími.

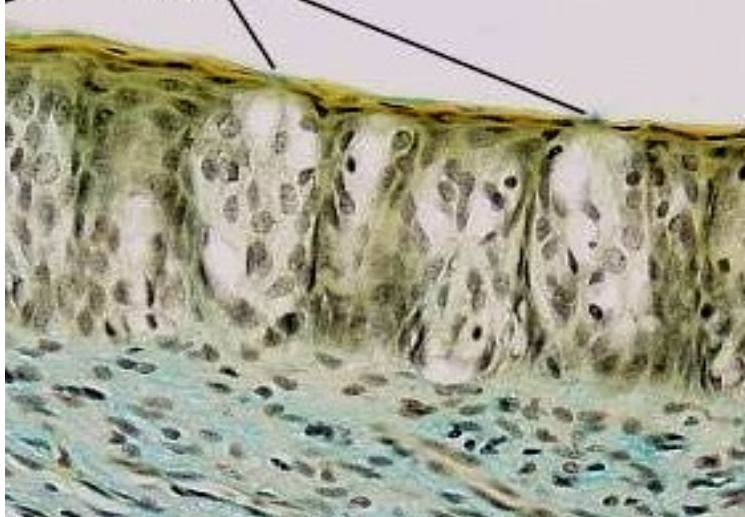


Papillae vallatae - hrozené papily v počtu 7-12, jsou válcovité, uložené před sulcus terminalis s pohárkovými buňkami na laterálních stěnách.



Papillae foliatae – listovité: jde o souběžné nařasené slizniční hřebeny s chuťovými pohárky zejména na hraně zadní třetiny jazyka.

Porus gustatorius s chut'ovou štětíčkou na vrcholu chut'ového pohárku



Caliculus gustatorius se skládá z chut'ových buněk a buněk podpůrných, v základech jsou pak buňky bazální. Štíhlý vrchol chut'ových buněk je zakončen chut'ovou štětíčkou představující chemoreceptor. Pohárky jsou obsaženy v papillae vallatae a papillae foliatae, které ojediněle lze nalézt též na patře, patrových obloucích a

epiglottis. (O chuti umami a chutnačství fenylthiocarbamidu podrobně 3.13.12)

1.3.3 Patologie zánětů hltanu

Oblast nosohltanu jako součást dýchacích cest rychle odpovídá na kapénkové, nejčastěji virové infekce, vstupující nosem. Recidivující infekce s bakteriální superinfekcí vedou ke zbytnění hltanové mandle a vzniká adenoidní vegetace. Ta se stává zdrojem mechanické obstrukce horních dýchacích cest a ložiskem pro remitující záněty též v nose, paranazálních dutinách a středouší. Hltanová a jazyková mandle pro bohatství slinných žlázek a další čistící mechanismy vzácně trpí na **angíny**. Naopak je tomu u patrových mandlí, které slinné žlázy postrádají a obsah krypt je vypuzován při polykání kontrakcí hltanového svěrače. K tonzilám má zvýšenou afinitu streptococcus pyogenes. Bylo též prokázáno, že v tonzilách se intenzivně replikují EB viry a HIV. V patologii se uplatňuje i žaludeční refluktát.

Imunitní patologie není pro tonzily specifická. **Imunopatie** se dělí podle defektů v B-lymfocytech nebo T-lymfocytech, jsou známé typy kombinované, vztahující se k celé lymfatické tkáni. Poruchou produkce regulačních a adjuvačních látek dochází k rozpadu nezbytné souhry článků imunitní reakce. Chronické tonzilitity jsou zdrojem ložiskové infekce a jsou spoluodpovědné za IgA nefropatii, artropatie a reaktivní artritidy. Byl prokázán patogenetický vztah mezi nadměrným vznikem IgA řetězců v mandlích a rozsahem uloženin polymerizovaných IgA v glomerulárním mezangiu.

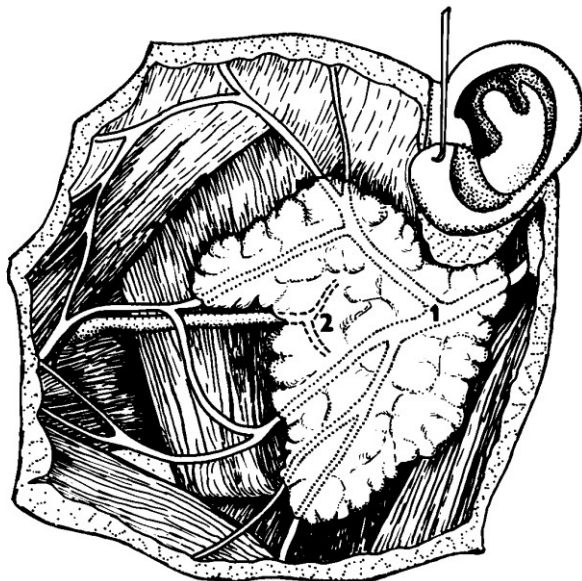
1.4 Slinné žlázy

1.4.1 Anatomie slinných žláz

Glandula parotis, slinná žláza příušní, je uložena na a za ramus mandibulae. Skládá se z povrchového a hlubokého laloku, mezi kterými je rozloženo větvení n. facialis. Vývod této žlázy jde přes přední okraj m. masseter a ústí proti druhé horní stoličce ve tvářové sliznici (obr. 14).

Glandula submandibularis, slinná žláza podčelistní, je převážně serózní a je uložena pod m. mylohyoideus. Ústí vývodu je na caruncula sublingualis (obr. 15).

Glandula sublingualis, slinná žláza podjazyková, je převážně seromucinózní. Leží na diaphragma oris a větší počet vývodů ústí na caruncula a plica sublingualis. Mimo to je řada **drobných slinných žlázek**, které se seskupují pod sliznicí rtů, patra, jazyka a tváří. Jsou serózní nebo smíšené, bez navěšených lymfatických folikulů.



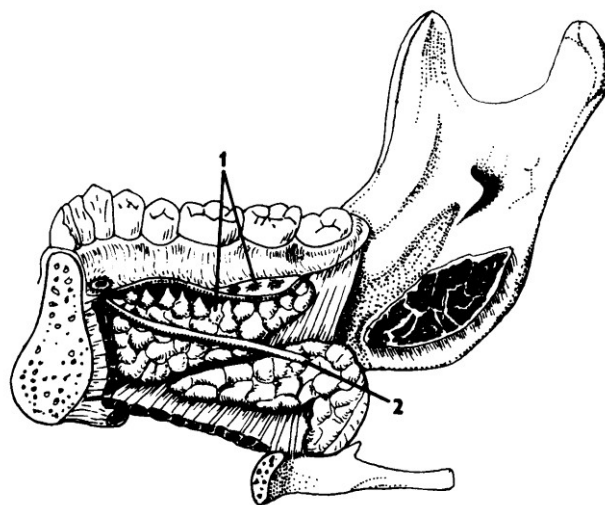
Obr.14. Příušní slinná žláza (ušní lalůček zvednut háčkem).

1 – větvení n. facialis,
2 – ductus parotideus

Slinné žlázy v oblasti hltanu a jícnu, hrtanu a průdušnice jsou drobnější a zpravidla smíšené. Jsou uloženy subepiteliálně nebo submukózně a mají úzký vztah k sekundárním lymfatickým folikulům, které jsou nakupeny kolem jejich vývodů.

Cévní zásobení velkých slinných žláz je z povodí a. carotis ext. a odtok směřuje do v. facialis a jugularis int. **Míznice** sbírají lymfu do submandibulárních, parotidálních a horních hlubokých krčních uzlin. **Funkčně významná je vegetativní inervace.** Parasympatická vlákna jdou pro podčelistní a podjazykovou žlázu z n. VII. cestou chorda tympani a ganglion submandibulare, pro příušní žlázu cestou n. IX. a ganglion oticum. Sympatická inervace pochází z krčního sympatiku a jde podél arteriálního větvení.

Obr. 15. Podjazyková (1) a podčelistní (2) slinná žláza.



1.4.2 Funkce slinných žláz

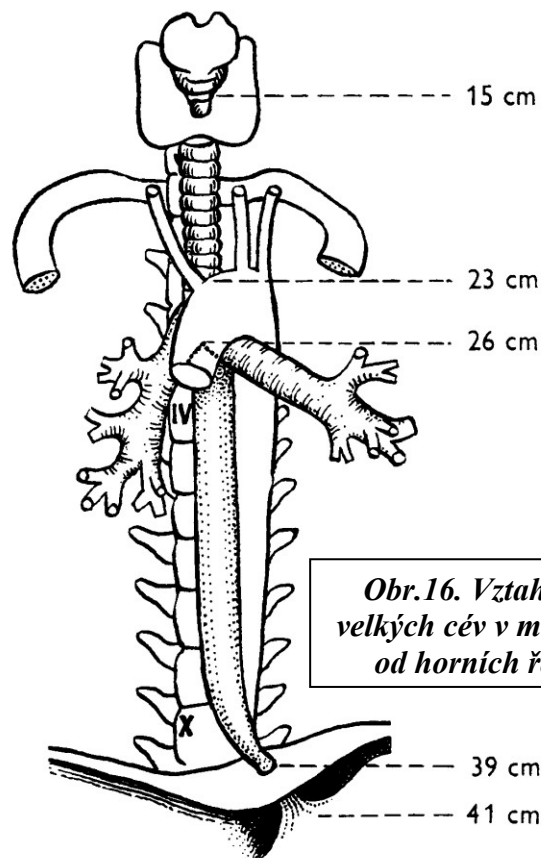
Funkce slinných žláz je bohatá. **Chrání zubní sklovinu a sliznici dutiny ústní a polykacích cest. K trávicí funkci přispívají enzymy (hydrolázy). Ve slinách je vylučován jód, faktory krevní srážlivosti a erythropoeze, substance krevních skupin a při viremiích viry (zarděnek, EB, HIV, vztekliny aj.). Slina zprostředkovává chuťové podněty.** Tvorbou sekrečních imunoglobulinů a látek nespecifické imunity (lyzozym, mucin aj.) **přispívá k obranné funkci organismu.**

Velké slinné žlázy produkují zhruba 1-1,5 l slin za den. Příušní žláza má vyšší koncentraci elektrolytů a celkového proteinu než ostatní, pH je shodné mezi 6,8-7,2. **Slinná sekrece je ovlivňována** přes receptory chuti, čichu, žvýkání, bolesti a psychická centra. Sekreci stupňují přímá a nepřímá sympatomimetika a parasympatomimetika (pilokarpin, histamin), tlumí ji parasympatolytika (atropin), ganglioplegika, psychofarmaka a antihypertenziva, dehydratace a psychický stres.

1.4.3 Patologie slinných žláz

Sialorea představuje patologicky vystupňovanou sekreci. **Ptyalismus** označuje stagnaci slin v dutině ústní v důsledku vážnutí polykacího aktu, např. při obrnách, odynofagii, mechanické obstrukci apod. Často se oba jevy sdružují a hovoříme o **hypersalivaci**. V patologii slinných žláz hrají významnou roli adenitidy, lithiázy, sialózy, lymfoepiteliální léze a sialomy. Vývojové anomálie postihují parenchym nebo vývody, časté jsou aberantní žlázy. **Mukoviscidóza** je autozomálně recesivní onemocnění (cystická fibróza), při němž se mění kvalita i kvantita tvořené sliny. **Psychovegetativní vlivy** vedou jednou k vyprahnutí úst, jindy naopak k "vypěnění slin".

1.5 Jícen



Obr.16. Vztahy tracheobronchiálního stromu, jícnu a velkých cév v mezihrudí. Údaje udávají vzdálenost v jícnu od horních řezáků a jsou užívány při ezofagoskopii.

1.5.1 Anatomie jícnu

Oesophagus je u dospělého člověka dlouhý 23-26 cm, začíná pod chrupavkou prstěncovou ve výši C 6 jako pokračování hltanu pod Killianovým svěračem a končí po průchodu hiátem bránice v pars cardiaca žaludku. U dospělých je ústí jícnu vzdáleno od horních řezáků 15 až 17 cm, kardie 36 až 41 cm. Údaje jsou důležité pro transorální endoskopii (obr. 16).

Trubicovitý orgán, určený k posunu stravy, je vybaven **svalovinou**, která je zevně podélná a navnitř cirkulární nebo šroubovitě vinutá. V horní třetině je svalovina příčně pruhovaná, v dolní

třetině hladká a ve střední třetině se obě mísí.

Navnitř od svaloviny je **podslizniční vrstva**, tvořená řídkým pojivem, které umožňuje dobrou posunlivost sliznice proti svalovině. V podslizniční jsou uloženy

smíšené slinné žlázy. **Sliznice** je kryta dlaždicovým vrstevnatým nerohovějícím epitelem.

Jícen má **tři fyziologická zúžení**, která mají důležitou úlohu v patologii cizích těles, poleptání, tvorbě výchlípek aj. Horní ústí jícnu je uzavřeno krikofaryngeálním svěračem (Killianovým, je na dně hypofaryngu, viz 1.3.1). Střední zúžení je podmíněno křížením jícnu s aortálním obloukem a levým hlavním bronchem. Dolní uzávěr je podmíněn průchodem jícnu bráničním hiátem a žaludeční kardií. **Cévní zásoben**í je segmentální z bezprostředního okolí, což znemožňuje např. větší chirurgický posun jícnu bez ohrožení jeho vitality. **Inervace** pochází z n. IX. a zejména X. a dále z krčního a hrudního sympatiku.

1.5.2 Fyziologie polykacího aktu

Polykací akt má **fázi volní**, při níž je sousto, po základním zpracování v dutině ústní, posunuto do hltanové branky. Zde dochází k podráždění receptorů nn. V., IX. a X., a tím je zahájena **reflexní fáze** deglutinace. Eferentní odpověď jde cestou n. IX., X. a XII. Při pasáži hltanem dochází k elevaci měkkého patra a k uzávěru nosohltanu. Následuje vzestup hrtanu společně s jazylkou a jeho uzávěr příklopkou, vestibulárními řasami a hlasivkami. Současně je sousto tonizací hltanového svěrače posouváno peristaltickou vlnou k hornímu uzávěru jícnu, který ztrácí svůj klidový tonus. Orofaryngeální fáze trvá asi 0,5 sekundy. Kontrakce hltanového svěrače je tak mohutná, že se tuhá sousta vpravují zpravidla do střední části a tekutiny vstříknutím do dolní části jícnu, takže pasáž jícnem je velmi rychlá. Jícen má vlastní aktivní peristaltiku a dále pasivní motilitu podmíněnou dýcháním a činností srdce.

1.5.3 Patologie jícnu

Patologie jícnu je pestrá. Nejčastější je postižení kinetiky, která může být narušena mechanicky zúženinami, divertikly, obrnami a spazmy. Obranným reflexem je **dávení a zvracení**, jícen se podílí na regurgitaci a ruminaci. Je častým místem cizích těles a poleptání, které může vznikat i endogenně refluxem žaludeční šťávy. Vzácněji trpí na mikrobiální záněty, standardně ve vyšším stadiu AIDS plísňovými. V pozdějším věku častěji nalézáme primární nádory nebo útlaky jícnu nádory v mediastinu. Jícnové varixy jsou následkem portální hypertenze.

1.6 Hrtan

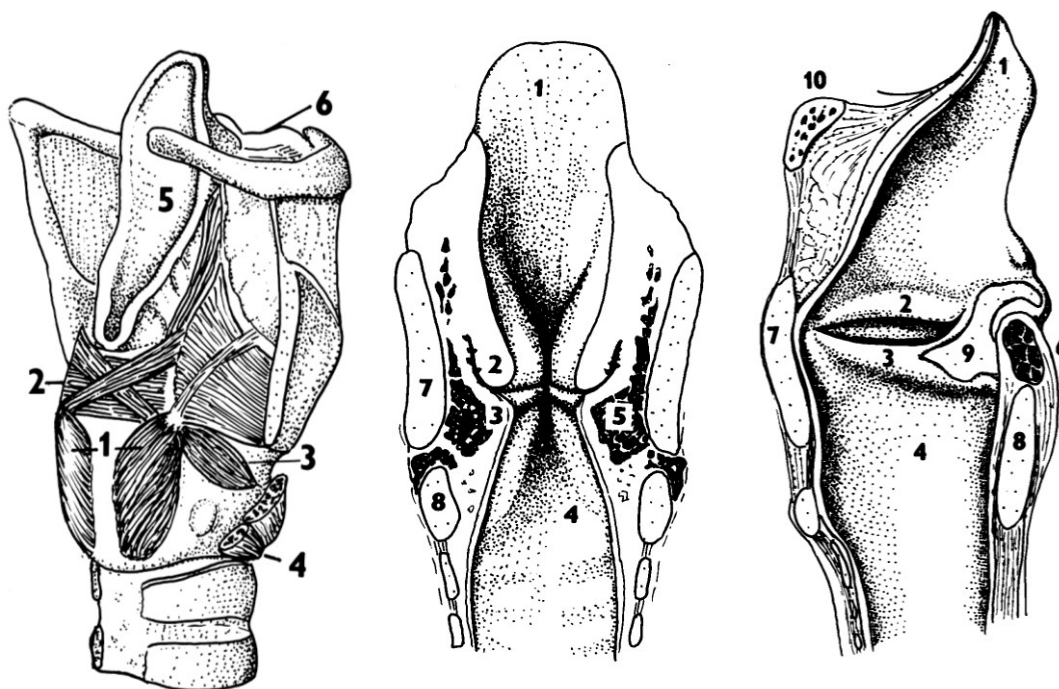
1.6.1 Anatomie hrtanu

Larynx je složité ústrojí sloužící dýchání, uzávěru průdušnice a tvorbě hlasu. **Embryologicky, anatomicky a funkčně je součástí dolních cest dýchacích.** Sestává z chrupavčité kostry, spojené klouby, svaly a vazy. Hrtan je uložen ve střední části krku před hypofaryngem. V klidu je v dospělosti mezi horním okrajem C 3 a dolním okrajem C 6. **Novorozenecký hrtan je podstatně výše, stařecký níže.** Závěs na jazylce a volné spojení hrtanu s okolím pomocí prelaryngeální svaloviny a

dolního svěrače hltanu umožňuje všestrannou pohyblivost ústrojí při polykání, fonaci a pohybech krku.

Kostra hrtanu je tvořena 9 chrupavkami, z nichž tři jsou velké nepárové a tři menší párové. Základ tvoří **prstencová chrupavka**, na níž je postavena **chrupavka štítná** a do ní je vpředu vsazena **chrupavka příklopky**. Chrupavka štítná vytváří u mužů zevně patrný ohryzek. U žen je zejména palpačně při záklonu zřejmější oblouk prstencové chrupavky. Oba tyto body jsou důležité pro vyhledání krikotyroidního vazů (lig. conicum), místa koniotomie. Z párových chrupavek jsou funkčně významné **chrupavky arytenoidní**. Výběžky této chrupavky slouží k úponu svěračů, rozvěračů a napínačů hlasivek i samotného **ligamentum vocale** (obr. 17).

Obr. 17. Fonační svalovina. Dorzální část křídla chrupavky štítné je resekována.
 1 – *m. criarytenoideus*, 2 – *m. arytenoideus*, 3 – *m. cricoarytenoideus dorsalis*, 4 – *m. cricothyreoideus lat.*, 5 – *epiglottis*, 6 – *jazyk*



17

18

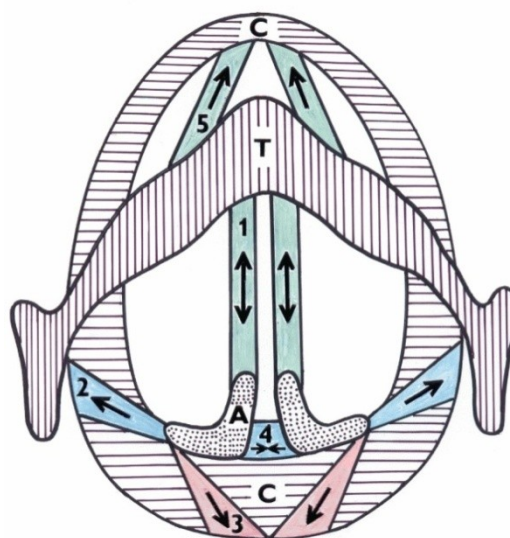
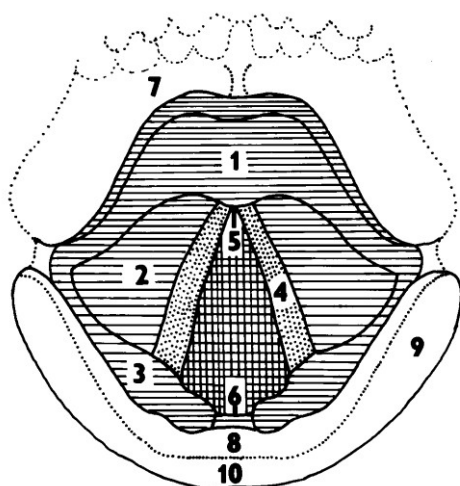
19

Obr. 18. a 19. Frontální a sagitální řez hrtanem: 1 - epiglottis, 2 - plica vestibularis, 3 - plica et ligamentum vocale, 4 - subglottis. 5 - m. vocalis, 6 - zadní komisura, 7 - cartilago thyreoidea, 8 - cartilago cricoidea, 9 - recessus piriformis, 10 - zadní stěna hypofaryngu.

Nitro hrtanu má na frontálním řezu tvar přesýpacích hodin. Rovinu úrovně hlasivek tvoří **glottis**, prostor nad hlasivkami **supraglottis** a pod nimi **infraglottis** (obr. 18, 19).

Glottis, štěrbina hlasová, je ohraničena párem **hlasivek** (hlasových řas), které mají v předních dvou třetinách ligamentózní, v zadní třetině chrupavčitý podklad. Vpředu se sblíží hlasivky v přední komisuru, vzadu je prostornější komisura zadní (obr.

20). **Supraglottis** je ohraničena hrtanovým vchodem, jehož zevní obvod tvoří epiglottis a aryepiglotické řasy. Tato oblast je při polykání značně namáhána pohybem a tlakem. Je proto v podslizniční vybavena posunlivým řídkým pojivem, které však snadno podléhá otokům a zánětlivé infiltraci, např. u supraglottických stenózujících laryngitid. Nad hlasivkami jsou souměrné vestibulární řasy, které překrývají slizniční vchlípení, **hrtanové ventrikuly**. Obsahují velké množství



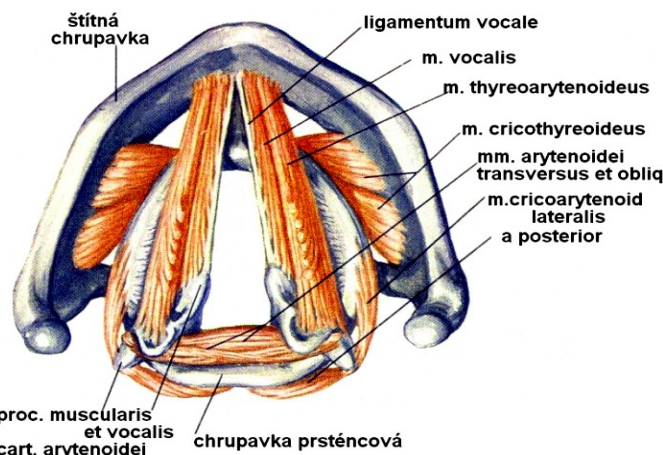
slinných žlázek a lymfatických folikulů, stejně jako sliznice na petiolu příklopky a úbočích vchodu do hrtanu. Tvoří tři **hrtanové tonzily**, jejichž funkce je shodná s funkcí lymfatického hltanového okruhu.

Obr. 20. Anatomické struktury hltanu a hrtanu při pohledu shora. Bíle hltan, šrafovaně supraglottis, tečkovaně glottis, mřížkovane infraglottis.

- 1 – epiglottis
- 2 – plica vestibularis
- 3 – plica aryepiglottica
- 4 – hlasivka
- 5 – přední komisura
- 6 – zadní komisura
- 7 – valeculae epiglotticae
- 8 – postkrikoidní krajina
- 9 – recessus piriformis
- 10 – zadní stěna hypofaryngu

Obr. 21. Schéma činnosti hrtanových svalů.

- C – cartilago cricoidea
- T – cartilago thyroidea
- A – cartilago arytenoidea
- 1 – m. vocali,
- 2 – m. cricoarytenoideus lateralis
- 3 – m. cricoarytenoideus posteriori
- 4 – m. arytenoideus
- 5 – m. cricothyroideus
- - osa otáčení arytenoidní chrupavky



(Převzato Craig)

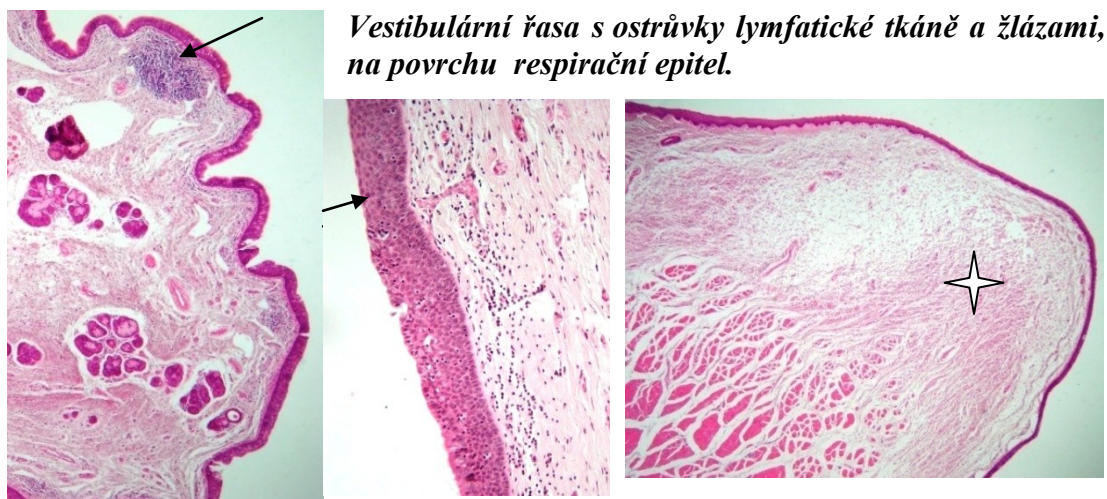
Infraglottis (klinicky též subglottis) je zevně ohraničena **conus elasticus**, což je membrána táhnoucí se od hlasivek k chrupavce prstěncové. Volnost pohybů je umožněna řídkým podslizničním pojivem, ve kterém se však snadno šíří infekce u infraglotických stenózujících laryngitid.

Svalový aparát hrtanu tvoří vnější a vnitřní svalovina. Zevní hrtanová svalovina má větší význam při polykání než při fonaci, vnitřní naopak (obr. 21). Hlasovou šterbinu rozšiřuje m. cricoarytenoideus posterior (posticus), uzavírají ji m. cricoarytenoideus lateralis a m. arytenoideus. Napětí hlasivky určuje jako jemný ladič tvořených tónů m. vocalis, ležící laterálně od hlasivky, a zevní napínač, hrubý ladič, m. cricothyroideus.

Cévní zásobení je z povodí a. carotis ext. cestou a. thyroidea sup. a stejnojmennou žílou se vrací krev do v. jugularis int. **Mízní odtok** ze supraglottis a glottis směřuje do uzlin karotického trigona, z infraglottis též do uzlin tracheálních. Bohatě členěné míznice nad a pod hlasivkami jsou propojeny s druhostrannými, což se projevuje v šíření zánětů a zejména rakoviny hrtanu těchto krajín. Naproti tomu hlasivky jsou míznicemi vybaveny chudě, navíc jejich stranové propojení takřka chybí. Rakovina odtud metastazuje vzácně a homolaterálně.

Inervace hrtanu, senzitivní i motorická, pochází z n. X. Všechny vnitřní hrtanové svaly jsou inervovány z **n. laryngeus recurrens**. Tento nerv se po odstupu z vagu obtáčí vpravo kolem a. subclavia dx., vlevo kolem arcus aortae a vrací se k hrtanu v rýze mezi průdušnicí a jícnem. Zde může být zraněn při strumektomiích. Delší dráha levého rekurentu a bohatší patologie periaortální a hilové krajiny podmiňují jeho podstatně častější léze. Senzitivní inervace je po hranu hlasivky zajišťována z n. laryngeus cranialis (motoricky inervuje jen zevní napínač m. cricothyroideus), od hrany nížeji z n. laryngeus recurrens.

Histologie. Vchod do hrtanu a hlasivky jsou pokryté dlaždicovým vrstevnatým nerohovějícím epitelem. Ostatní části jsou pokryty respiračním epitelem, jehož řasinky kmitají do hrtanového vchodu. Hranice mezi oběma epitely není ostrá, ale je tvořena vzájemnými ostrůvkovými průniky. Udává se, že především z ostrůvků dlaždicového epitelu vychází rakovina hrtanu. Sekret z dolních cest dýchacích překonává glotickou krajínu kašlem, vzácněji kýchním a řasinkovým odsunem přes zadní komisuru.



Vestibulární řasa s ostrůvky lymfatické tkáně a žlázami, na povrchu respirační epitel.

Uprostřed přechod dlaždicového epitelu v respirační na hrtanové straně epiglottis. Vpravo příčný řez hlasivkou: na povrchu dlaždicový nerohovějící epitel, navnitř ligamentum vocale a m. vocalis.

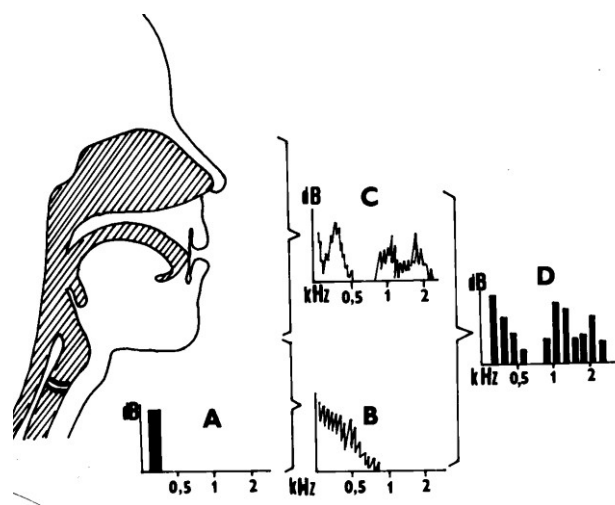
1.6.2 Funkce hrtanu

Původní funkcí hrtanu byl uzávěr dolních cest dýchacích při polykání. V souvislosti s tím se vyvinul kašel, sloužící k čištění tracheobronchiálního stromu. Oba reflexní děje jsou ovládnuty senzitivně i motoricky n. X. a nervy výdechové svaloviny.

Při volném dýchání jsou hlasivky v abdukčním postavení a vytvářejí spolu se zadní komisurou trojhran, kterým proudí vzduch. Tento trojhran má u mužů plochu asi 1,4 cm² a u žen 0,8 cm². Tyto rozměry limitují ventilační kapacitu, která může dosáhnout u mužů až 170 l/min. Podstatně menší ventilační kapacita u žen je mj. dávana do souvislosti s nižší vytrvalostní fyzickou výkonností.

Mladší funkcí hrtanu je **tvorba hlasu**. Na ní se podílí též dechové ústrojí a rezonanční prostory (obr. 22). Tvorba hlasu je založena na principu dvou protilehlých, pasivně kmitajících jazýčků - hlasivek. **Sevřená glottis je úměrně svému odporu periodicky rozrážena tlakem vzduchu pod hlasivkami**. Jakmile dojde k poklesu tlaku pod otevírací hodnotu, proud vzduchu je přerušen. Tento děj se

opakuje u základního hlasivkového tónu u mužů asi ve frekvenci 125 Hz a u žen asi 250 Hz.

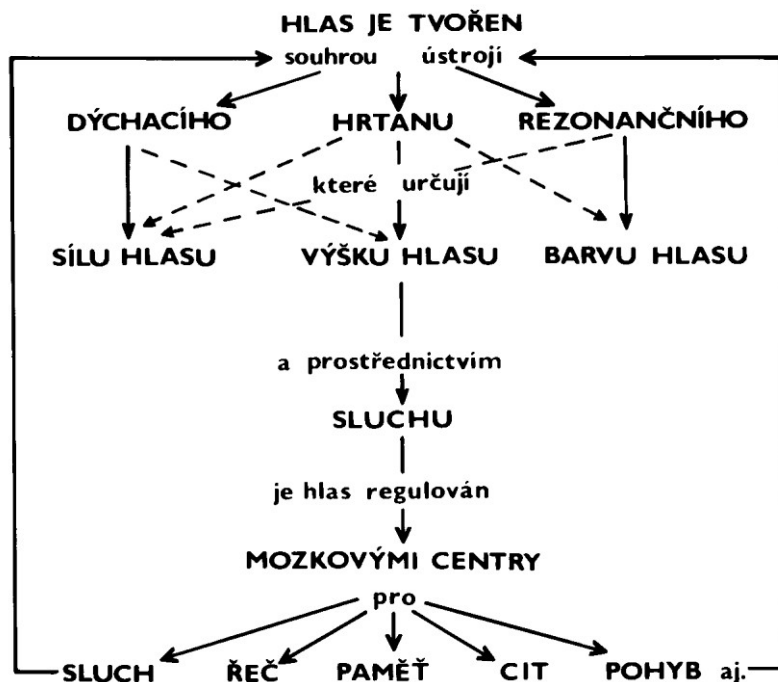


Obr. 22. Lidský hlas a jeho skladba.

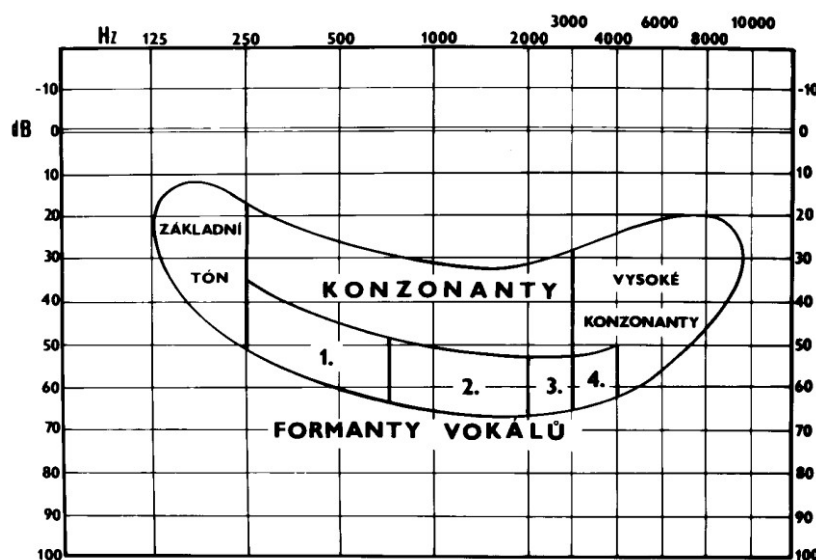
- A – základní hlasivkový tón*
- B – základní hrtanový tón*
- C – rezonance nástavných trubic*
- D – výsledný hlas s formanty a harmonií*

Tón nazvučuje vzdušné prostory dýchacích cest, hltanu a dutiny

ústní, částečně též nosu a dutin. V rezonančních prostorách je hlas dynamicky formován tvarováním epiglottis, hltanu, jazyka, měkkého patra a tváří a obohacen o svrchní tóny, čímž vzniká individuálně charakteristická **barva hlasu**. Frekvence kmitů, tj. **výška hlasu**, je určována délkou, napětím, hmotou a postavením hlasivek a tlakem výdechového vzduchu (obr. 23).



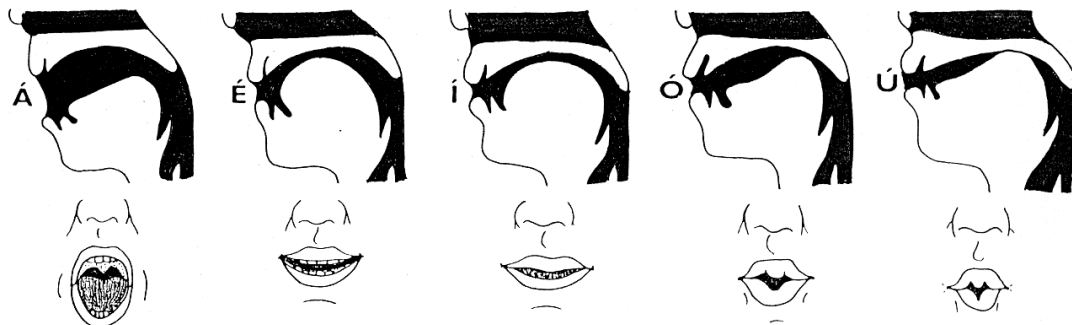
Obr. 23.
Tvorba a řízení hlasu



Obr. 24.
Frekvenční a intenzitní rozsah samohlásek a souhlásek

Rozsah hlasu se vyvíjí od dětství od několika půltónů až po 2 oktávy, u trénovaných osob až do 5 oktáv. Rozpětí se snižuje při mutaci a ve stáří. **Zpěvní hlas** je podle výšky označován u mužů jako bas, baryton, tenor a u žen jako alt, mezzosoprán, soprán. Hlas prsní je zvučný, hlas hrdelní, falzet, je vyšší a jemný. Mluvený hlas má intenzitu v rozmezí 50-70 dB a pohybuje se v dolní třetině hlasového rozsahu, kdy je tvořen s nejmenším úsilím.

Vokály (samohlásky) mají povahu tónu a jsou tvořeny hlasem do určitým způsobem natvarovaných otevřených prostor mluvidel (obr. 25), naopak **konzonanty** (souhlásky) se tvoří šumem, vznikajícím třením výdechového vzduchu v úžinách nebo uzávěrech určitých etáží mluvidel (kořen jazyka a patro, špička jazyka a patro, horní a dolní ret aj.).



Obr. 25. Nastavení mluvidel při tvorbě vokálů.

Síla hlasu je dána velikostí rozkmitu hlasivek a ten je určován mohutností výdechového proudu vzduchu. Při tichém hlasu dosahují infraglotické tlaky 0,5 kPa, při hlasité řeči 1,5 kPa, při forte až 6 kPa. Přitom rychlost toku vzduchu se zvyšuje ze 3-5 m/s při volném dýchání na 30-40 m/s při křiku. Šepot má intenzitu asi 30 dB, hlasitá řeč 60 dB, křik 85 dB. Z uvedených údajů plynou možnosti hrtanové a hlasové patologie z přetížení nebo nesprávné tvorby hlasu.

Hlas stojí pod kontrolou pontomezencefalických center, která dostávají množství informací z mechanoreceptorů svaloviny, kloubů, šlach a submukózy respiračního, fonačního a artikulačního ústrojí, ze sluchového analyzátoru a paměťových a emočních center.

1.6.3 Patologie hrtanu

Porucha uzavěrové funkce hrtanu s následnými aspiracemi přichází při bulbárních nebo pseudobulbárních obrnách, po supraglotických laryngektomiích, v opilosti a v bezvědomí. Křeč glotidy, laryngospasmus, je nejčastěji vagovagálním reflexem, např. při stenózujících zánětech hrtanu. Přichází však též při nepřiměřených podnětech v oblasti olfactoriu, trigeminu a při celotělových chladových podnětech (skok do ledové vody), v záchvatu hysterie aj.

Porucha toku vzduchu hrtanem se projevuje inspirační dušností. Pokud není kombinována s kardiopulmonální nedostatečností, anemií nebo se zvýšenými nároky na kyslík, jako např. při horečce a neklidu, projeví se stenóza hrtanu dušností u dospělého zpravidla při zúžení průsvitu asi o 2/3 a u kojenců již o 1/4. Plicní ventilace, která v klidu činí asi 7 l/min, je omezována nejen vlastním zúžením, ale také změnou laminárního proudění vzduchu v turbulentní. Klinický stav je ovlivňován též rychlostí vzniku stenózy a možnostmi nástupu kompenzačních mechanismů.

V patofyziologii hrtanové dušnosti se uplatňuje v důsledku hypoventilace především retence CO₂ v arteriální krvi, hyperkapnie. Ta má v počáteční fázi příznivý podněcující vliv na dechové centrum a dochází k prohloubení dechu. Hyperkapnie omezuje syčení arteriální krve kyslíkem s projevy **anoxémie**. Nejdříve vzniká vlivem retence CO₂ respirační **acidémie**, sledovaná v důsledku anaerobní glykolýzy metabolickou acidémií. Vzniká obraz **asfyxie**, nikoliv anoxie. Zvyšující se retence CO₂ narkotizuje dýchací centra, dech se stává mělkým, nepravidelným a ustává.

V patologii hlasových poruch stojí v popředí především neuropatické obrny hlasivek, častěji podmíněné periferní než centrální lézí n. X., dále **strukturální poruchy hlasivek**, podmíněné záněty a nádory a konečně poruchy **funkční** v podobě dyskinezií.

Nejvýznamnějším obranným reflexem dolních cest dýchacích je **kašel**. Lze jej navodit i drážděním pleury a extratorakálně vagových zakončení, např. v dutině břišní nebo zevním zvukovodu. V dýchacích cestách je kašel známkou přetížení čistící funkce řasinkového epitelu s retencí sekretu, nebo jeho dysfunkce, aspirace cizího tělesa, zánětlivé, nádorové nebo úrazové iritace. Kašel může být neproduktivní, suchý a dráždivý, nebo naopak produktivní, vlhký. Sputum posuzujeme jako jiný patologický sekret. Psychogenní kašel je tik, který ve spánku ustává. Kašel doprovází někdy dávení až zvracení, ruší spánek, vyvolává plicní emfyzém, někdy může vzniknout spontánní pneumotorax i zlomení žebere. Tusigenní synkopa s krátkodobou ztrátou vědomí z hypoxie mozku vzniká při usilovném kašli: zvýšený nitrohruční tlak omezuje nitrožilní tok k srdci a minutový objem a současně se zvyšuje intrakraniálně tlak a omezuje krevní oběh. Ze subglottis lze vyvolat pokašlávání („chrchlání“) a kýchání, děje se prudkým výdechem do otevřené glottis.

1.7. Průdušnice a průdušky

Vztah oboru otorinolaryngologie k průdušnici a průduškám je dán anatomickou a fyziologickou jednotou s hrtanem. Řada patologických stavů je pro tento systém společných nebo se v nich sestupem nebo vzestupem postupně rozvíjí. Vztahy jsou dány i historií tracheobronchoskopie, kterou koncem XIX. století zavedli, rozvíjeli a nadále používají pro diagnostiku a léčbu otorinolaryngologové.

1.7.1. Anatomie tracheobronchiálního stromu

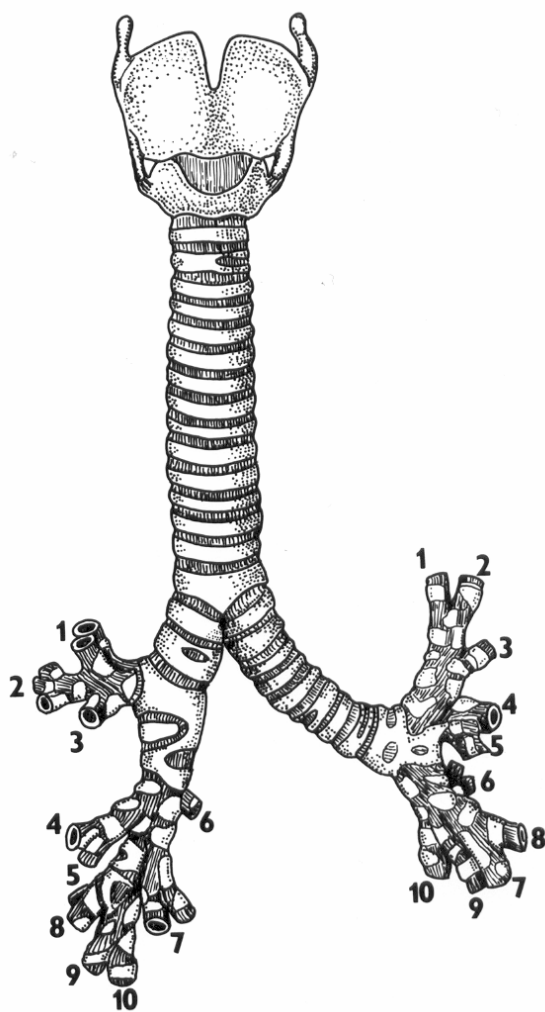
Trachea je u dospělého 10-13 cm dlouhá a má šíři průsvitu 13-20 mm. Je zavěšena na chrupavce prstencové a společně s hrtanem vykonává souhyby při pohybech krkem a při polykání. Průsvit průdušnice je udržován podkovovitými chrupavkami. Ty jsou dorzálně doplněny poddajnou membránou, která obsahuje hladkou svalovinu a sousedí s jícnem. Ve výši Th 6 leží bifurkace. Z ní odstupuje pravý bronchus s větším průměrem a s menším odklonem od osy průdušnice než bronchus levý. To vysvětluje převahu cizích těles vpravo. **Bronchiální strom** je tvořen vpravo horní, střední a dolní lobární průduškou, vlevo jen horní a dolní. Ty se dále dělí na segmentální a subsegmentální bronchy, které je schopna studovat soudobá

bronchoskopie. Průsvit bronchů je udržován rovněž chrupavkami, které se distálně mění v obručovitě, bronchioly nemají skelet, ale jen spirálně vinutou hladkou svalovinu (obr.26).

Cévní zásobení a inervace. Arteriální zásobení průdušnice jde cestou a. thyroidea inf., průdušek cestou aa. bronchiales, které odstupují z aorty. Početné jsou anastomózy s aa. pulmonales. Lymfatické cévy z krční části průdušnice mají spojení

do krčního regionu, ale též shodně s hrudní částí průdušnice do uzlin tracheálních a hilových. Inervace pochází z n. X. a truncus sympathicus.

Tracheobronchiální strom je vystlán sliznicí s **respiračním epitelem** s řasinkami a množstvím pohárkových buněk, obsahuje smíšené sekreční žlázy a roztroušené lymfatické folikuly.



Obr. 26. Hrtan a tracheobronchiální strom (klinické číslování).

Dělení pravého bronchu:

1 – 3 segmentální bronchy pro horní lalok

4 – 5 pro střední lalok

6 – 10 pro dolní lalok-

Dělení levého bronchu:

1 – 5 segmentální bronchy pro horní lalok (včetně linguly)

6 – 10 pro dolní lalok.

1.7.2. Funkce tracheobronchiálního stromu

Tracheobronchiální větvení zajišťuje tok vzduchu do plic. **Podílí se na klimatické úpravě vzduchu, jeho doohřátí na 37 °C a dovlhčení na 100 %.** Při dýchání ústy tyto hodnoty klesají a jsou jedním z podkladů vzniku nemocí dolních cest dýchacích. Při vdechu se v dutině hrudní prohlubuje negativní tlak, který přispívá k rozšiřování průsvitu dýchacích cest a cévního řečiště, při výdechu je tomu naopak.

1.7.3 Patologie tracheobronchiálního stromu

Průsvit dolních cest dýchacích je ohrožován nejčastěji spazmem hladké svaloviny, retencí sekretu, cizími tělesy a útlakem nádory. Obstrukce se projevuje s výjimkou

krčního úseku průdušnice **expirační dušností** s chropy, vrzoty a pískoty a se zapojením pomocné dýchací svaloviny při výdechu. V téže době se vyklenují poddajné části hrudní stěny v důsledku vzrůstu nitrohruďního tlaku. Za obstrukcí postupně vzniká **emfyzém plicního parenchymu**. Při **ventilovém uzávěru** jednoho z hlavních bronchů, např. cizím tělesem, vzniká emfyzém plicního křídla s přetlačením mediastina. To omezuje rozvíjení druhé plíce a zhoršuje návratnost krve do srdce. Úplný uzávěr bronchu má za následek vznik **atelektázy**.

1.8 Ucho

1.8.1 Anatomie ucha

Sluchový a rovnovážný analyzátor se skládá z části periferní a centrální. **Periferní část** je tvořena zevním, středním a vnitřním uchem a rovnovážným a sluchovým nervem. Většina těchto struktur je zaujata do spánkové kosti. **Centrální část** je tvořena sluchovou a rovnovážnou dráhou a příslušnými centry. Tomuto dělení odpovídá i dělení funkční.

1.8.1.1 Zevní ucho

Zevní ucho je tvořeno boltcem a zvukovodem. Podkladem boltce, s výjimkou ušního lalůčku, je elastická chrupavka povleklá jemnou kůží. **Boltec** má svůj charakteristický reliéf, velikost a úhel úponu do 40°, jejichž odchylky dávají podklad pro časté malformace. **Zvukovod** je esovitě zahnutá trubice oválného průřezu, dlouhá asi 22 mm, tvořená v laterální části chrupavkou, v mediální části kostí. **V chrupavčité části** zvukovodu jsou chloupky a žlázy, z nichž **ceruminózní žlázy** jsou modifikovanými žlázkami potními. Ty produkují voskovitý hnědý ušní maz. Kožní adnexa jsou podkladem furunkulů. **Kostěná část** je vystlána prakticky jen epidermis. Přední stěna má vztah k příušní žláze a kloubu čelisti.

1.8.1.2 Střední ucho (též 11.1.5)

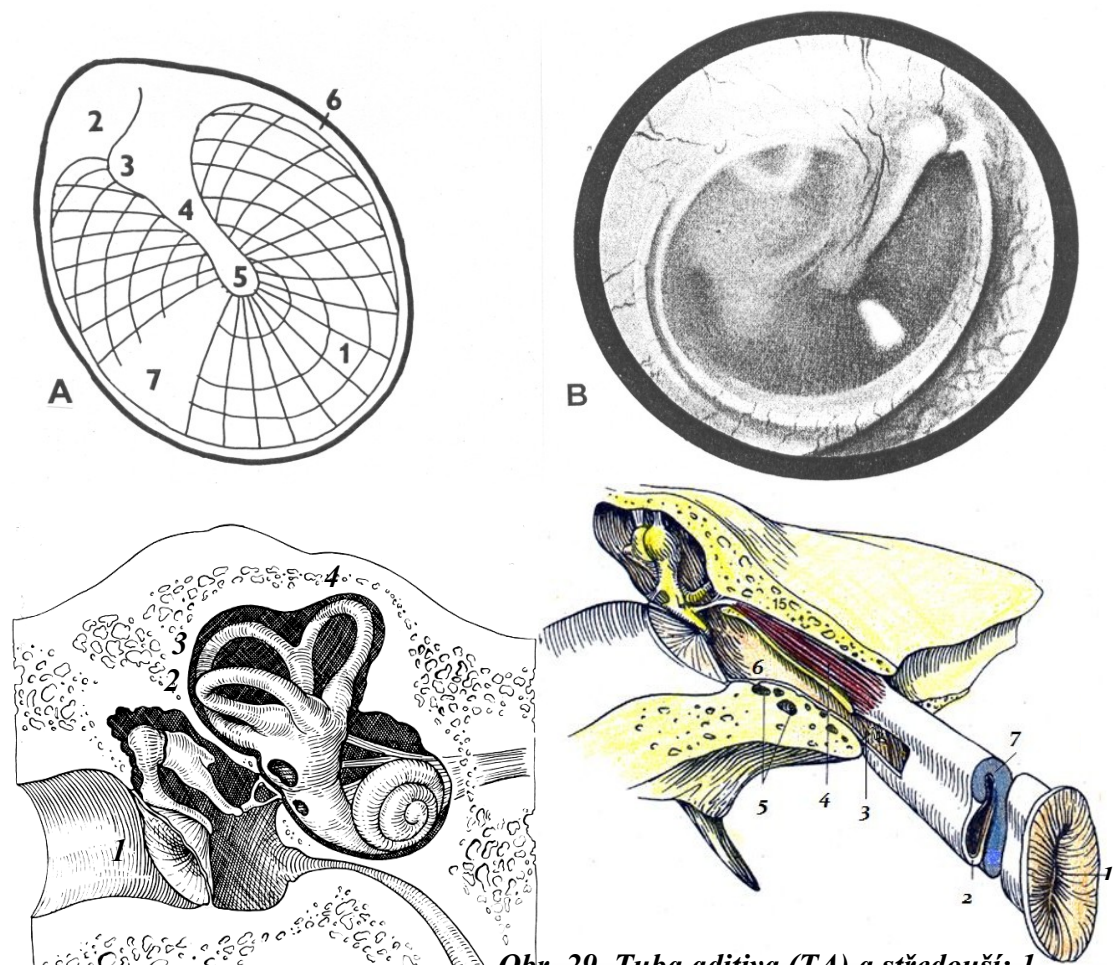
Bubínek je oválnou blánou, předělující zevní a střední ucho. Protože přední a dolní stěna zvukovodu jsou delší než zadní a horní, je **bubínek k ose zvukovodu postaven šikmo**. U kojenců je zvukovod značně úzký, ale bubínek má takřka konečnou velikost. Proto je postavení bubínku ve zvukovodu ještě šikmější. Plocha bubínku je 55 mm². Blána je kónicky vtažena dovnitř a je tvořena pars tensa a pars flaccida. **Pars tensa** má tři vrstvy: zevní epidermální, střední vazivovou a vnitřní epiteliální a je po svém obvodu lemována **anulus fibrocartilagineus** (obr. 27). Při okraji horní části bubínku je trojúhelníkovitá ploška v rozsahu asi 5 mm², které prakticky chybí vazivová vrstva i anulus a nazývá se **pars flaccida**, klinicky membrana Shrapnelli.

Tyto odlišnosti dvou částí bubínku odrážejí i rozdílnou patologii, zejména vleklých středoušních zánětů. **Vazivová vrstva bubínku** má vlákna zevně uspořádaná radiálně a navnitř cirkulárně. Do vaziva je v dlouhé ose bubínku zakotvena **rukojeť kladívka** s krátkým výběžkem, které na bubínku rýsují **stria a prominentia**

mallearis. Horizontalizace manubria nastává při vpáčení bubínku, vertikalizace při jeho vyklenutí.

Dutina středoušní (bubínková), cavum tympani, je hlavní částí středního ucha (obr. 28, 29). Je tvořena vzdušnou štěrbinou navnitř od bubínku a zevně od promontoria. Od střední jámy lební kranialně a od fossa jugularis kaudálně je oddělena kostní laminou. Klinicky se dutina bubínková dělí na **mezotympanum**, **epitympanum** a

Obr. 27. Schéma levého bubínku (A) a normální nález pravého bubínku. 1 – pars tensa, 2 – pars flaccida, 3 – prominentia mallearis, 4 – stria mallearis, 5 umbo, 6 – anulus fibrocartilagineus, 7 – reflex.



Obr. 28. Střední a vnitřní ucho: 1 – zvukovod, bubínek a kůstky, 2,3,4 – canalis semicircularis lat., post., ant.

Obr. 29. Tuba aditiva (TA) a středouší: 1 – ostium pharyngeum TA, 2 – lamina membranacea TA, 3 – istmus TA, 4 – m. tensor tympani, 5- sklípky, 6 – ostium tympanicum TA, 7 - cartilago TA, lamina med. et lat.

hypotympanum. Do mezotympana se vpředu otevírá ústí sluchové trubice, epitympanum pokračuje dozadu do antra bradavkového výběžku. Odtud se odvíjí pneumatizace bradavkového výběžku, zatímco pneumatizace zygomatického výběžku, šupiny kosti spánkové a částečně kosti skalní se odvíjí též z vlastní dutiny bubínkové. Tři sluchové kůstky, kladívko, kovadlinka a třmínek, tvoří řetěz spojený klouby a zavěšený jemnými vazy ke stěnám dutiny nadbubínkové. Hlavička

kladívka a tělo kovadlinky jsou uloženy v epitympanu, ostatní části řetězu jsou v mezotympanu. Třmínek je svojí ploténkou spojen s okrajem **oválného okénka** (fenestra vestibuli) syndesmózou. Okénko představuje vstup do vnitřního ucha. Výstup z hlemýždě je skryt kaudálněji v jamce **okrouhlého okénka** (fenestra cochleae), uzavřeného jemnou blankou. Ve středouší jsou dva svaly, jejichž úkolem je regulovat napětí soustavy bubínku a sluchových kůstek. Jsou to **m. tensor tympani**, upínající se na rukojeť kladívka, a **m. stapedius**, upínající se na krček třmínku.

Dutina bubínková a sklípkový systém jsou vyplněny vzduchem, který sem po narození proniká sluchovou trubicí. Pneumatizace má téměř definitivní rozsah kolem 6. roku věku. Poruchy ventilace a záněty významně zmenšují rozsah pneumatizace a jemnost mezisklípkových přepážek (útlum pneumatizace).

Sluchová trubice, tuba auditiva (Eustachi), je dlouhá asi 40 mm, má štěrbinovitý průřez a skládá se z laterální kostěné části a mediální části chrupavčité vazivové. Ta ústí do boční stěny nosohltanu. Kostěná část sousedí s karotickým kanálem.

Cévní zásobení středouší přichází z konečných větví a. carotis ext. a vrací se do v. jugularis int. Bradavčitý výčnělek má úzké vztahy k **sinus sigmoideus**, který vytváří žlábek v zadní jámě lební na hranici týlní a spánkové kosti. Úzké vztahy jsou i k bulbus sup. v. jugularis int.



Senzitivní inervace plyne ze vztahu středouší k 1. a 2. žabernímu oblouku. Je zajištěna n. V., VII., IX. a X., které současně inervují cesty dýchací a polykací a vysvětlují spojitost algické symptomatologie zmíněných krajin. Zvukovod a část boltce dostává vlákna též z plexus cervicalis. **Motoricky** je m. tensor tympani inervován z n. V. a **m. stapedius z n. VII.**, což při lézích lícního nervu umožňuje přispět k topodiagnostice vyšetřením stapediálních reflexů.

Průřez boční polokruhovitou chodbičkou v ampulární části, zachycena crista statica. Pod ní cystická degenerace sliznice a průřez n.7. Novotvorba kostí apozicí na pouzdru labyrintu a metaplastická ve sliznici (experiment, morče.)

Lícni nerv vstupuje vnitřním zvukovodem a kanálkem prochází spánkovou kostí. Na rozhraní bubínkové a nadbubínkové dutiny vytváří kanálek na vnitřní stěně val, poté se stáčí kaudálně a probíhá za zvukovodem a vystupuje mediálně od výčnělku pod lební bází. Významná je **chorda tympani**, která odstupuje z mastoideálního úseku n. VII. a prochází volně dutinou bubínkovou vpřed. Vede parasympatická vlákna pro podčelistní a podjazykovou žlázu a dostředivá chuťová vlákna z předních dvou třetin jazyka. Přes foramen jugulare vedle v. jugularis int. opouští lebku n. IX., X. a XI.

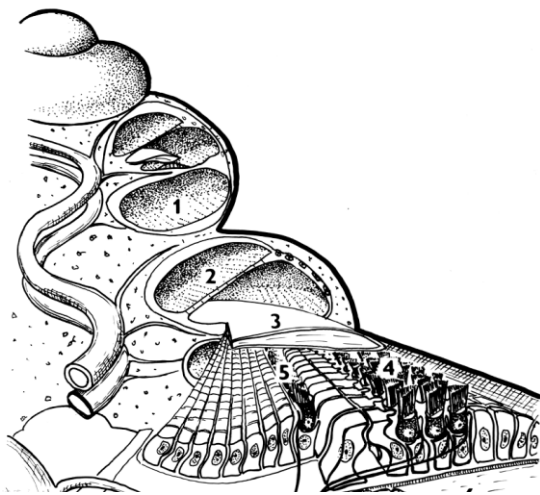
Histologie. Sliznice sluchové trubice je kryta respiračním epitelem s řasinkami a pohárkovými buňkami. V chrupavčité části je v podslizničí uložena tubární tonzila. **Její zbytnění je častou příčinou poruchy ventilace středního ucha zejména v**

dětském věku. Dutina bubínková je vystlána jemným mukoperiostem, na jehož povrchu je jednovrstevný kubický až dlaždicový epitel. Pohárkové buňky a žlázky chybějí. Také lamina propria je jemná a postrádá prakticky reaktivní buňky. To souvisí s tím, že dutina bubínková je za fyziologických podmínek sterilní, na rozdíl od vedlejších dutin nosních. **V průběhu zánětu** však dochází rychle k manifestaci původu epitelu, který se mění v **typický respirační** s pohárkovými buňkami a lamina propria se infiltuje řadou buněk imunitního systému.

1.8.1.3 Vnitřní ucho

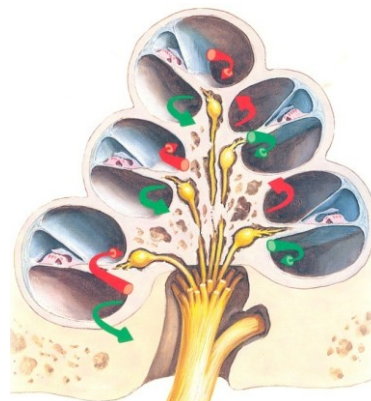
Vnitřní ucho je uloženo v **capsula ossea labyrinthi** kosti skalní (obr. 28). Z vestibula kostěného labyrintu se odvíjejí 3 polokruhové kanálky a hlemýžď. **Blanitý labyrint** je vbudován do kostěného a je tvořen utrikulem, sakulem, třemi ductes semicirculares a ductus cochlearis, který má u člověka 2 a 3/4 závitů. Mezi blanitým labyrintem a kostěným pouzdrum jsou prostory oblévané **perilymfou**, uvnitř blanitého labyrintu je **endolymfa**. Perilymfatický prostor má spojení se subarachnoidálním prostorem (ductus perilymphaticus), kterým dochází snadno k přestupu infekce v obou směrech (otogenní meningitis a meningogenní labyrinthitidy). Endolymfatické tekutiny jsou spojeny kanálkem s váčkem (ductus a saccus endolymphaticus), který je uložen mezi oběma listy dura mater na zadní stěně kosti skalní.

Ductus cochlearis trojúhelníkovitého průřezu je velmi jemnou Reissnerovou membránou oddělen od perilymfatické **scala vestibuli** (obr. 30). Spodinu ductus cochlearis tvoří lamina basilaris, pod kterou je **scala tympani**. Obě etáže se spojují ve vrcholu hlemýždě. **Lamina basilaris** je tvořena napříč uspořádanými vazivovými vlákny, která jsou v bazálním závitě nejkratší a ve vrcholovém závitě nejdelší. Na lamina basilaris leží organum spirale, **Cortiho orgán**, nesoucí smyslové pole, sloužící k přeměně zvukových vln v nervové vzruchy. Sestává ze 3-4 řad zevních **vláskových buněk** (asi 20 000), které jsou zesilovači zvuku pro jednu řadu vnitřní (asi 4 000), která je vlastním receptorem (obr. 31).



Obr. 30. Řez hlemýžděm. 1 – scala tympani, 2 – scala vestibuli, 3 – ductus cochlearis a membrana tectoria, 4 – zevní řady sluchových buněk (zesilovači), 5 – vnitřní řada sluchových buněk, 6 – lamina basilaris.

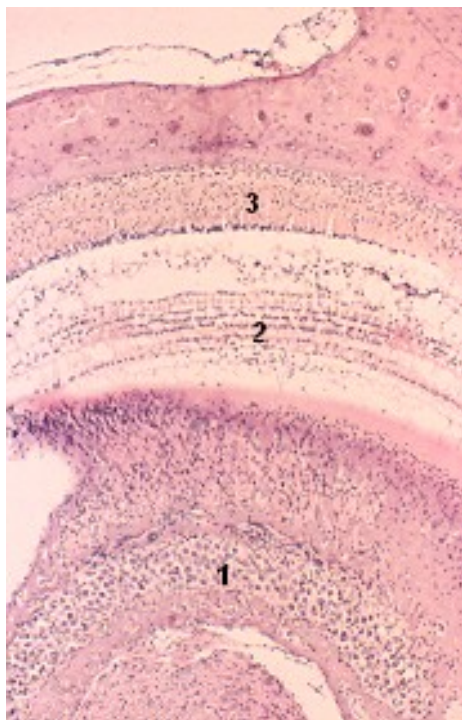
Schéma průběhu zvukové vlny scala vestibuli (červeně) a tympani (zeleně) (Netter).





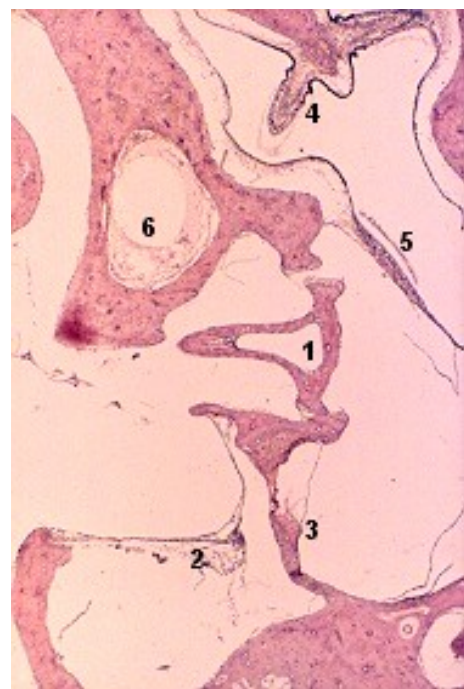
Vlevo: 1 - scala vestibuli, 2 - scala tympani a membrána tympani secundaria v okrouhlém okénku, 3 - Cortiho ústrojí a Reisnerova membrána, 4 - manubrium kladívka a bubínek (experiment, morče).

Dole vpravo: Histologický řez středním a vnitřním uchem morčete. 1 - luxovaný třmínek (artefakt), směrem vpravo vestibulum a 5 - macula statica utriculi s dobře patrnými statoconiemi. Směrem nahoru jsou patrné dvě 4 - cristae staticae. Směrem nahoru doleva je 6 - průřez boční polokruhovitou chodbičkou a n. 7. Směrem od třmínku dolů je ductus cochlearis s lamina basilaris a Cortiho ústrojí v bazálním závitě hlemýždě a 3 - scala vestibuli. Nalevo odtud je 2 - membrana tympani secundaria – prohnutá do scala tympani.



Histologický řez kolmo na modiolus hlemýždě: v centru jsou průřezy nervovými vlákny, za kostěným lemem jsou 1 - buňky ganglion Scarpaie a směrem k okraji jsou patrné 2 - řady sluchových a podpůrných buněk Cortiho ústrojí, dále 3 - stria vascularis a kostěné pouzdro labyrintu.

Vpravo: totální preparát Cortiho ústrojí





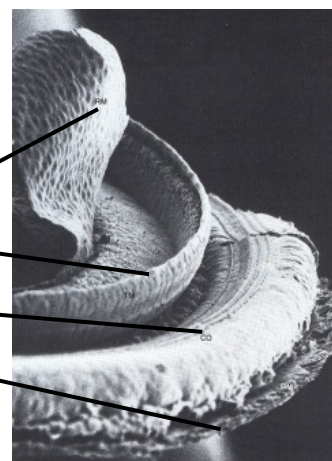
Statokonie

Resissnerova membrána

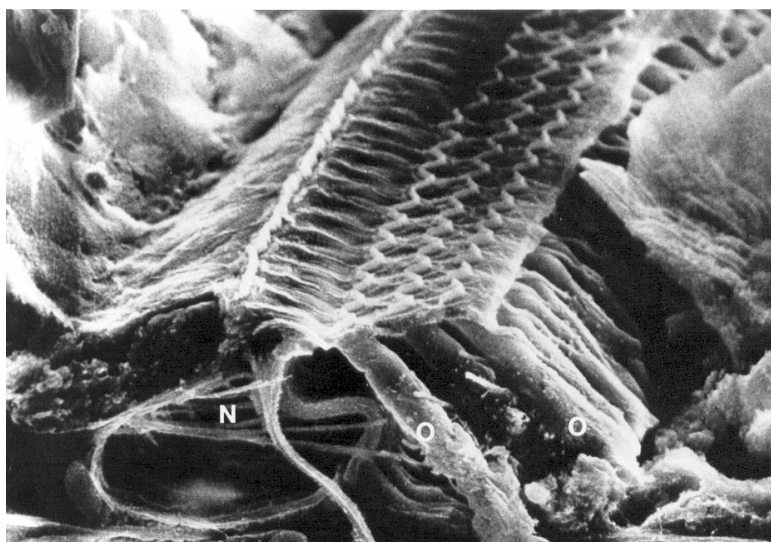
Tektoriální membrána

Cortiho ústrojí

Bazální membrána



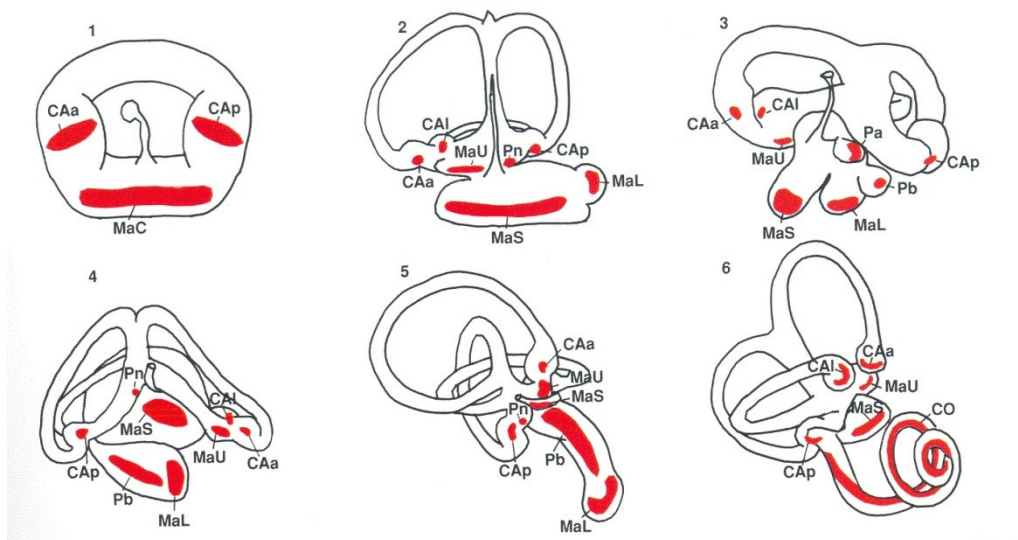
Preparaci jsou vrstvy dislokovány



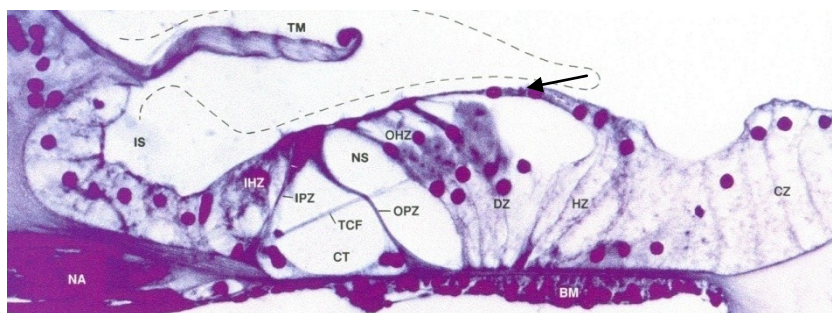
Obr. 31. Pohled na část smyslového pole Cortiho orgánu po odloučení tektoriální membrány v řádkovacím elektronovém mikroskopu. O – opěrné buňky N – vlákna n. VIII. (Podle G. Reiss et al.)

Ty mezi sebou uzavírají další prostory, obsahující cortilymfu, derivující z perilymfy. Dále jsou zde buňky podpůrné a vše je zastřešeno tektoriální membránou, kontaktující vlásky smyslových buněk. Zevní stěna ductus cochlearis je tvořena **stria vascularis**, kde probíhá sekrece endolymfy: zvyšuje se s intenzitou zvuku. Střed hlemýždě je tvořen kostěným modiolem, v němž jsou uloženy bipolární **gangliové buňky**. Jejich periferní vlákna, kterých je u člověka asi 30 000, jsou spojena se smyslovým epitelem, přičemž 95 % s vnitřními vláskovými buňkami. Aferentní vlákna (centripetální) konstituují **sluchovou část n. VIII**. Stejnou cestou přicházejí eferentní nervová vlákna (fasciculus olivocochlearis) převážně k zevním vláskovým buňkám a jsou určeny k jejich řízení: s intenzitou zvuku se zesilovací funkce tlumí (viz též. 1.11.8).

V rovnovážných váčcích jsou uložena **smyslová políčka**, maculae staticae. Macula utriculi je orientována horizontálně, macula sacculi vertikálně. Jejich smyslový epitel (vláskové buňky) má na povrchu řasinky zalité gelatinózní hmotou, v níž jsou zanořeny kalcitové statokonie. V ampulách polokruhovitých chodbiček, uložených k sobě navzájem kolmo ve třech rovinách, jsou **smyslové hřebínky**, cristae ampulares.



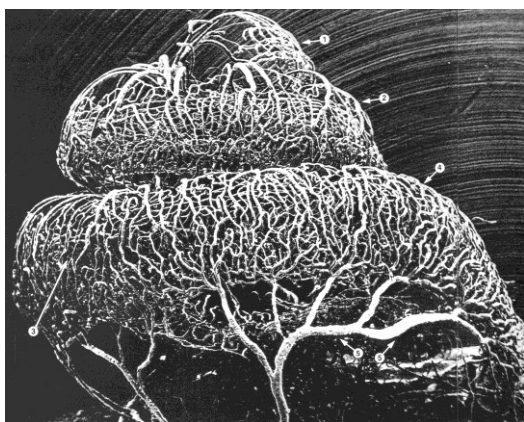
Vývoj sluchověrovňázného ústrojí: 1 – kruhoústí, 2 – ryby, 3 – obojživelníci, 4 plazi, 5 – ptáci, 6 – savci. Cal, Cap – crista ampularis lateralis a posterioris, CO – Cortiho orgán, Mac, Mal, Mas, Mau – macula communis, lagenae, saculi, utriculi, Pa, Pb, Pn papila amphibiorum, basilaris, neglecta. (Reiss et al.)



Cortiho ústrojí:
TM – tektoriální membrána, IS sulcus internus,

IHZ a OHZ vnitřní a zevní vláskové buňky, IPZ a OPZ vnitřní a zevní opěrné buňky, TCF vlákna křížující tunel, CT Cortiho tunel, NS, Nuelův prostor, DZ Deitersovy, HZ Hensenovy, CZ Claudiusovy buňky, BM bazilární membrána.

Cévní soustava stria vascularis.



Rozložení tónové percepce v závitech hlemýžďe.

Reiss et al.: Das statoakustisches organ, Duphar 1989, Hannover



Jsou pokryty smyslovým epitelem s vlasovitými řasinkami, obalenými rosolem. Řasinky se ohýbají tlakem endolymfy. Ze struktur percipujících rovnováhu vycházejí periferní dendrity gangliových buněk, které se sbíhají **do ganglia ve vnitřním zvukovodu** a odtud pokračují jako **vestibulární část n. VIII.** Zpravidla z této části vzniká schwannom statoakustiku. První neuron končí ve vestibulárních jádrech na dně IV. komory. Oboustranné spojení těchto jader s jádry okohybných svalů, jádry n. accesorius a nervů pro krční svaly zajišťuje fasciculus longitudinalis medialis, vestibulospinální a vestibulookulární dráhy, které se částečně kříží. To nám dobře objasňuje, proč vestibulární patologie se nám jeví očním nystagmem a pády v Rombergově stoji, závislými na poloze hlavy. Pro udržení rovnováhy, svalový tonus a koordinaci pohybu je neméně významný mozeček, který dostává a dodává mj. podněty též z a do vestibulárního ústrojí prostřednictvím cerebellovestibulárního a vestibulocerebellárního traktu. Periferní vestibulární systém má též spojení s vegetativními centry. Nejvyšší zastřešení rovnovážné funkce je v mozkové kůře čelního a spánkového laloku.

Vnitřní zvukovod je kanál v pyramidě, ležící zhruba v pokračování osy zevního zvukovodu a otevírající se do zadní jámy lební. Mimo n. VIII. obsahuje i n. VII., který zde vstupuje do spánkové kosti.

Sluchovou část n. VIII. tvoří u člověka asi 30 000 aferentních vláken. Sluchová dráha je částečně zkřížená, určitý díl se kříží zpětně, ukončení pátého neuronu je v Heschlově závitě v hloubce fossa Sylvii spánkového laloku mozku. Toto centrum je napojeno na středisko v kůře spánkových a čelních laloků, do nichž je umístěno rozumění a sluchová paměť. Přenos informací z vestibulárního ústrojí do jader na dně IV. komory uskutečňuje první neuron. **Vestibulární jádra** mají oboustranné spojení s okohybnými centry, s jádry n. accesorius a s jádry nervů pro krční svaly, s bazálními ganglii, s mozečkem a vegetativním a proprioceptivním systémem (fasciculus longitudinalis medialis, vestibulookulární a vestibulospinální dráhy). Korová projekce prostorového a rovnovážného vnímání je kladena do spánkového laloku nedominantní hemisféry.

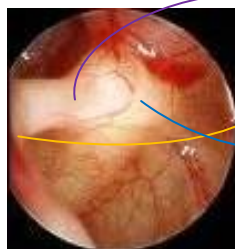
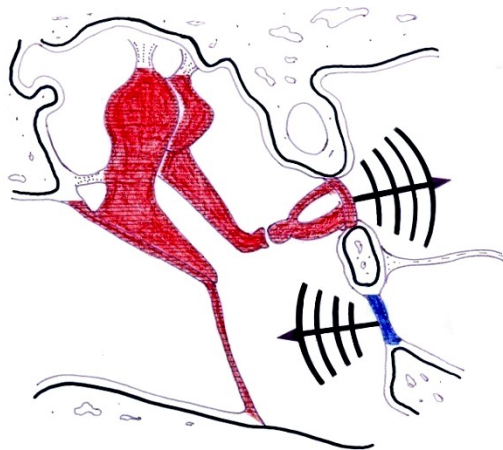
Arteria labyrinthi je konečná, vychází z a. basilaris a sama se dělí na větve vestibulární a kochleární, bez významnějších vzájemných spojení. To vysvětluje malou reparabilitu sluchové poruchy podmíněné cévním uzávěrem. Krevní oběh a sekreci tekutin vnitřního ucha řídí autonomní inervace. (Viz též 1.11.8.)

1.8.2 Sluchová funkce

Lidské ucho vnímá tóny od 16 do 20 000 Hz a od sluchového prahu do 120 dB. Vyšší intenzity vyvolávají hmatový počitek a bolest. Příjemná hlasitost zvuků je v rozmezí 40-60 dB, nepříjemná nad 100 dB. Funkční dělení sluchového analyzátoru odpovídá dělení anatomickému. **Periferní část** je tvořena převodním ústrojím, hlemýžděm a n. VIII., **centrální část** je tvořena sluchovou dráhou a korovými centry (viz obr. na konci kapitoly).

Převodní ústrojí mění zvukové vlnění ze vzdušného prostředí do tekutin vnitřního ucha. Fyziologicky je veden sluch do vnitřního ucha vzdušným,

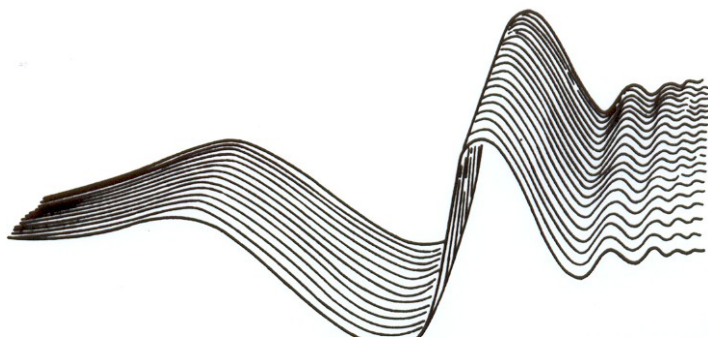
transtympanálním vedením. S růstem intenzity v nefyziologickém pásmu se přidává též vedení zvuku kostí třemi mechanismy: akcelerací spánkové kosti a kompresí kochleárního pouzdra v nižších a zpětným nazvučením zvukovodu, bubínku a kůstek ve vyšších frekvencích. Díky poměru plochy bubínku k ploše třmínku (1:17) a méně vlivem pákového uspořádání kůstek dochází prakticky k bezztrátovému přenosu zvuku, jehož vlna si uchovává frekvenci, sníží se její amplituda a zvýší tlak. Takto se realizuje více než 99 % energie zvuku a méně než 1 % je spotřebováno pro překonání odporu středoušní mechaniky (akustická impedance). Při přímém přenosu zvuku do tekutin je tomu právě naopak. (V rámci normálně slyšící populace je rozdíl v kvalitě převodního ústrojí až 15 dB, který se projeví významně teprve při percepční nedoslýchavosti: stejný pokles u jednoho z 0 na 30 dB znamená ztrátu na hranici sociálního sluchu, ale z 10 na 40 dB již středně těžkou nedoslýchavost.) Při nadměrných zvucích se uplatňuje **stapediální a tenzorový reflex**, při kterém tonizací středoušních svalů vzroste akustická impedance. Kmitání tekutin labyrintu je umožněno okrouhlým okénkem, které působí jako ventil na druhém konci v principu spojitě nádoby (obr. 32). Okrouhlé okénko je za patologických podmínek při přímém dopadu zvuku a po zakrytí oválného okénka proto schopno přijímat zvuky, lépe vysoké než nízké (sonoinverze).



šlacha m. tensor tympani se obtáčí okolo processus cochleariformis a upíná se na bazi m anubria kladívka

Obr. 32. Schéma postupu zvukové vlny labyrintovými okénky. Rozdíl v tlaku zvuku na okénkách je dán rozdílem ploch, jejich poddajností a posunem jejich vzájemné úrovně. Ploténka třmínku je větší než membrána okrouhlého okénka, je ale méně poddajná, a zvuk na ní dopadá dříve.

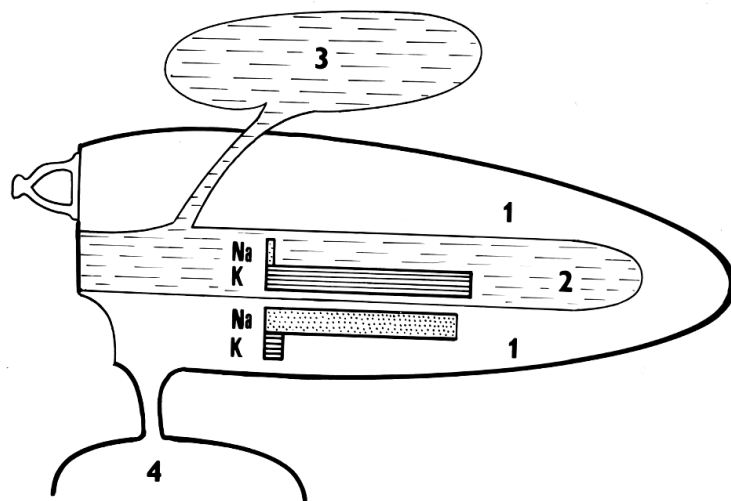
Percepční Cortiho ústrojí pracuje za ne zcela objasněných podmínek. Nejvíce je přijímána Békésyho teorie o postupující vlně v hlemýždi na hydraulickém podkladě. Každé frekvenci odpovídá na bazilární membráně určité místo (obr. 33).



Obr. 33. Schéma šíření zvukové vlny po bazilární membráně. (Podle Helmholtze)

Zevní vláskové buňky jsou činné při malých podnětech (asi do 35 dB), které zesilují vlastním, s podnětem frekvenčně shodným kmitáním tak, aby byly vnímatelné pro

vnitřní vláskové buňky (viz též 1.11.8). Ty se zapojují přímo při až silnějších podnětech nad prahem sluchu a rozlišují přesně kmitočty. (Aktivita zevních vláskových buněk je nejen vnímána vnitřními vláskovými buňkami, ale současně je emitována retrográdně středoušní mechanikou, kde může být měřena jako tzv. otoakustické emise.) Zvuková energie se ve vnitřním uchu mění v neurální impulzy a postupně se tvoří tři různé **elektrické potenciály**, jejichž uplatnění je závislé na stavu polarizace. Z hlediska diagnostiky je důležité, že tyto potenciály lze snímat z oblasti ucha, mozkového kmene a kůry (objektivní audiometrie). **Významnou úlohu v polarizaci a energetickém zajištění děje sehrává skladba, množství a rychlost obměny perilymfy a endolymfy.** Potenciál endolymfy je pozitivní, vláskových buněk negativní, perilymfy nulový. Perilymfa je ultrafiltrátem mozkomíšního moku a krve a obmění se asi 6x za hodinu, endolymfa je produktem stria vascularis a filtrátem perilymfy a obmění se 4x za hodinu. **Skladba obou tekutin je značně rozdílná.** Obsah kalia je v endolymfě vysoký, obdobný buněčné tekutině, naopak v perilymfě je nízký a odpovídá hodnotám mimobuněčných tekutin. Obráceně je tomu s obsahem natria (obr. 34).



Obr. 34. Tekutiny vnitřního ucha.
 1 – perilymfatický prostor
 2 – endolymfatický prostor
 3 – saccus endolymphaceus
 4 – leptomeningeální prostory

Percepce tónů v hlemýždi odpovídá délce vláken bazilární membrány. V bazálním závitě jsou přijímány vysoké a v apikálním hluboké tóny. Sluchová dráha zachovává ve všech etážích přísnou **tonotopiku**. Sluchové ústředí v Heschlově závitě přijímá vysoké tóny v kraniální a hluboké v bazální části. **Prostorové a směrové slyšení** je dáno rozdílem v čase a intenzitě dopadajícího zvuku na pravé a levé ucho.

Směrové slyšení – lokalizace zdroje zvuku

Lokalizace zdroje zvuku je dána rozdílem v

1. **intenzitě**
2. **čase zvukového vjemu levým a pravým uchem**

V hlubokých tónech se uplatňuje více rozdíl fáze (času), ve vysokých rozdíl ve vjemu intenzity. Přesnější je lokalizace zvuků složených (hluku), které obsahují jak hluboké tak vysoké tóny – a tedy se kombinuje vliv rozdílu intenzity a časového posunu mezi oběma ušima.

Vnímání, zda zvuk přichází **zpředu či zezadu** je dáno rozdílem v intenzitě – stínem boltce a je zase dokonalejší pro složité zvuky než čisté tóny.

Lokalizace zvuku je také usnadněna, když se zdroj zvuku pohybuje nebo když naslouchající otáčí hlavou. Také kvalita prostoru – tedy zda je otevřený či uzavřený, má vliv na lokalizaci zdroje. V místnosti je vnímán jednak zvuk přímo jdoucí ze zdroje a jednak zvuk odražený od stěn. Podle toho i bez kontroly zrakem **lidský sluch rozezná druh prostoru, ve kterém je zvuk produkován.**

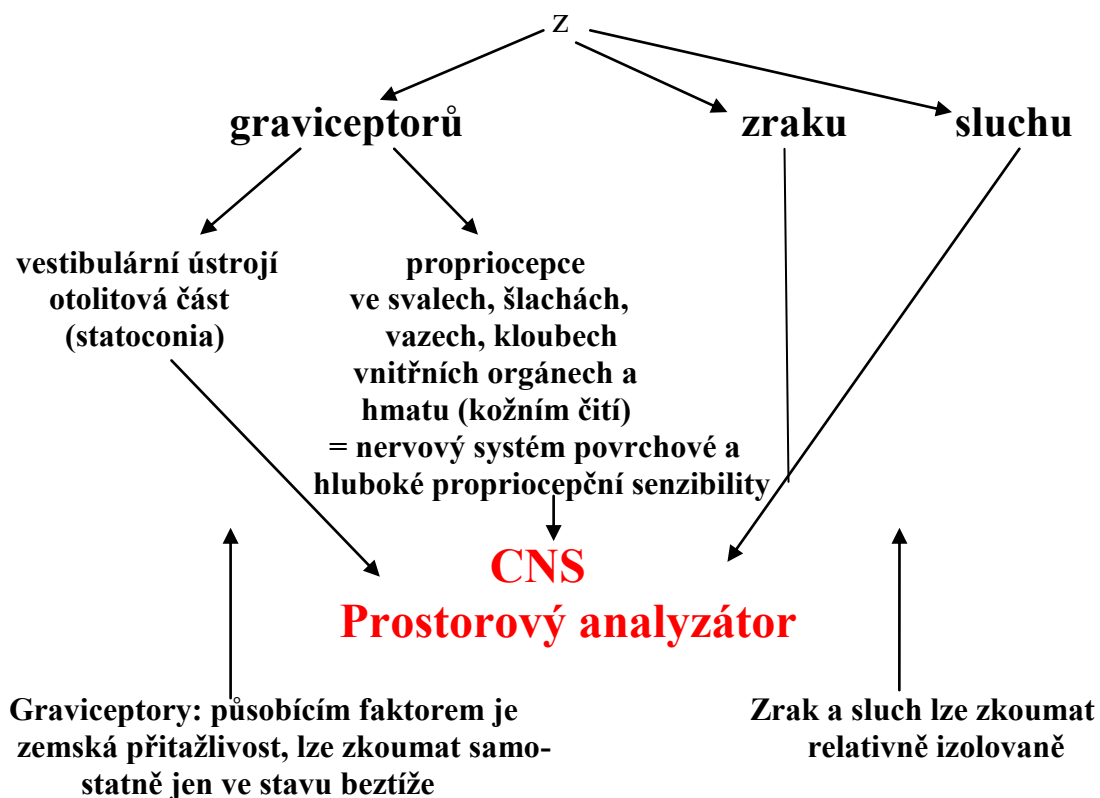
Směrové slyšení – lokalizace zdroje zvuku v prostoru je vytvářeno během života souborem zkušeností a je umožněno nesmírnou jemností analytických pochodů našeho sluchového analyzátoru. U dítěte se vyvíjí jako **orientační reflex** záhy po porodu a je využíván v diagnostice slyšení.

1.8.3 Rovnovážná funkce

Rovnovážný smysl je zajišťován propioceptivním, hmatovým, vestibulárním a zrakovým ústrojím a jejich vzájemnou anatomickou a funkční propojeností, jakož i vazbou na motorický a autonomní systém. Vestibulární ústrojí má část periferní a centrální. Periferní část tvoří **maculae staticae a cristae ampullares, které jsou drážděny gravitací a pohybem s lineárním nebo úhlovým zrychlením.** Přenos vzruchu se předpokládá obdobný, jako z Cortiho ústrojí, tedy iritací řasinek vláskových buněk a vede prvním neuronem do vestibulárních jader.

Vnímání a uvědomění si polohy a pohybu hlavy a těla v prostoru (podrobně 1.11.13)

Počítky vycházejí



↑

Tangenciálním posunem statokoniových membrán po povrchu smyslových buněk makul vzniká vjem polohy hlavy v prostoru a přímočarého pohybu ve fázi zrychlení a zpomalení. (Polokruhovitě chodbičky zajišťují vjem zrychlujícího nebo zpomalujícího se pohybu hlavy po kruhové dráze, tj. při otáčení.)

Není vyřešena otázka, zda rozhodující „slovo“ ve vjemu polohy a pohybu hlavy v prostoru sehrává statokoniové (otolitové) ústrojí nebo zrak. Je známo, že nevidomí nemají s pohybem v prostoru problémy a podobně ani lidé s nefunkčním vestibulárním ústrojím. Při výpadku obou systému (u zraku stačí tma) vznikají značné potíže s udržením rovnováhy při chůzi.
(Viz též 1.11.7 vestibulookulární reflexy a 3.13.8 jejich vyšetření, 1.11.13 Prostorová orientace, 15.3 Závratě)

1.8.4 Patologie sluchového ústrojí

Správnost funkce sluchového ústrojí závisí především na:

- celistvosti a příslušné poddajnosti převodního ústrojí včetně labyrintových okének,
- struktury Cortiho ústrojí, na skladbě a tlaku tekutin vnitřního ucha a energetickém zásobení,
- integritě a vodivosti n. VIII., příslušných drah a jader, kůry a kontrolně koordinačního systému.

1.8.4.1 Patologie převodního ústrojí

Převodní porucha sluchu může být způsobena neprůchodností zvukovodu, zvýšením hmoty a tuhosti převodního ústrojí, včetně labyrintových okének, a porušením celistvosti bubínku a řetězu kůstek. Na tom se mohou podílet např. podtlak v dutině bubínkové, zánětlivá infiltrace a proliferace s následným jizvením, exsudace do středouší, zvápenatění bubínku, osifikace závěsu kůstek, ruptury a perforace bubínku, novotvorba kosti v labyrintových okénkách aj.

Prudké záněty středního ucha jsou obvykle pokračováním infekce z horních cest dýchacích, když došlo k překonání ochranných bariér ve sluchové trubici. Záněty i jejich recidivy jsou zpravidla virové. Intermitující záněty představují jen vyvažování mezi odolností organismu a virulencí trvale přítomných bakterií. Strmost rozvoje zánětů středního ucha souvisí s malou místní pohotovou imunologickou vybaveností jinak sterilního prostředí, vyžadující mobilizaci a přísun z jiných oblastí.

V současnosti činí velké obtíže **vleklé tubotympanální záněty dětského věku.** Jsou charakterizovány sterilním, zpravidla vazkým sekretem v bubínkové dutině a nefunkční tubou. Sekret pochází z nově vzniklých pohárkových buněk a pseudožlázek středoušní sliznice. Restituce sliznice po obnově ventilace středouší trvá měsíce a je mnohdy neúplná.

Stále častěji se setkáváme s **barotraumatem středního ucha** v důsledku tlakového rozdílu způsobeného rychlým výškovým výstupem či sestupem nebo potápěním. Voda jako nestlačitelné prostředí působí s hloubkou lineárně narůstajícím tlakem. Bubínek se trhá v hloubce 5 m, kde tlak vody vzroste o polovinu, pokud potápeč aktivně nevyrovná tympanální tlak přes sluchovou trubici. Menším tlakovým rozdíly jsme běžně vystavováni především v letecké, automobilové, lanovkové a výtahové dopravě. Tlakové rozdíly obtížněji vyrovnává sluchová trubice v předškolním věku. Barotrauma vzniká také při výbuších.

Zvýšená impedance hmoty se projeví výraznějšími ztrátami sluchu ve vyšších frekvencích, zvýšená impedance tuhosti v nižších frekvencích, rozkloubení řetězu kůstek ztrátou v celém sluchovém poli a interference zvukového vlnění v důsledku dopadu zvuku na obě labyrintová okénka smíšenou nedoslýchavostí. **Příčiny převodní poruchy se zpravidla kombinují, a proto bývají obvykle ztráty v rozsahu sluchového pole vyrovnané.**

1.8.4.2 Patologie percepčního ústrojí

Percepční část sluchového analyzátoru není fylogeneticky připravena na zátěž soudobé civilizace. **Při krátkodobém zatížení hlukem dochází k adaptaci**, což se projeví reverzibilním snížením vjemu hlasitosti a zvýšením sluchového prahu. **Dlouhodobé zatížení vede k vyčerpání kyslíku** a práce na kyslíkový dluh vede ke hromadění kyseliny mléčné v perilymfě **s postupnou únavou a intoxikací**. Současné jsou porušeny filtrační mechanismy kalionatriové pumpy, které regulují na rozhraní dvou tekutin vnitřního ucha jejich optimální složení. Po odeznění hluku je návrat k normálnímu sluchovému prahu pomalý a po opakování zátěže neúplný (nedoslýchavost z přetížení hlukem). **Zatížení sluchu prudkými a neúměrnými akustickými podněty (rázy nad 100 dB) narušuje strukturu buněk a jejich membrány a posléze organizaci Cortiho ústrojí (akustické trauma).**

Civilizační faktory zvyšují výskyt cévních, krevních, metabolických a autoimunitních onemocnění, která se dotýkají energetických bilancí vnitřního ucha. **Sluchový analyzátor může být poškozen též toxickým přetížením.** Vedle nikotinu a alkoholu hrají významnou úlohu též **ototoxické léky**. Působí na metabolismus smyslových buněk a na ganglia přímo nebo zprostředkovaně přes změny v tvorbě a skladbě tekutin vnitřního ucha, ovlivněním vodivosti neuronů aj. Podobně se uplatňují některé mikrobiální infekce. **Ostrost sluchu slábne s věkem** úbytkem smyslových a gangliových buněk, méně vlivem rostoucí tuhosti převodního ústrojí. Přitom jsou významné rodinné a etnické rozdíly.

Percepční ztráta sluchu odpovídá přesně místu, velikosti a rozsahu poškození smyslových anebo gangliových buněk a je zpravidla větší a častější ve vyšších frekvencích. Méně časté jsou ztráty v jiných pásmech nebo rovnoměrně v celém sluchovém poli. Při poškození vláskových buněk zevních řad Cortiho ústrojí vzniká **fenomén vyrovnání hlasitosti** (recruitment). Ve srovnání s uchem normálně slyšícím se projevuje strmým vzrůstem subjektivní hlasitosti zvuku s růstem intenzity. Jde o poruchu mechanismů slyšení zvuků nízké intenzity, které se

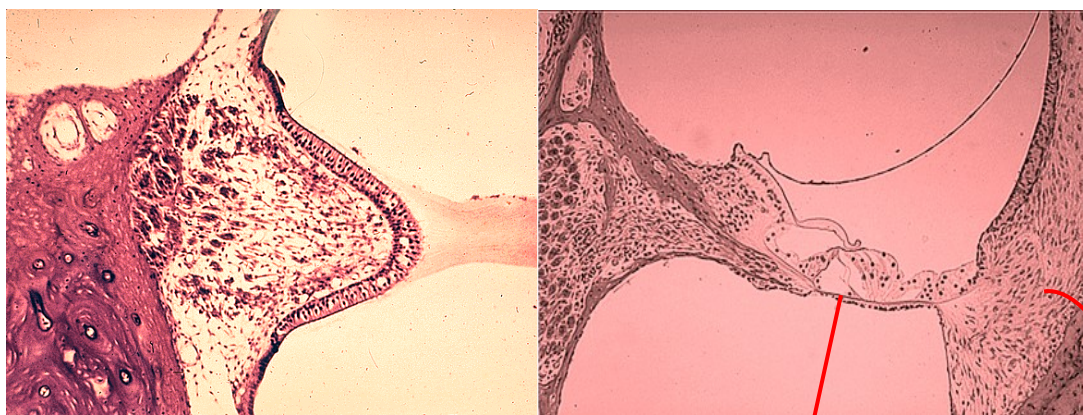
považuje za funkci zevních vláskových buněk (zesilovačů), při uchování mechanismů slyšení tónů vyšší intenzity, které se považuje za funkci vnitřních vláskových buněk. Fenomén se proto neuplatňuje u převodních poruch a lézí n. VIII. Je využíván v topické diagnostice. Subjektivně se projevuje tak, že nedoslýchavý při vyšších intenzitách hluku trpí hyperakuzí.

1.8.5 Patologie rovnovážného ústrojí

Příčiny poruch rovnováhy jsou pestré. Nejčastěji jde o organické poruchy v oblasti periferního a centrálního vestibulárního ústrojí, jeho drah a mozečku zánětlivými, degenerativními, nádorovými a oběhovými poruchami, při arterioskleróze, intrakraniální hypertenzi. Nezřídka může jít též o reflexní vlivy při poruchách hybnosti krční páteře, zejména při spondylogenních deformitách.

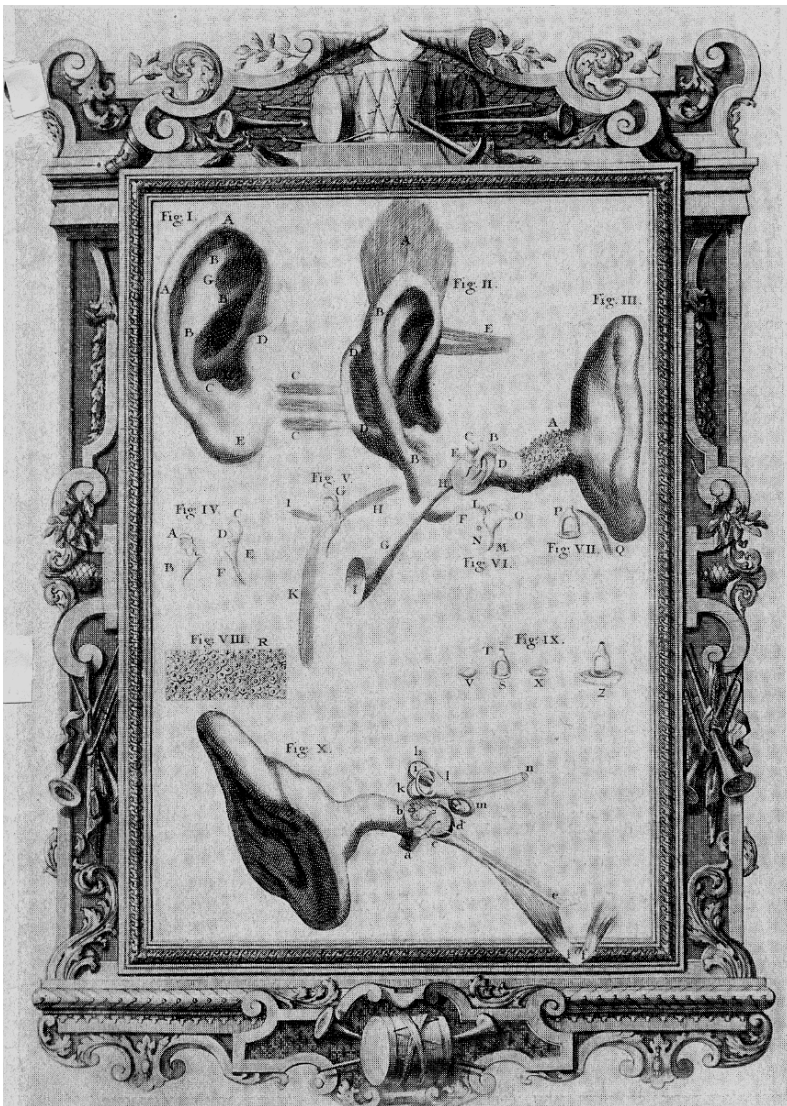
Přetížením periferního vestibulárního ústrojí pohybem vznikají **kinetózy**. Jde zpravidla o rytmické dráždění lineárním nebo úhlovým zrychlením a zpomalením a stav lze vyvolat u řady savců. Extrémem je porucha z beztíže, kdy zrychlení při rotaci i při nulové gravitaci dráždí tlakem endolymfy vláskové buňky na krystalách, zatímco hmotnost statokonií na makulách je nulová.

V patogenezi poruchy rovnovážného ústrojí jsou významné **tlakové disproporce mezi endolymfou a perilymfou**, které vznikají na podkladě poruch produkce nebo resorpce těchto tekutin. I zde sehrává důležitou roli rozmístění sodíku a draslíku. Protržením dělicích membrán, především Reissnerovy, vzniká vzájemná intoxikace odlišných prostředí s následnou atakou závratí, nedoslýchavosti a tinitu. Podobně jako sluchové ústrojí může i rovnovážné trpět poruchou na podkladě cévní léze, virové infekce a přetížení toxiny. Působení těchto nox může být periferní nebo centrální.



Crista statica

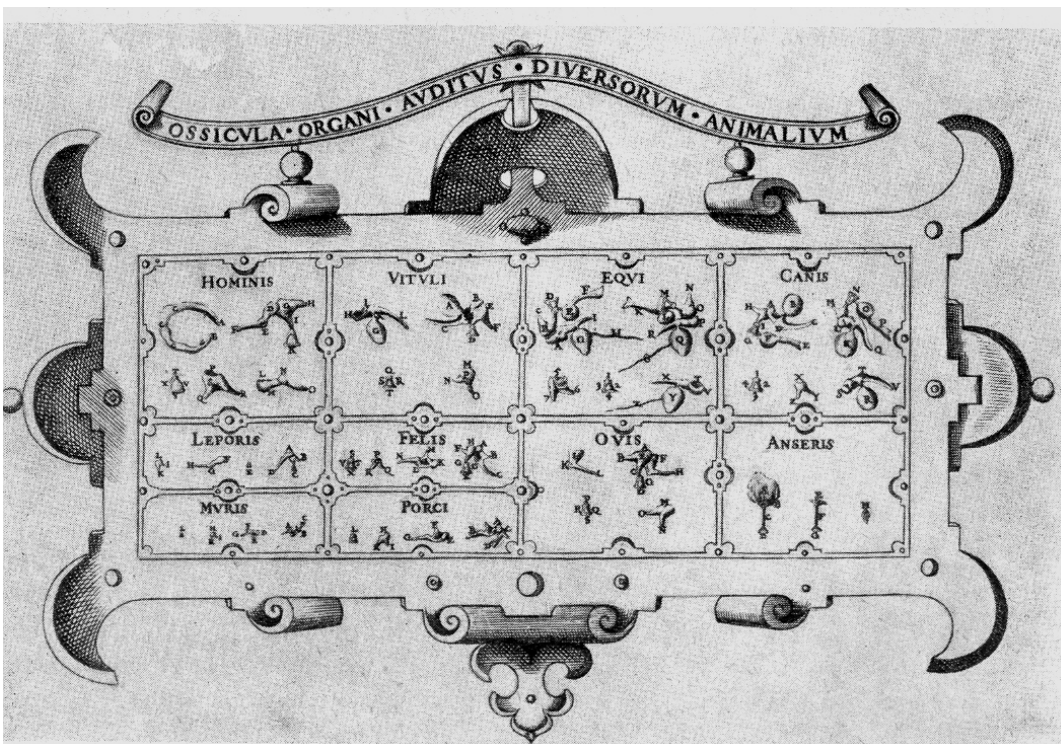
Cortiho ústrojí na lamina basilaris, ductus cochlearis, membrána Reissneri, stria vascularis

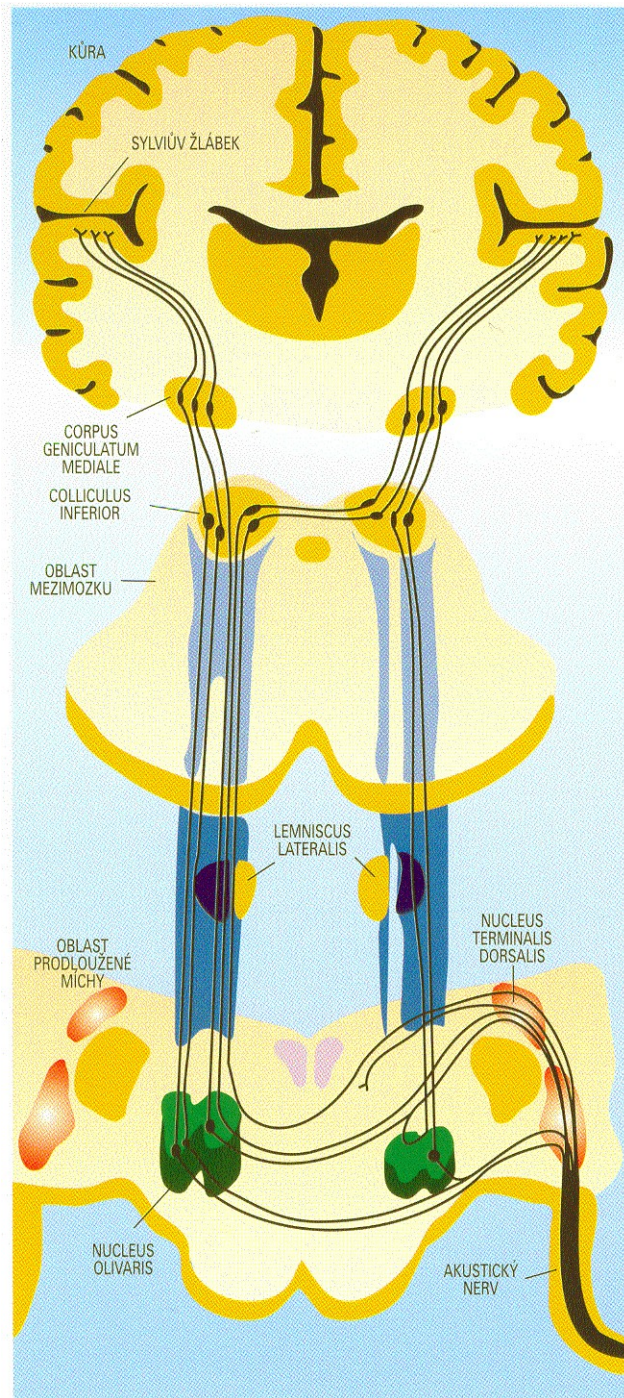


Z historie anatomie ucha:

Z bible Scheuchzera „Physica sacra“ z r. 1733 k žalmu „Zdali ten, jenž stvořil ucho, neslyší?“

Dole: Sluchové kůstky člověka a zvířat od G. Casseria z r. 1601.





Výkonnostní schopnosti sluchu jsou v absolutních hodnotách neuvěřitelné: sluch u člověka zaznamenává zesílení v hlasitosti v rozsahu větším než 1 bilion rozdílů intenzity (60 dB = zesílení 1 milion x, 90 dB = 1 miliarda x, 120 dB = 1 bilion krát). Dovede rozlišit falešný tón ve směsi jiného sta tónů. Zaznamená rozdíl v úhlovém posunu zdroje zvuku o pouhé dva stupně, zaregistruje časový rozdíl jedné desetimiliontiny sekundy. Rozliší asi 400.000 různých zvuků na základě jejich srovnání s uloženou pamětí, pozná hudební nástroje a mluvící a zpívající osoby (podle barvy) a to i při užití mikrofonu.

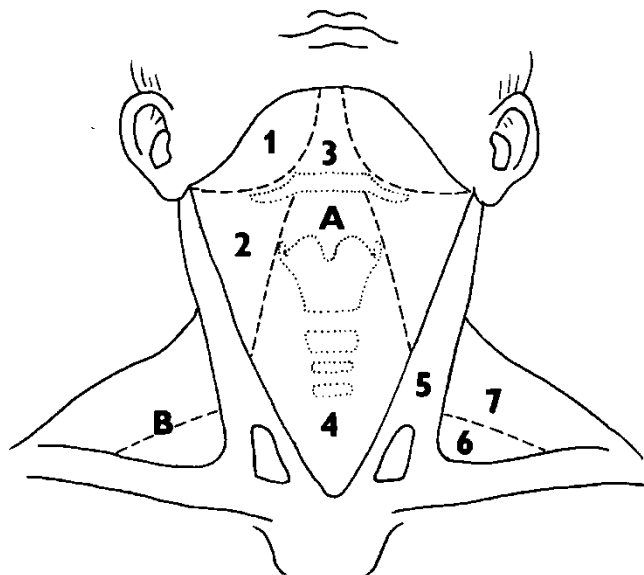
Sluchová dráha (převzato a upraveno).

1.9 Zevní krk

1.9.1 Anatomie zevního krku

Krk, jako pojítka hlavy a trupu, sestává z části osteomuskulární a části viscerální. **Osteomuskulární aparát** umožňuje pohyby hlavou ve třech rovinách. **Viscera** jsou tvořena cestami polykacími, dýchacími, štítnou a slinnými žlázami a párem velkých nervově cévních svazků a lymfatických center. Krk je kraniálně ohraničen dolním okrajem čelisti, výběžkem bradavčítým a zevním výstupkem kosti týlní. Kaudálně je ohraničen okrajem rukojeti kosti hrudní, klíčními kostmi a trnovým výběžkem C 7.

Zevní tvar krku je ovlivněn konstitucí, pohlavím a fyzickým tréninkem. Při pohledu na krk se nejvýrazněji rýsují kontury mm. sternocleidomastoidei, tvořící regio stejného jména. Pro klinickou orientaci se povrch krku dělí dále na **regio cervicalis anterior, lateralis a posterior** (obr. 35).



Obr. 35. Krajiny krku.

A – regio cervicalis anterior

1 – trigonum submandibulare

2 – trigonum caroticum

3 – trigonum submentale

4 – trigonum omotracheale

5 – regio

sternocleidomastoidea

B – regio cervicalis lateralis

6 – fossa supraclavicularis major

7 – trigonum omotracheum

Tkáně krku jsou vertikálně a na úrovni jazylky částečně též horizontálně rozčleněny třemi **listy krční fascie**. Ty umožňují tvárnost a posunlivost krční svaloviny a orgánů při pohybech hlavy a krku bez projevů obstrukce v cévním, polykacím a dýchacím ústrojí. Povrchový a pretracheální list krční fascie se spojuje na klíčních kostech a s rukojetí sternu, což zamezuje šíření zánětu kaudálně. Naproti tomu **prostor mezi pretracheálním a prevertebrálním listem**, který obsahuje krční viscera a nervově cévní svazek, je **kaudálně volně spojen s mezihrudím**. Je to **perifaryngeální prostor**, jehož součástí je **spatium retropharyngeum** a **lateropharyngeum** (parafarynx). Šíření zánětu do mezihrudí a naopak výstup emfyzému z mezihrudí do krční oblasti, např. při krčních flegmónách nebo rupturách průdušnice, jsou rychlé.

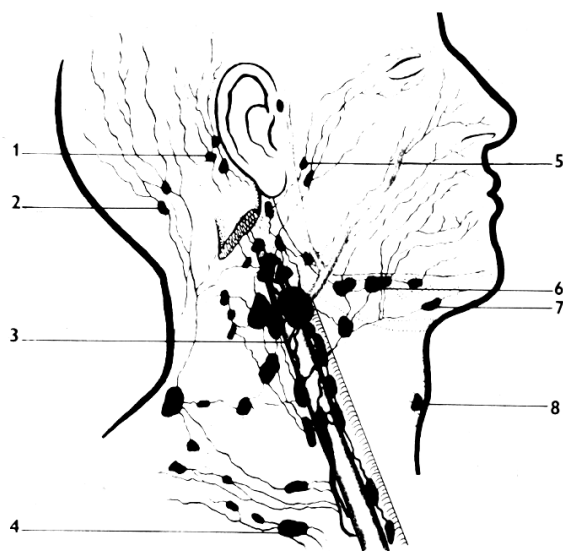
Krevní zásobení je zajišťováno větvemi a. carotis ext., thyroidea inf. a a. vertebralis. Hlavní žilní odtok směřuje do v. jugularis int., menší jde do žil vertebrálních a dolní thyroideální žíly. **Motoricky, senzitivně a vegetativně** jsou krční orgány ovládané z n. VII., IX., X., XI., XII. (nervy 2. až 5. žaberního oblouku), z 8 krčních nervů a krčního sympatiku, okrajově z n. V.

Z hlediska imunologických procesů a zánětlivé a nádorové patologie je významný **krční lymfatický systém**. Hlavními vstupy do tohoto systému jsou **tonzily** lymfatického hltanového kruhu. Na kapilární úrovni chybí mízní ventilové uzávěry a nepravidelný směr toku lymfy umožňuje difúzní šíření zánětů. Na úrovni cév již ventilové uzávěry brání zpětnému toku a důsledně směřují odtok do spádových uzlin, které představují biologické filtry. Z nich odtéká míza do uzlin nadřazené soustavy. Posléze lymfatické cévy z oblasti hlavy a krku směřují na obou stranách do úhlu mezi v. jugularis int. a v. subclavia. Na pravé straně se konstituují

ductus lymphaticus dx., nesoucí mízu též ze stejnostranné paže a hrudníku. Vlevo je konečným pojitkem **ductus thoracicus**, přinášející mízu též z levé paže, levé poloviny hrudníku, dutiny břišní a dolních končetin. Oba dukty ústí v angulus venosus do výše uvedených žil. Mízní uzliny mají morfologické struktury, které odpovídají existenci dvou imunitních systémů, T a B. **T** oblast je tvořena periarteriálními lemy v parakortikální oblasti a **B** oblast je tvořena primárními folikuly a plazmatickými buňkami.

V oblasti krku je asi 200 mízních uzlin, které jsou utříděny do skupin (obr. 36). Klinicky významné jsou uzliny submandibulární, reagující na patologii v dutině ústní, dále uzliny na soutoku v jugularis int. a v. facialis, odpovídající na procesy v oblasti mezofaryngu, hypofaryngu, laryngu a štítné žlázy. Tyto uzliny představují ústředí lymfatické soustavy hlavy a krku. Uzliny za horní částí kývače signalizují patologii nosohltanu. V uzlinách nadklíčkových se může odrážet patologie orgánů dutiny hrudní a břišní, výjimečně končetin. **V onkologické chirurgii** je pro vyjádření anatomického rozsahu uzlinových metastáz a stanovení nezbytného rozsahu jejich disekce používána speciální číselná **klasifikace tzv. oblastí** (11.1.2.3, obr. 222).

Štítná žláza je tvořena dvěma laloky které jsou uloženy po stranách chrupavky štítné, prstencové a trachey, před kterou jsou spojeny istmem. Svým pouzdrem souvisí se jmenovanými orgány, a proto s nimi vykonává souhyb při polknutí.



Obr. 36. Hlavní skupiny mízních uzlin v oblasti hlavy a krku.

Nodi lymphatici:

- 1 – mastoidei,**
- 2 – occipitales**
- 3 – cervicales profundit et superficiales**
- 4 – supraclaviculares**
- 5 – parotidei**
- 6 – submandibulares**
- 7 – submentales**
- 8 – sublinguales**

Nežřídká se setkáváme s akcesorní a dystopickou tkání štítné žlázy na trati jejího sestupu z oblasti kořene jazyka, jako je např. lobus pyramidalis a ektopickou štítnou žlázou, např. retrosternálně.

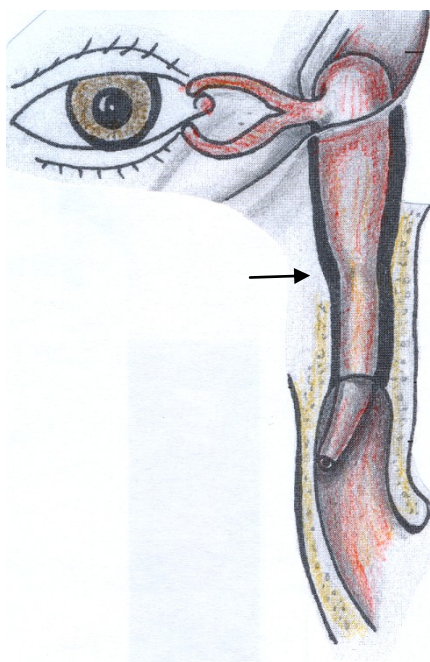
1.9.2 Fyziologie zevního krku

Osteomuskulární část krku díky stavbě krčních obratlů a zejména epistrofoatlantookcipitálnímu skloubení **zajišťuje pohyblivost hlavy rotací, posunem, úklonem a torzí.** Bohatost proprioreceptorů společně s jejich spojením s rovnovážnými centry vytváří **fylogeneticky nejstarší součást rovnovážného smyslu.**

Lymfatická soustava krku včetně lymfatického hltanového kruhu představuje jedno z hlavních dějišť formování buněčné a humorální imunity. Uzliny reagují v souzvuku se vstupy antigenů a stavem imunitní připravenosti výrazně v dětství a částečně i v dospělosti, kdy involují. Mízní uzliny tvoří významnou bariéru proti šíření zánětů a zabíjením nádorových buněk brání vzniku metastáz.

1.9.3 Patologie zevního krku

Poruchy osteomuskulární části krku se projevují omezením pohyblivosti, atypickým postavením hlavy a deformací krku, vertebrobazilární insuficiencí, např. s projevy závratí, nedoslýchavosti, bolestmi hlavy. Antalgické postavení hlavy je často výrazem reflexního ovlivnění též při zánětech v hltanu a perifaryngu. **Patologie lymfatického a žlázoového aparátu** se projevuje především zduřením, které je v dětství podmíněno nejčastěji záněty a v dospělosti nádory, dysfunkcemi a autoimunitními procesy. Mimo tyto orgány se v kterémkoliv věku setkáváme s **manifestací vrozených anomálií**. Lymfonomegalie krku je nezřídka součástí generalizovaného postižení uzlin, při zánětech jsou častěji na vině virové infekce (EBV, CMV, HIV), než bakteriální. Zmenšení mízních uzlin může provázet syndromy vrozené imunitní nedostatečnosti, ozařování, chemoterapii, systémovou aplikaci kortikoidů aj.



1.10 Slzné cesty

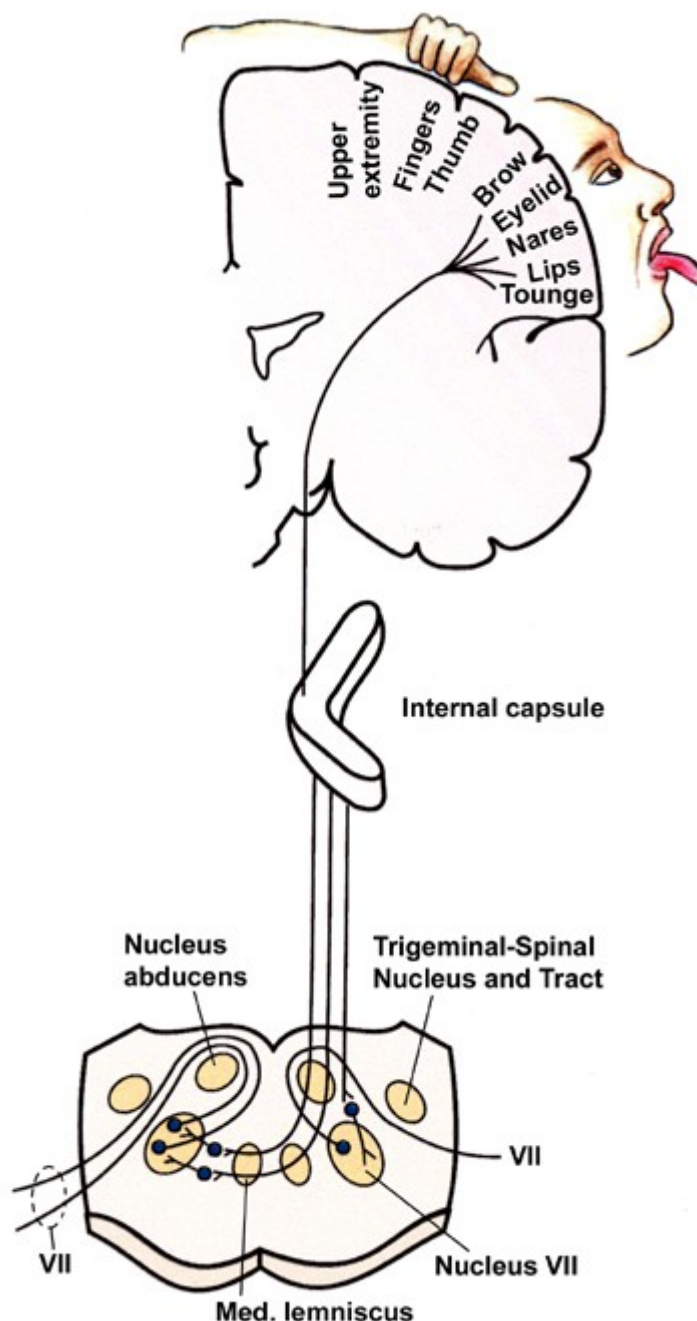
Délka slzného vaku činí 13-15 mm délka slzovodu činí 17 mm, z toho je 12 mm v kostěném kanále. Ústí je pod dolní skořepou, proti vzestupu infekce působí chlopeč, plica lacrimalis (Hasneri).

Výstelka, včetně spojivek, je tvořena respiračním epitelem, který je, jak je běžné i jinde, modifikován. Sliznice trpí analogickými záněty včetně alergických, jako v dutině nosní. Nemoci ductus a saccus nasolacrimalis jsou předmětem endoskopické endonazální chirurgie.

1.11 DOPLŇKY

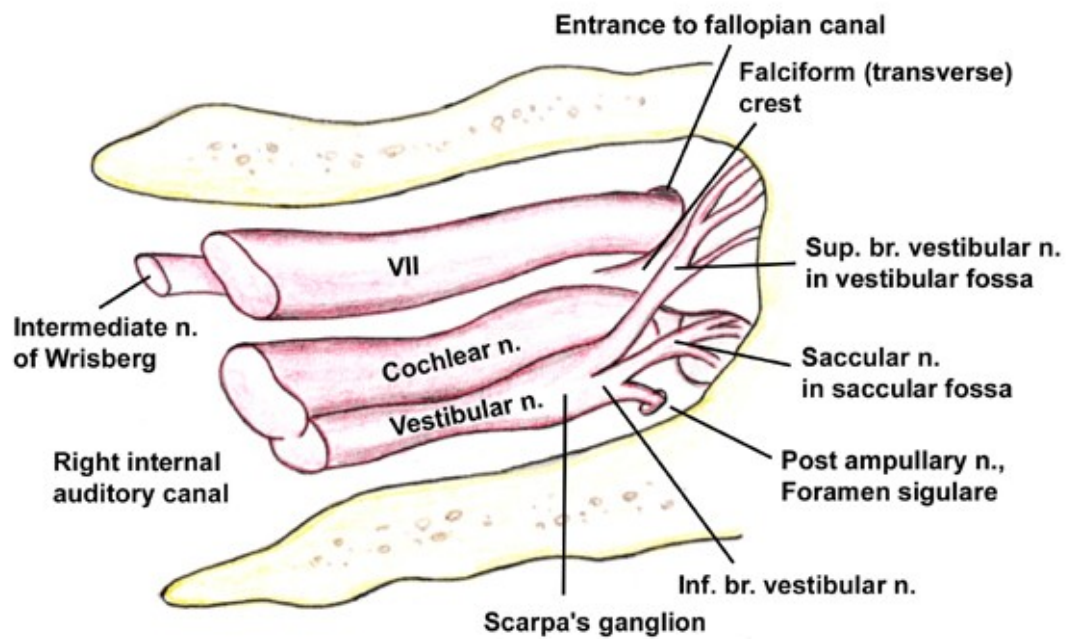
1.11.1 ANATOMIE N. FACIALIS (viz též 15.1)

Následující obrázky, vztahující se k anatomii n. VII, jsou převzaty z eMedicine:



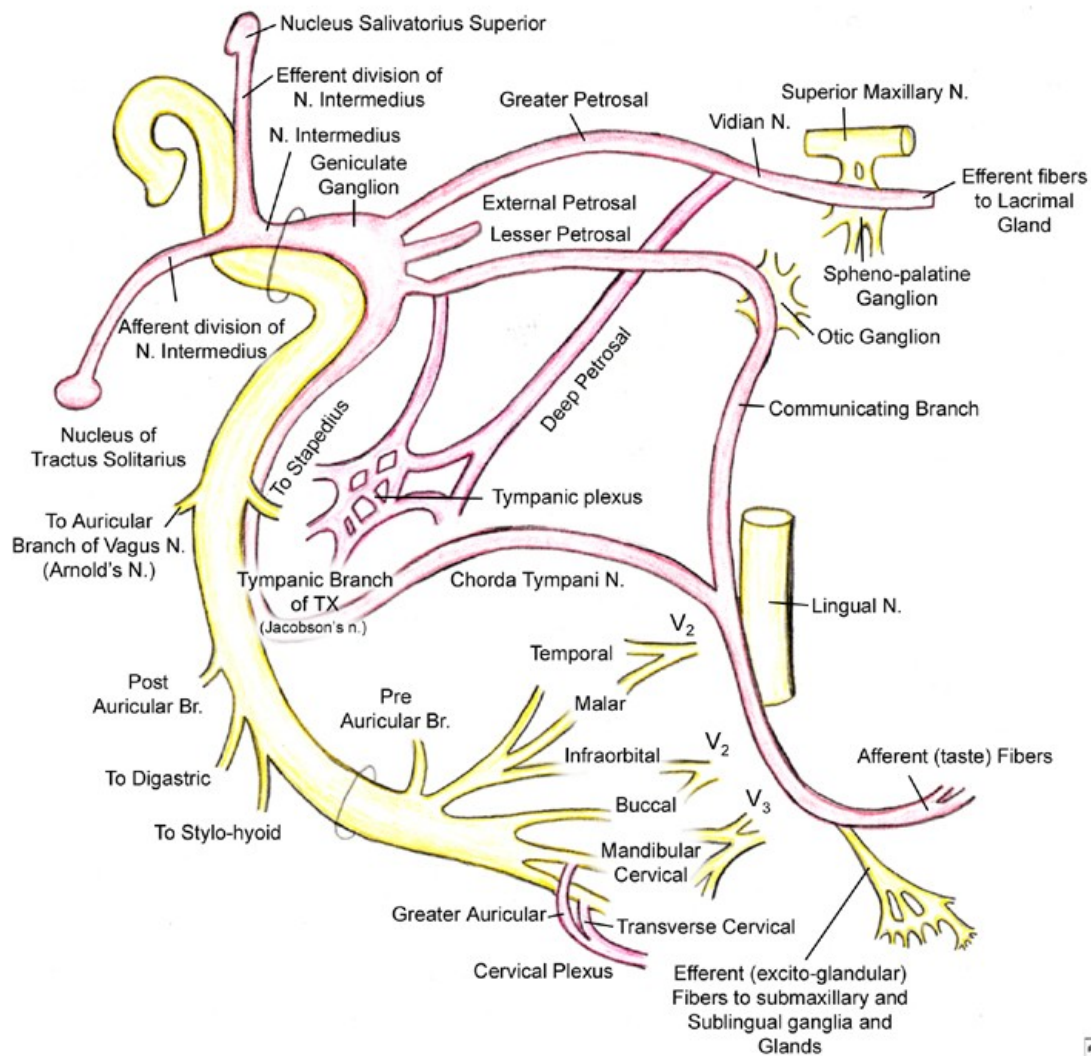
Korová vlákna n. facialis vycházejí z gyrus precentralis. Před vstupem do pontu se větší část kříží, takže nerv dostává vlákna z obou hemisfér a obrna v tomto úseku je jen málo znatelná v homolaterální paréze m. frontalis. Z jádra n. VII. vycházející vlákna se obtáčí kolem jádra n. abducens (VI.) a proto mohou být při postižení zde i projevy obrny abducentu.

Topografie obsahu pravostranného meatus acusticus internus: N. VII. je položen výš než n.VIII., n. intermedius ještě není spojen s n. VII.

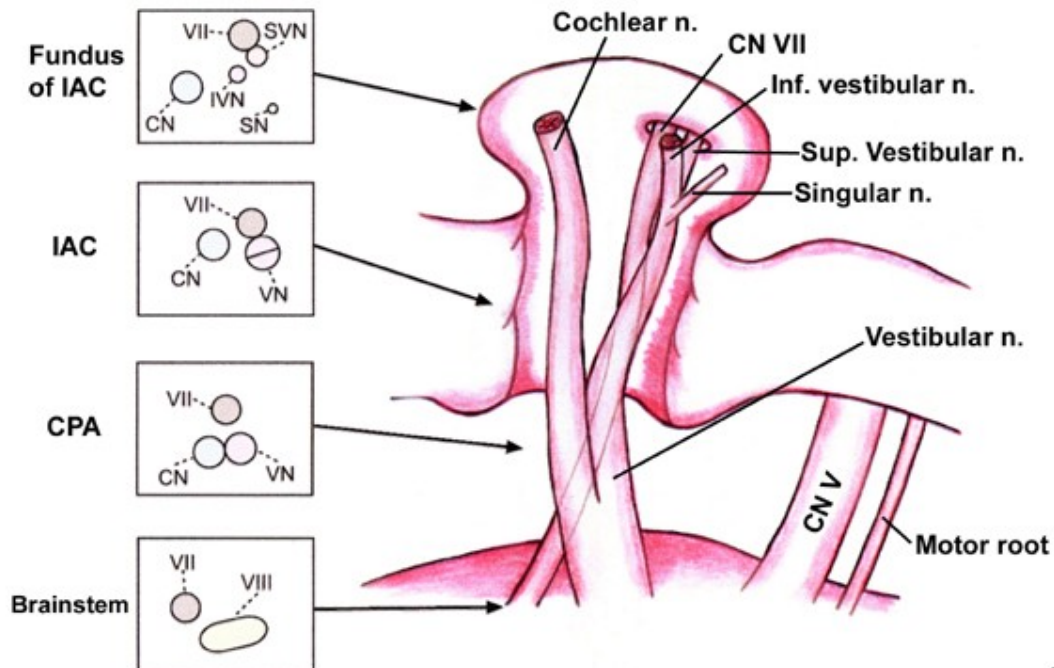


N. facialis v celém průběhu od jader až po periferní části.

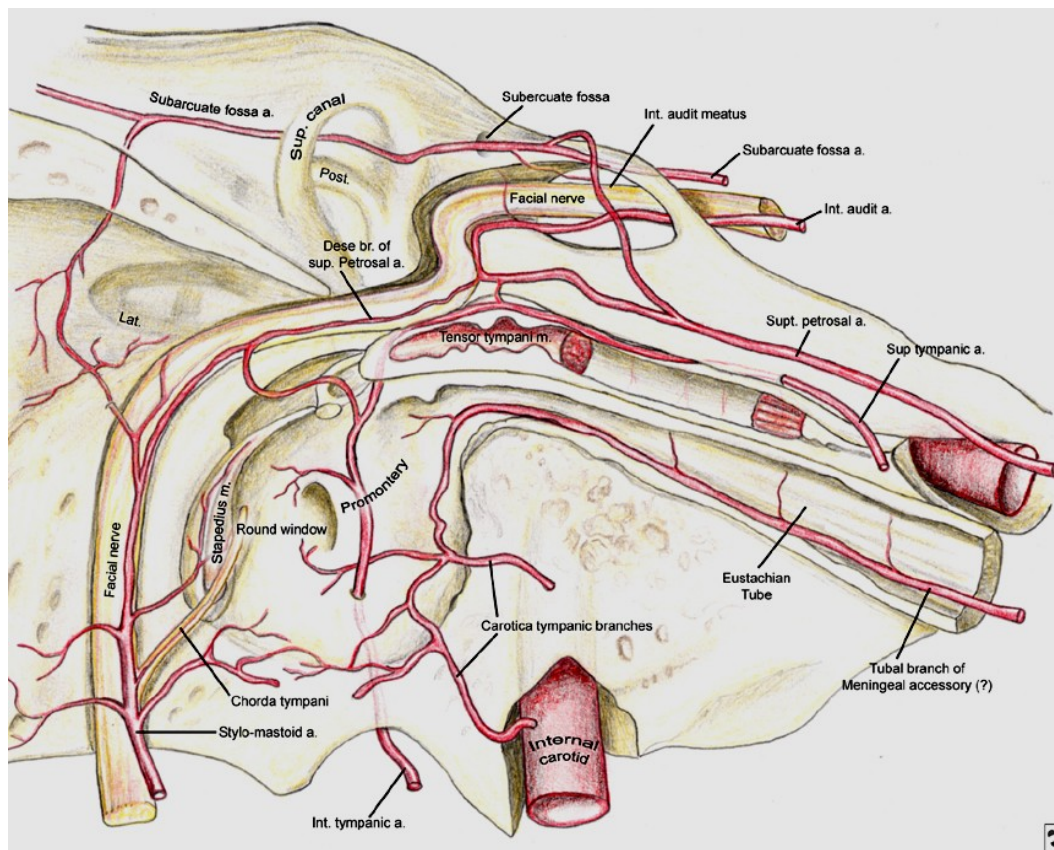
Žlutě je motorická část, červeně senzorická, senzitivní a parasymptická



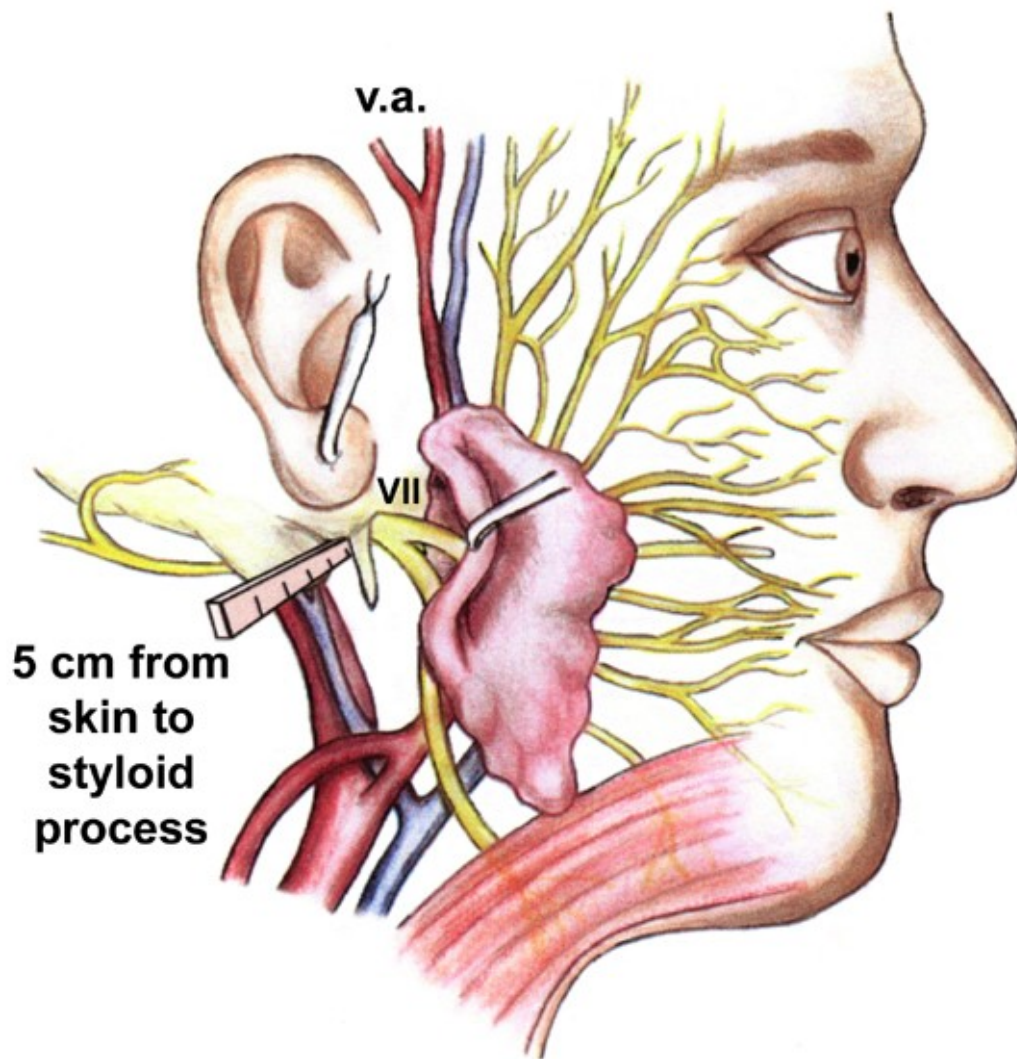
Topografie kmene a vnitřního zvukovodu na úrovni vstupu, nitra a fundu.



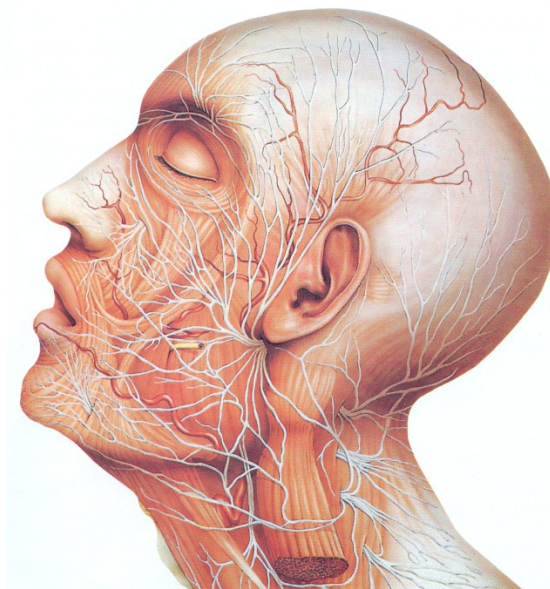
Obrny lícniho nervu vznikají daleko nejčastěji patologií v průběhu lícniho nervu spánkovou kostí – v canalis facialis (Fallopia) a jako příčina se udává ischemie v důsledku poruchy průtoku krve krevním řečištěm.



Periferní větvení n.VII. Pod zevním lalokem se nerv dělí na horní a dolní větev, v dalším průběhu však obě větve mezi sebou anastomozují.



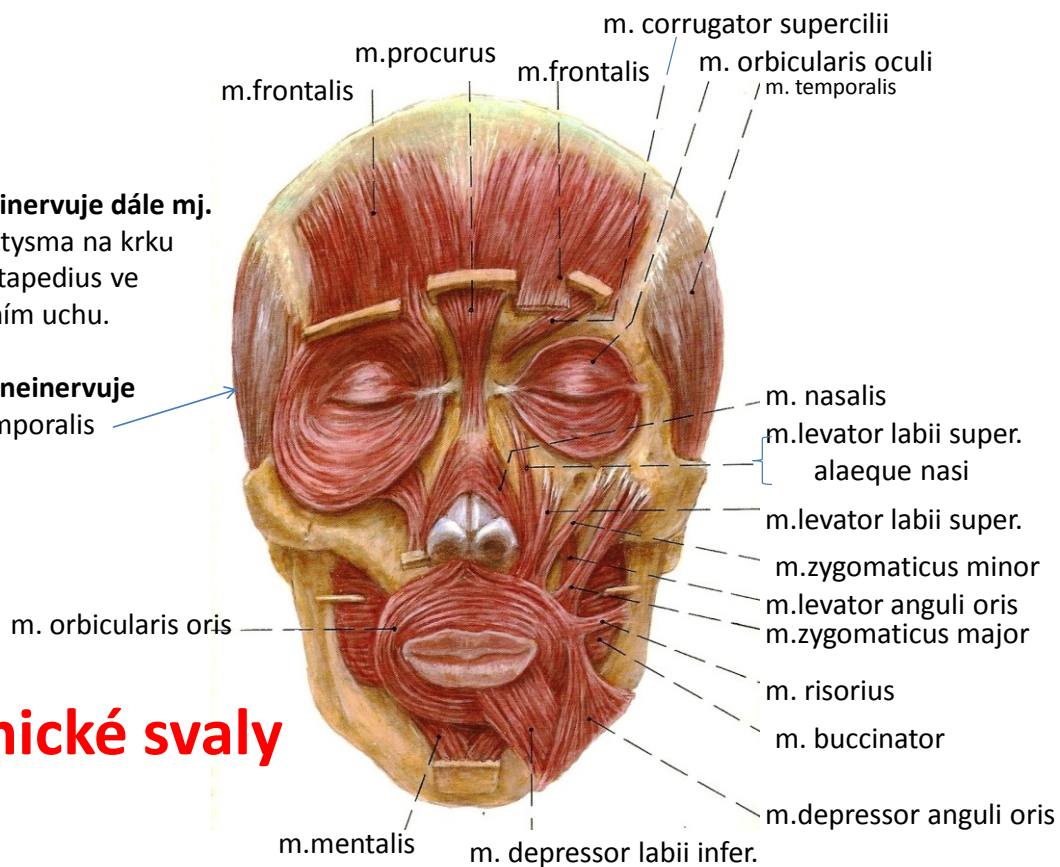
Následující obrázky jsou převzaté a upravené z Anatomie R. Čiháka et al. a jen jiným stylem ukazují podobné (viz též 15.1 a 15.2)

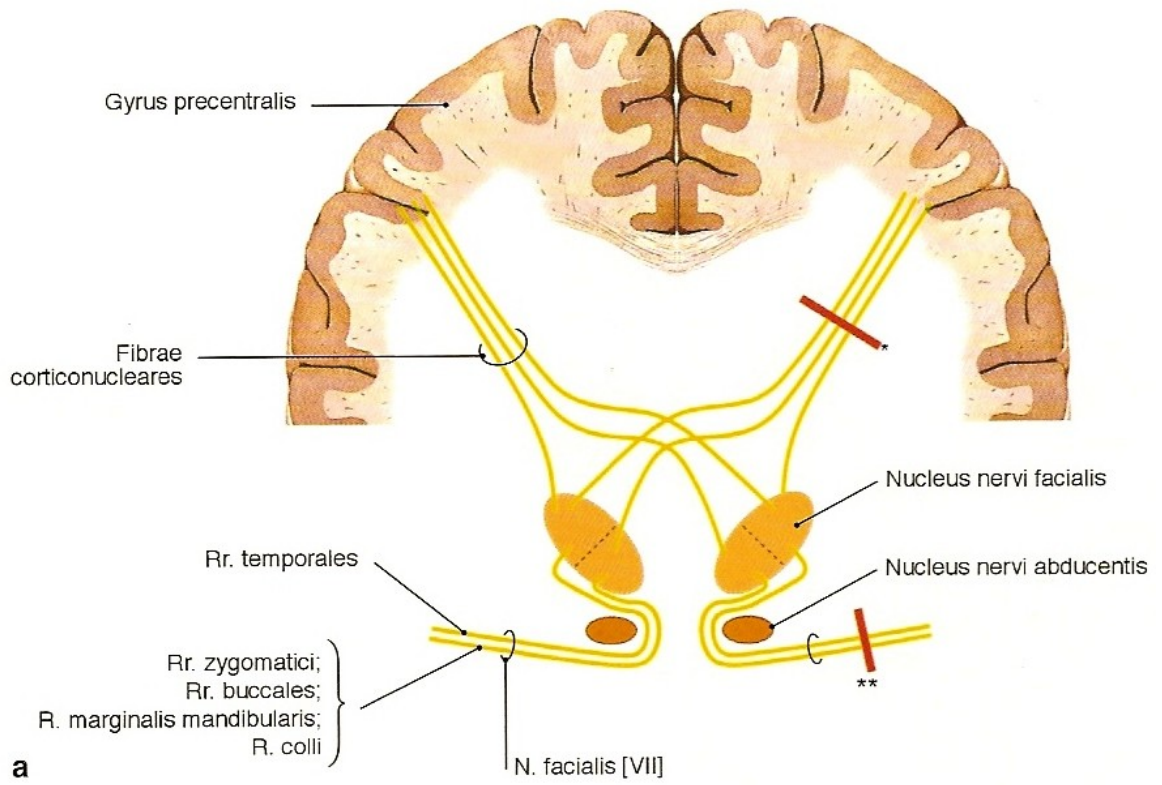


N.VII. inervuje dále mj.
m. platysma na krku
a m. stapedius ve
středním uchu.

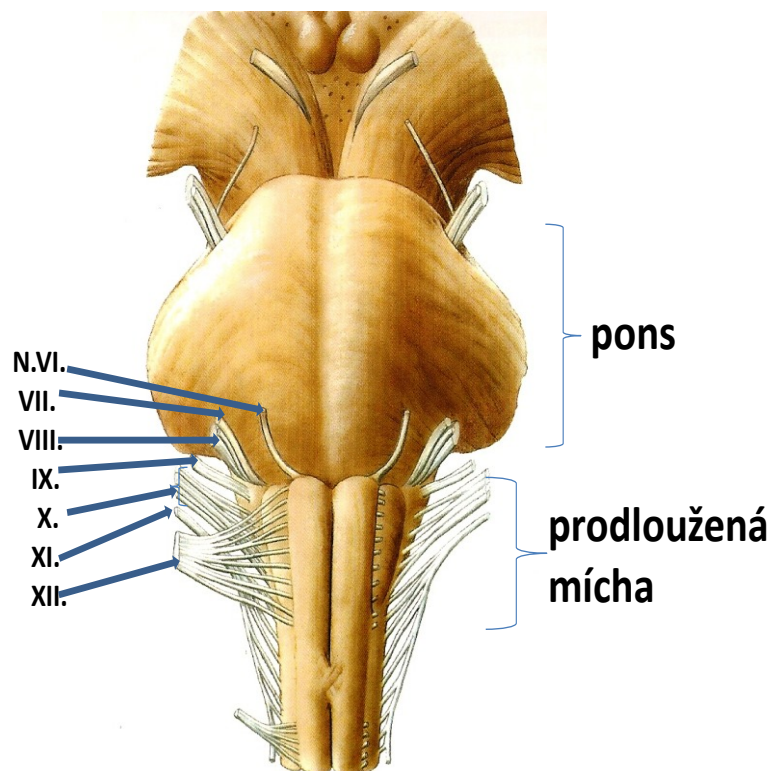
N.VII. neinervuje
m. temporalis

Mimické svaly





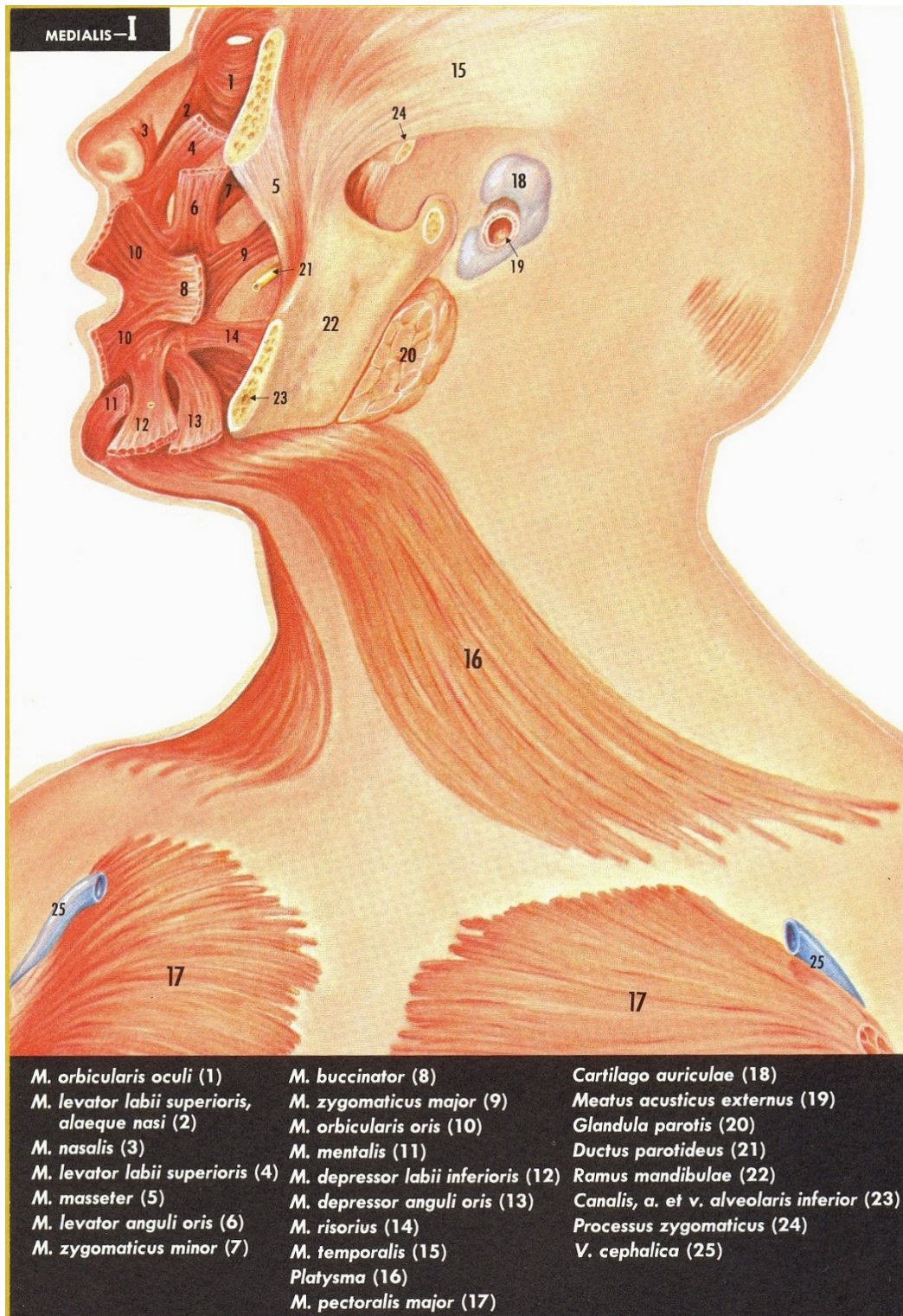
1.11.2. Výstupy hlavých nervů n.VI. – n.XII. z CNS

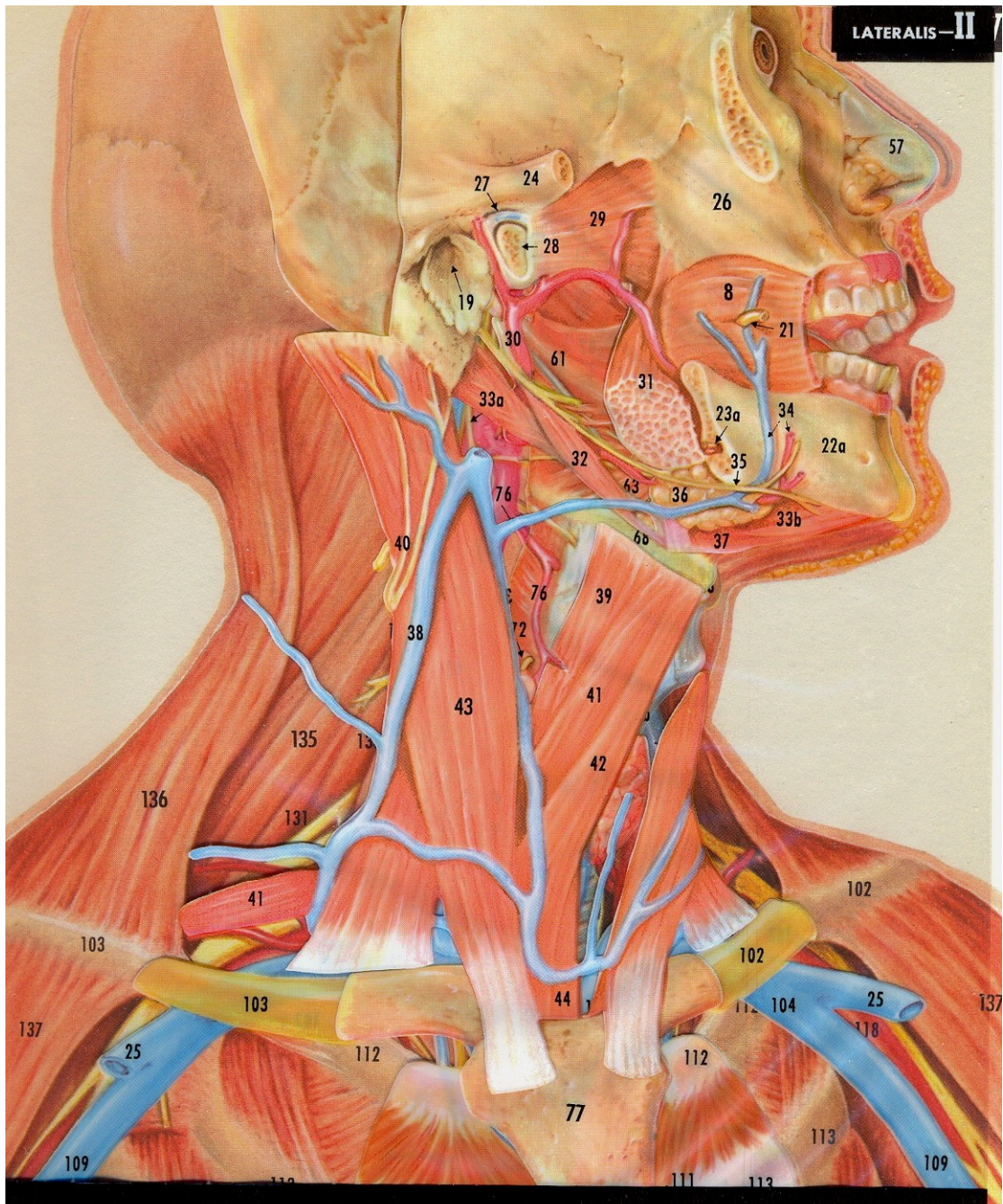


**Výstupy hlavových nervů VI.-XII. v oblasti pontu
a prodloužené míchy.**

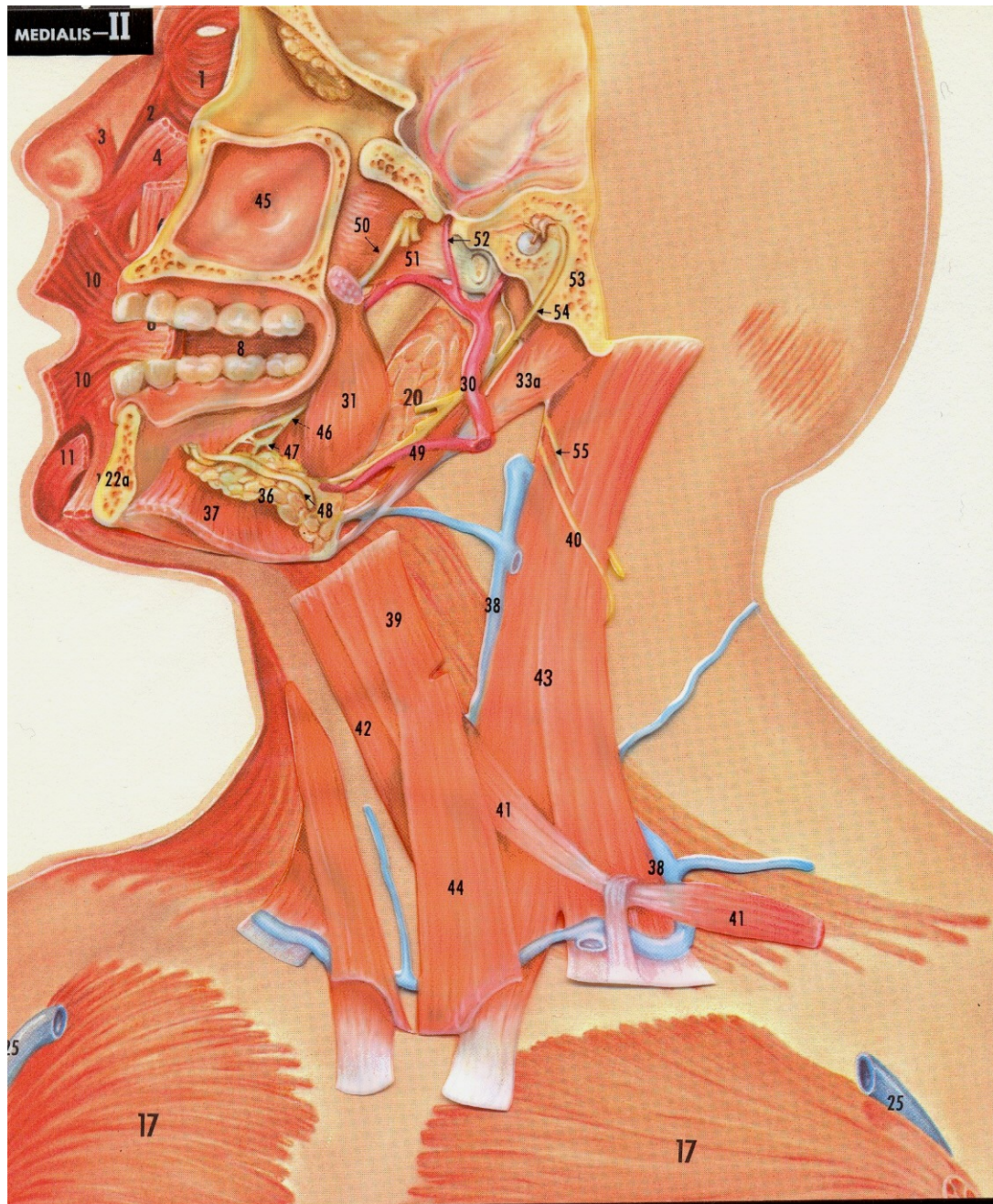
1.11.3 Anatomie hlavy a krku.

(Převzato od Virginia Samter z Association of Medical Illustrators.)





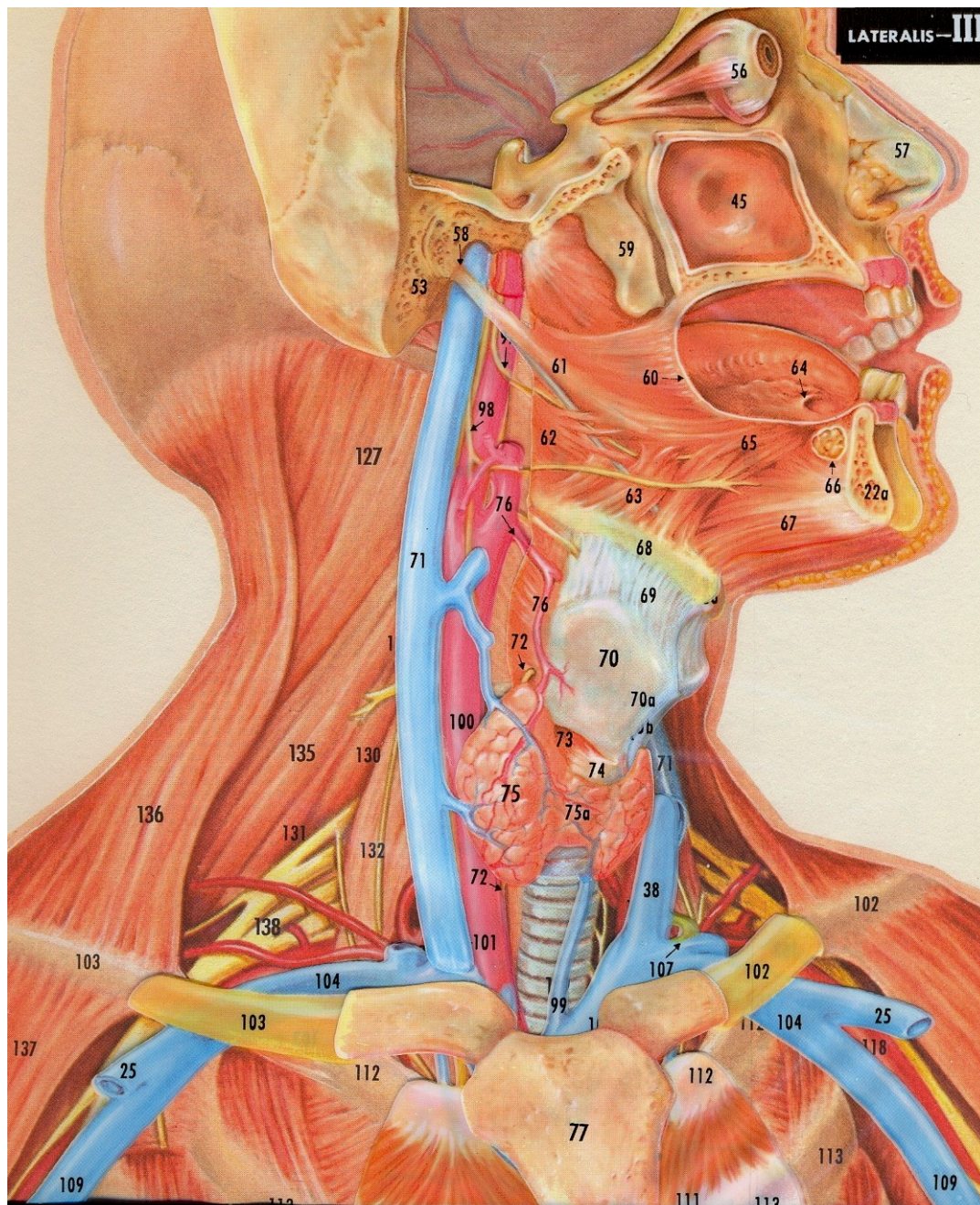
- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| <i>M. buccinator</i> (8) | <i>Capitulum processus condyloideus</i> (28) | <i>Glandulae submandibularis</i> (36) |
| <i>Meatus acusticus externus</i> (19) | <i>M. pterygoideus lateralis</i> (29) | <i>M. mylohyoideus</i> (37) |
| <i>Ductus parotideus</i> (21) | <i>A. carotis externa</i> (30) | <i>V. jugularis externa</i> (38) |
| <i>Corpus mandibulae</i> (22a) | <i>M. pterygoideus medialis</i> (31) | <i>M. thyreohyoideus</i> (39) |
| <i>Canalis mandibulae, a. et n. alveolaris inf.</i> (23a) | <i>M. stylohyoideus</i> (32) | <i>N. auricularis magnus</i> (40) |
| <i>Processus zygomaticus</i> (24) | <i>M. digastricus, venter post.</i> (33a) | <i>M. omohyoideus</i> (41) |
| <i>Facies infratemporalis maxillae</i> (26) | <i>M. digastricus, venter ant.</i> (33b) | <i>M. sternohyoideus</i> (42) |
| <i>Discus articularis</i> (27) | <i>A. et v. facialis</i> (34) | <i>M. sternocleidomastoideus</i> (43) |
| | <i>Ramus marginalis mandibulae, n. facialis</i> (35) | <i>M. sternothyreoideus</i> (44) |



M. buccinator (8)
Corpus mandibulae (22a)
A. carotis externa (30)
M. pterygoideus medialis (31)
M. digastricus, venter post. (33a)
Glandula submandibularis (36)
M. mylohyoideus (37)
V. jugularis externa (38)

M. thyrohyoideus (39)
N. auricularis magnus (40)
M. omohyoideus (41)
M. sternohyoideus (42)
M. sternocleidomastoideus (43)
M. sternothyroideus (44)
Sinus maxillaris (45)
N. lingualis (46)
Ganglion submandibulare (47)

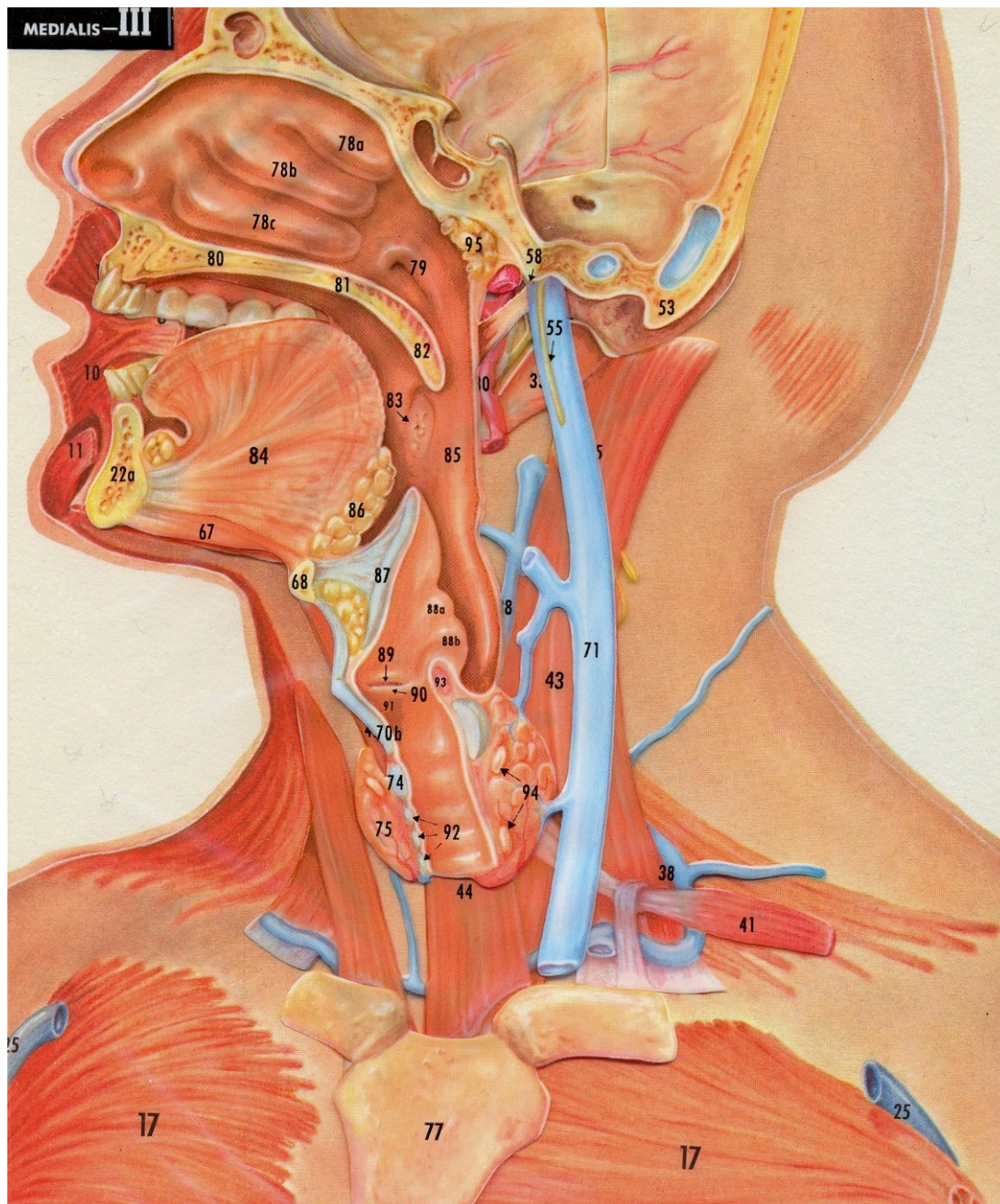
Ductus submandibularis (48)
A. facialis (49)
Ramus mandibulae, n. trigeminus (50)
M. pterygoideus lateralis (51)
A. meningea media (52)
Processus mastoideus (53)
N. facialis (54)
N. accessorius—XI (55)



Corpus mandibulae (22a)
Sinus maxillaris (45)
Processus mastoideus (53)
Bulbus oculi (56)
Cartilago alaris major (57)
Processus styloideus (58)
Lamina lateralis,
processus pterygoidei (59)
Raphe pterygomandibularis (60)
Ligamentum stylohyoideum (61)

M. hyopharyngeus (62)
M. hyoglossus (63)
Frenulum linguae (64)
M. styloglossus (65)
Glandula sublingualis (66)
M. geniohyoideus (67)
Os hyoideum (68)
Membrana thyreochoideae (69)
Larynx (70)
Lamina cartilaginis
thyroidae (70a)

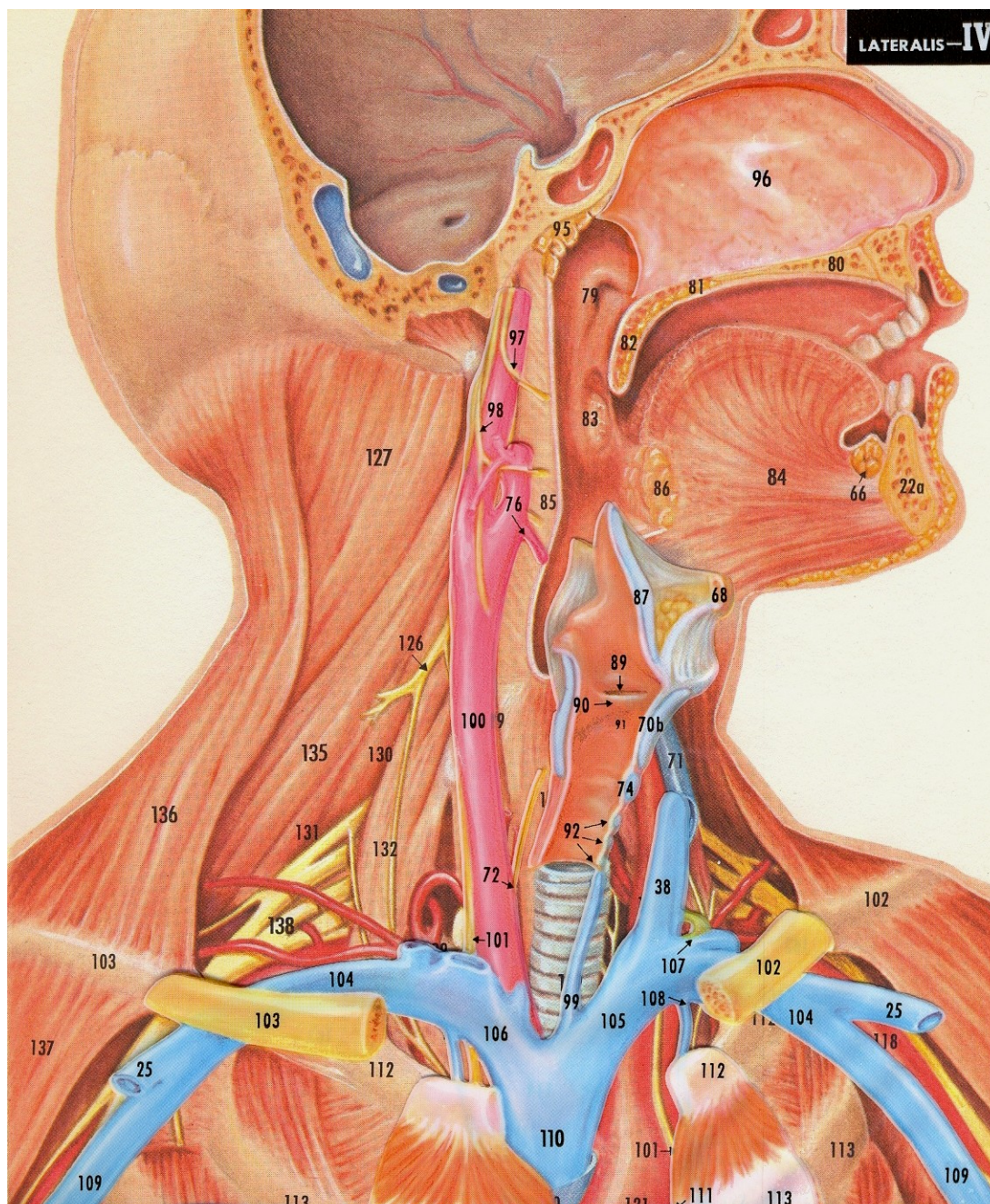
V. jugularis interna (71)
N. recurrens dexter (72)
M. cricothyroideus (73)
Arcus cricoideus (74)
Glandula thyroidea (75)
Isthmus,
glandula thyroidea (75a)
A. thyroideae superior (76)
Manubrium sterni (77)



Corpus mandibulae (22a)
Processus mastoideus (53)
N. accessorius—XI (55)
Processus styloideus (58)
M. geniohyoideus (67)
Os hyoideum (68)
Cartilago thyreoidea (70b)
V. jugularis interna (71)
Arcus cricoideus (74)
Glandula thyreoidea (75)

Manubrium sterni (77)
Concha nasalis superior (78a)
Concha nasalis media (78b)
Concha nasalis inferior (78c)
Ostium pharyngeum tubae auditivae (79)
Palatum durum (80)
Palatum molle (81)
Uvula (82)
Tonsilla palatina (83)
M. genioglossus (84)
Pharynx (85)

Tonsilla lingualis (86)
Cartilago epiglottica (87)
Tuberculum cuneiforme (88a)
Tuberculum corniculatum (88b)
Plica ventricularis (89)
Plica vocalis (90)
Cavum laryngis (91)
Cartilagine tracheales (92)
M. arytaenoideus transversus (93)
Glandulae parathyreoideae (94)
Tonsilla pharyngea (95)



V. cephalica (25)

V. jugularis externa (38)

Os hyoideum (68)

Cartilago thyreoidea (70b)

N. recurrens dexter (72)

Arcus cricoideus (74)

A. thyreoidea superior (76)

Cartilago epiglottica (87)

Plica ventricularis (89)

Plica vocalis (90)

Cavum laryngis (91)

Cartilagines tracheales (92)

Membrana mucosa nasi (96)

N. glossopharyngeus -IX (97)

N. hypoglossus -XII (98)

V. thyreoideae imae (99)

A. carotis communis (100)

N. vagus -X (101)

Clavicula sinistra (102)

Clavicula dextra (103)

V. subclavia (104)

V. anonyma sinistra (105)

V. anonyma dextra (106)

Ductus thoracicus (107)

V. thoracica interna (108)

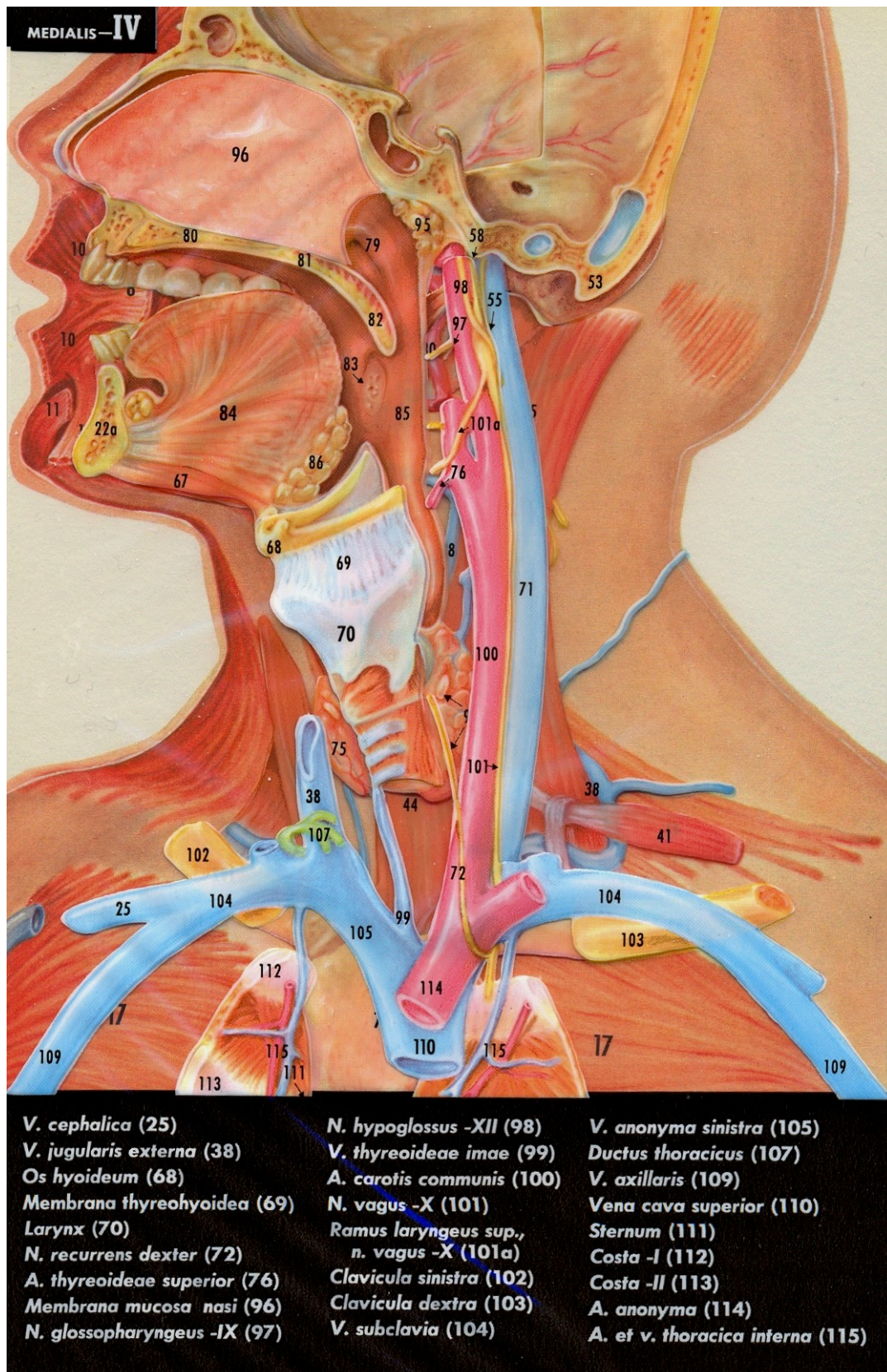
V. axillaris (109)

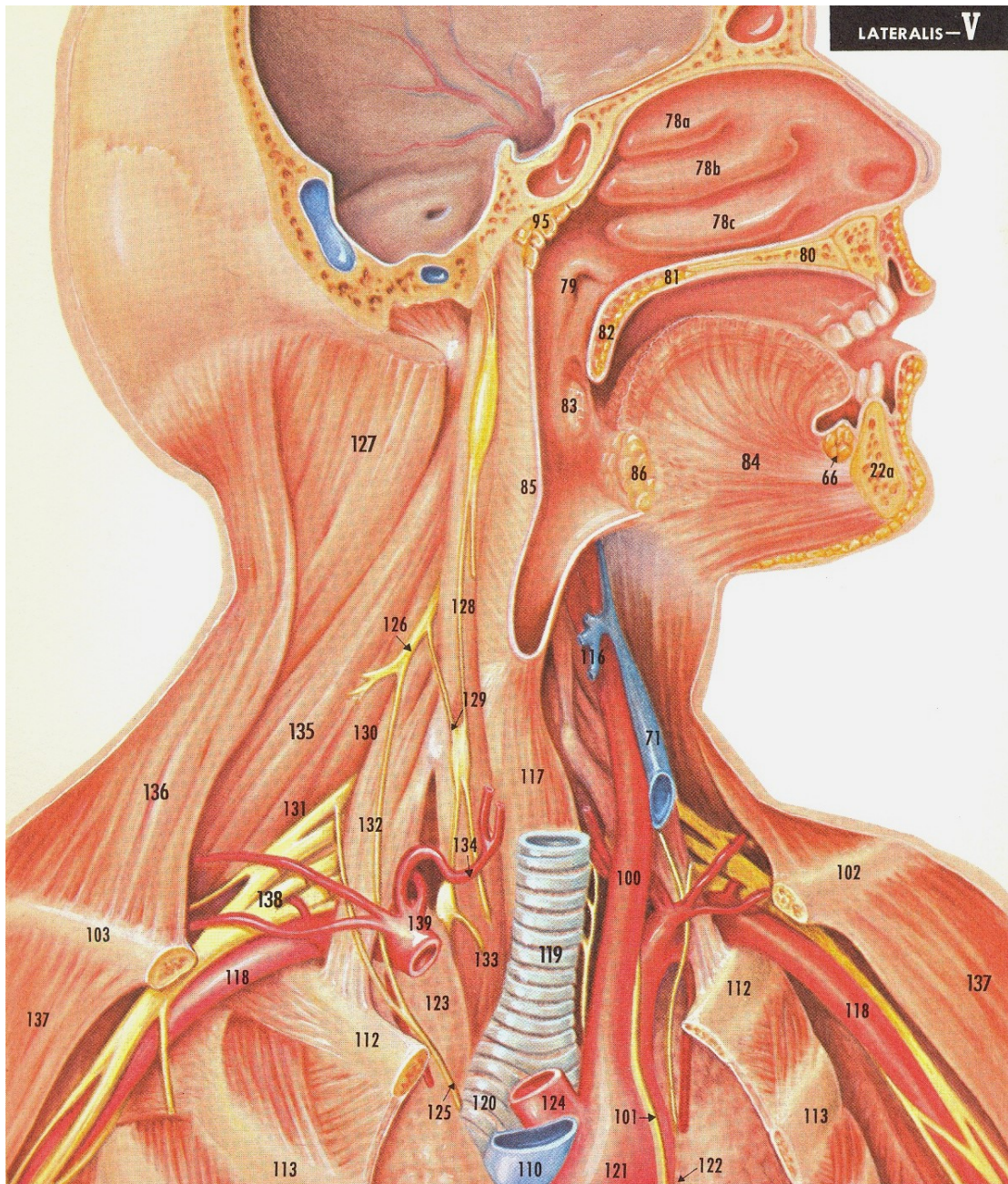
Vena cava superior (110)

Sternum (111)

Costa -I (112)

Costa -II (113)

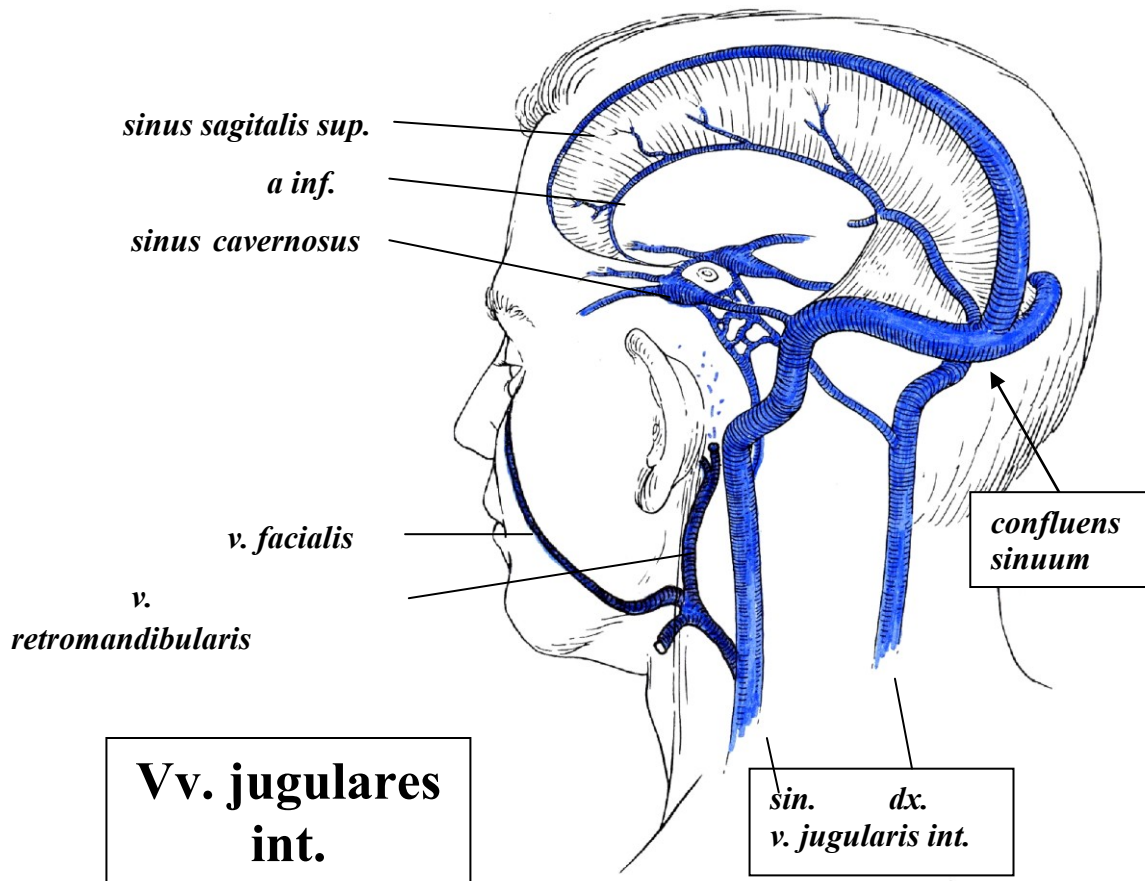
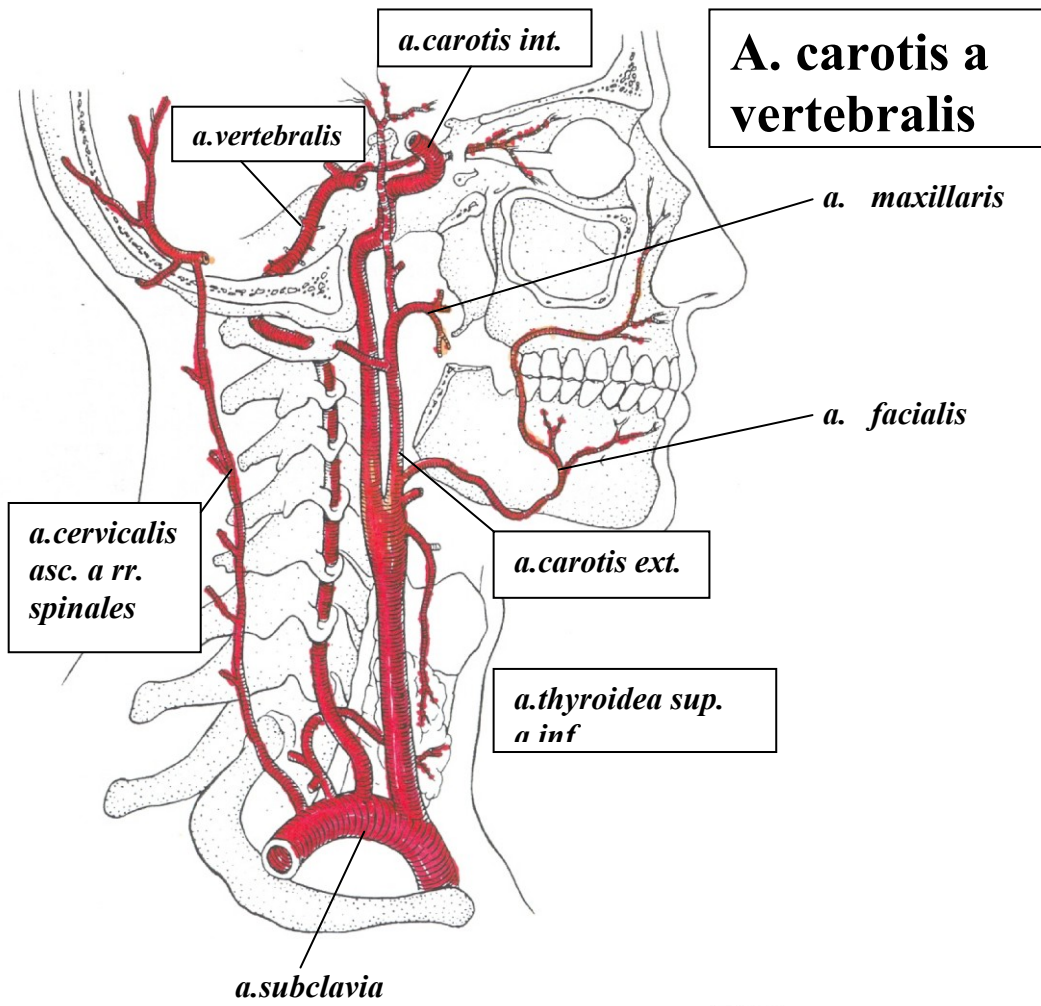




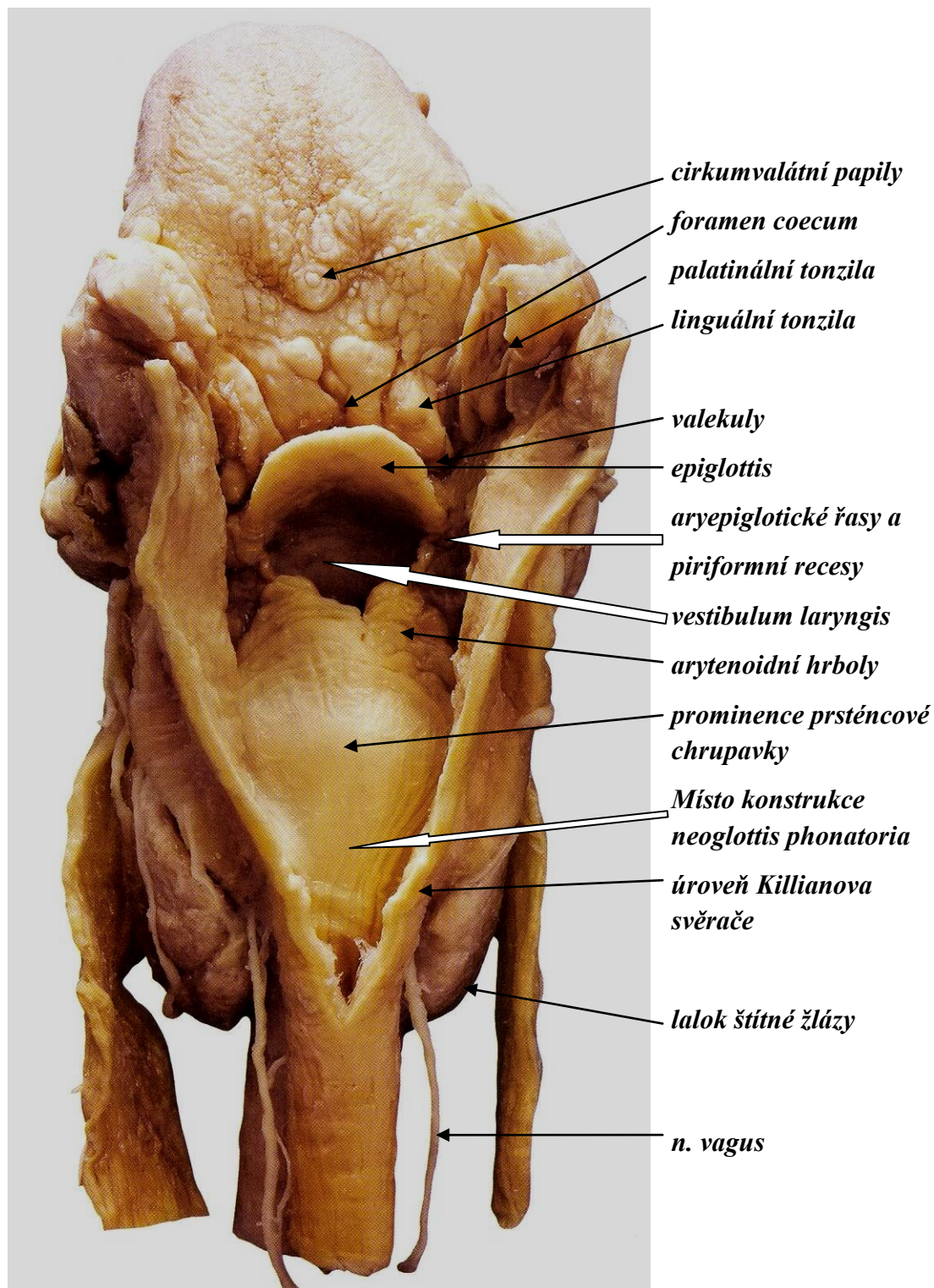
Corpus mandibulae (22a)
Glandula sublingualis (66)
V. jugularis interna (71)
Concha nasalis superior (78a)
Concha nasalis media (78b)
Concha nasalis inferior (78c)
Ostium pharyngeum tubae auditivae (79)
Palatum durum (80)
Palatum molle (81)
Uvula (82)
Tonsilla palatina (83)
M. genioglossus (84)
Pharynx (85)
Tonsilla lingualis (86)
Tonsilla pharyngea (95)

A. carotis communis (100)
N. vagus -X (101)
Clavicula sinistra (102)
Clavicula dextra (103)
Vena cava superior (110)
Costa -I (112)
Costa -II (113)
V. thyroidea superior (116)
Oesophagus (117)
A. subclavia (118)
Trachea (119)
Bronchus (120)
Arcus aortae (121)
N. recurrens sinister (122)
Apex pulmonis (123)
A. anonyma (124)

N. phrenicus (125)
Ramus, n. cervicalis IV (126)
M. splenius capitis (127)
M. longus capitis (128)
Tuberculum caroticum, angulus scalenovertebrales (129)
M. scalenus medius (130)
M. scalenus posterior (131)
M. scalenus anterior (132)
M. longus colli (133)
A. thyroidea inferior (134)
M. levator scapulae (135)
M. trapezius (136)
M. deltoideus (137)
Plexus brachialis (138)
Truncus thyrocervicalis (139)



1.11.4 Sekční preparát orofaryngu, hypofaryngu a hrtanu



1.11.5 Zevní a střední ucho: struktura, funkce a patologie (vybrané kapitoly) (viz též 1.8 a 3.7.2)

Převodní systém slouží k transformaci zvuku z prostředí s nízkou impedancí (vzduch) do prostředí s vysokou impedancí (tekutiny). Středoušní mechanika realizuje 99,9 % vstupní energie zvuku a jen 0,1 % je absorbováno převodním systémem (především třením). Při transformaci dochází k přeměně vlnění vzdušného v mechanické vibrace převodního systému, které jsou nakonec přeměněny ve vlnění v tekutém prostředí. Tak vlnění o malém tlaku a velké amplitudě se mění ve vlnění o velkém tlaku a nízké amplitudě.

Zvuk je souhrou vlnění, které generují vibrující zdroje a šířením takovýchto vln vzdušným prostorem k uchu. Základní vlna je **sinusoida** s řadou charakteristik, z nichž nejpodstatnější je **frekvence a amplituda**.

Jedna zvuková vlna tvoří jeden **cyklus** a opakováním určitého počtu cyklů za sekundu vzniká **frekvence**. Jednotkou frekvence zvuku je hertz **Hz**. Amplituda (rozkmit) je velikost mezi maximem a minimem vlny. Prakticky amplituda tónu vyjadřuje jeho intenzitu a frekvence jeho výšku. Většina zvuků, které percipujeme ze svého okolí, je složitá, tvořená souborem mnoha tónů. Složité zvuky lze popsat matematicky Fourierovou řadou, kterou lze komplex rozložit na jednotlivé tóny. Na stejném principu analyzují zvuky i sluchová centra po stimulaci.

Klinické studium sluchu je orientováno na měření minimální intenzity vjemu lidským uchem, což je v audiologii označováno jako **sluchový práh**. Protože lidské ucho je schopné vnímat milionnásobné a větší rozdíly v intenzitě zvuku, bylo nutné zvolit jednotku, která komprimuje tyto rozdíly do praktického užití a tou je **decibel**.

Decibel je pak definován: počet decibelů = $10 \log$ na 10, tj. **jako intenzita zvuku lomená referenční intenzitou**. A nebo: počet decibelů = $20 \log$ na 10, tj. **jako tlak zvuku lomený referenčním tlakem**.

Decibelová škála je relativní, založená na srovnání intenzity zvuku nebo tlaku se standardem referenční hladiny. **Referenční hladina** používá nejnižší tlak zvuku, který je obecně vnímán sluchově zdravým člověkem a je rovna $20 \mu\text{Pa}$ ($2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$). Hladina intenzity v decibelech je pak označena jako **SPL** (sound pressure level) a ta se = $20 \log$ na 10 (tlak měřené vlny zvuku lomený $20 \mu\text{Pa}$).

Jde o logaritmickou škálu: desetinásobné zvýšení tlaku zvuku odpovídá 20 dB zvýšení intenzity. Logaritmus 1 = 0. Proto 0 dB SPL nekoresponduje s nulovým zvukem, ale koresponduje s referenčním tlakem zvuku.

Pokud hovoříme o referenční hladině tlaku zvuku, je tlak zvuku popsán v jednotkách dB SPL.

Průměrný práh sluchu u člověka pro každou frekvenci slouží jako referenční hodnota. Při užití této referenční hodnoty hovoříme o decibelovém sluchovém prahu dB HL (hearing level). Hodnota 0 dB HL říká, že na testované frekvenci měřený sluchový práh je roven průměru sluchových prahů u určité množiny lidí.

Zevní ucho zesiluje a modifikuje spektrum zvukového vlnění a zajišťuje binaurálním slyšením slyšení směrové a prostorové. To je dáno rozdílem v slyšení mezi oběma ušima v čase a intenzitě a je to závislé na úhlu, z jakého dopadají na jedno a druhé ucho zvuky ze zdroje. Nejpřesnější směrové rozlišení je docilováno zvuky kolem 1 kHz. Je to výsledek toho, že zvuk do ucha vzdálenějšího od zdroje dopadá se zpožděním a dále toho, že hlava a boltec vytvářejí pro odlehlejší ucho zvukový stín.

Zevní zvukovod působí jako redukční filtr pro nižší frekvence, naopak jako rezonátor a zesilovač pro střední frekvence a jako směrově závislý filtr ve vysokých frekvencích pro zjemnění prostorového slyšení.

Jestliže zvuková vlna má úhel mezi zdrojem a hlavou 45 stupňů, vlivem boltce dochází ke zlepšení sluchu o 3 dB na 4 kHz. Koncha boltce má maximum zisku 10 dB na 4-5 kHz, zatímco zvukovod zajišťuje podobný zisk, ale s vrcholem na 2,5 kHz. Součet všech komponent naznačuje, že maximální zesílení zvuku se docílí v pásmu 2-5 kHz, přičemž na frekvenci 2,5 kHz to může činit až 20 dB. (Prvotní sluchadla v podobě trychtýřů byla funkční zejména u presbyakuze, kde je významný fenomén vyrovnání hlasitosti.)

Střední ucho. Převodní ústrojí je transformátorem zvukového vlnění v mechanické vibrace bubínku a řetězu kůstek, které nakonec je převedeno na vlnění v tekutinách vnitřního ucha a stimulaci smyslových buněk. **Bubínek** má tloušťku u člověka asi 0.08 mm, průměr asi 10 mm. Úplná plocha bubínku je asi 85 mm², ale funkčně výkonná asi 55 mm². Bubínek je z viskózně elastického materiálu, přenos vlnění z bubínku je zajištěno úponem manubria kladívka.

Zjednodušená představa říká, že středoušní mechanika funguje jako čistý transformátor, který zesiluje tlak zvuku o 27-30 dB, což je realizováno dvěma činiteli:

1. poměrem plochy funkční části bubínku k poměru plochy ploténky třmínku, které jsou 22:1 a
2. pákovým poměrem, který je dán poměrem délky manubria k délce crus longum, což je 1,3:1. (Znalost těchto parametrů stála u kolébky tympanoplastik začátkem padesátých let XX. století.)

Uvedené parametry by byly správné, pokud by platil předpoklad, že se uplatňují stejně v různých frekvencích a současně další předpoklad, že existuje fázový posun dopadu zvuku mezi oválným a okrouhlým okénkem.

Transformace zvukové energie přes převodní soustavu se neděje v širokém pásmu frekvencí rovnoměrně proto, že bubínek klade rozdílný odpor různým frekvencím a totéž i přenos v kloubech řetězu kůstek. To je známo především u inkudomaleárního kloubu, kde již anatomická struktura naznačuje jeho funkci jako šroubovice, která se uvolňuje nebo naopak dotahuje různou mírou v různých frekvencích. Přenos se zlepšuje nad 1 kHz

Velikost vzrůstu akustického tlaku středoušní mechanikou je závislá na frekvenci: Průměrný zisk je kolem 20 dB mezi 250 a 500 Hz, **maxima dosahuje na frekvenci 1 kHz – asi 26.6 dB** a pak rychle klesá, asi o 8,6 dB na oktávu, až na frekvenci 7 kHz a vyšších je tlakový zisk nulový. **Průměrný zisk je 23 dB.** Menší zesílení ve vyšších frekvencích je nezbytné, protože tyto frekvence snadněji již samotné překonávají odpor tekutin vnitřního ucha. Určitou roli sehrává též pohyb

ploténky třmínku, který není pístový, ale kymácivý, podobný pohybům lodičky ve vlnách.

Sluchová trubice.

Sluchová trubice je u dospělých dlouhá 31 až 44 mm, u novorozence poloviční délky. Osa trubice je od všech rovin lebky odkloněna o 45° , u dětí je odklon v rovině horizontální výrazně menší. Chrupavčitá porce je v průměru dlouhá 30 mm, její konec se zasouvá do kostěné části, takže délka flexibilní části je asi 24-28 mm. Vertikální průsvit je 6-7 mm poblíž faryngálního ústí a asi 3,5 mm poblíž ústí tympanálního. Přetlak v nosohltanu a podtlak ve středouší vede k průniku vzduchu, ale také sekrece z nosohltanu do středního ucha. Pasáž je ovládaná také „chlopní“, tj. kolapsem chrupavčité části trubice, která je v klidovém stadiu uzavřená. Při stahu m. tensor veli palatini, což se děje při polykání a zívání a částečně i při žvýkání, se chlopeň otevře, zejména v laterální části. Proti očekávání matematické modely této funkce ukázaly výhodnost delších sluchových trubic oproti kratším. Uzávěrová funkce elastickou chrupavkou je výkonnostně slabší, než otevírací síla tenzoru. M. salpingopharyngeus otevírání podporuje fixací hltanového ústí. (Obr. v I.11.6)

Funkce sluchové trubice je ventilační, protekční a drenážní. Ventilační funkce zajišťuje vyrovnání tlaku ve středouší s tlakem vzduchu ve zvukovodu. Je pod kontrolou baroreceptorů ve středouší. Malé výkyvy kompenzuje i elastický bubínek.

Protekční je ve smyslu ochrany proti průniku infekce (sekretu) z nosohltanu. Průnik je snazší nejen při tuba patens a pravděpodobnější při vleklé zánětlivé patologii v nosohltanu, ale také při perforaci bubínku: ta umožňuje pasáž trubicí i při nižších tlacích, než jsou fyziologické, neb chybí zpětné působení tlaku v dutině bubínkové. Extrémem je **tuba patens**, podmíněná různou patologií, např. atrofií peritubální svaloviny a Ostmannova tukového tělesa, subjektivně charakterizovaná autofonií. Druhým, opačným extrémem je pak zánik otevírací funkce tuby a uzavěrové funkce nosohltanu při rozštěpech měkkého patra. Vzniká na jedné straně obstrukce, ztrácí se přetlak v nosohltanu a zvyšuje se riziko infekce. Při posmrkávání, čichání a vzlykání může vznikat v nosohltanu podtlak, který může vzduch ze středouší odsávat.

Drenážní funkce je zajišťována řasinkami respiračního epitelu v trubicí.

Pro fyziologii středního ucha je významné udržení tlaku vzduchu stejného jako v okolním prostředí. To platí ve všech jeho částech, také pro epitympanum, kde mohou anatomické přepážky vlivem patologie snadno tuto část od ventilace oddělit. Epitympanum je spojeno s mezotympanem tympanickými istmy. Prusakův prostor, uložený za pars flaccida bubínku, má vlastní ventilační spojení do mezotympana, jehož uzavěrem vznikají retrakční kapsy. Podobně může být zánětlivými granulacemi či srůsty vytvořena přepážka na úrovni aditus ad antrum a zejména na úrovni zmíněných tympanických istmů: vzniká tzv. mezoepitympanální bariéra.

Středoušní svaly

Oba svaly se aktivují na akustické podněty o intenzitě 70-90 dB nad prahem, reflexně se kontrahují po latenci delší než 10 ms, čímž je zpevněn řetěz kůstek a tím snížen přenos vibrací a tak intenzity zvuku v hodnotě asi 5-10 dB, především ve frekvencích pod 2 kHz. V tomto směru je akce třmínkového svalu výraznější. Akustický podnět je realizován sluchovou dráhou do úrovně komplexu horní olivy (tractus olivocochlearis). Vlákna odtud vycházející se částečně kříží a částečně ne, což vede k tomu, že jednostranný podnět se projeví oboustranným akustickým reflexem.. Reflex m. tensor tympani je realizován přes n. trigeminus a reflex stapediální přes n. facialis.

Akustický reflex má malý význam při ochraně proti kontinuálnímu hluku a žádný proti pulsnímu pro zpožděný nástup. Jsou hledány jiné funkce, jako např. redukce dolních harmonických frekvencí a stabilizace řetězu kůstek. Tyto teorie předpokládají, že stapediální reflex pomáhá verbální komunikaci tím, že se zlepšuje rozumění vysokofrekvenčních složitých zvuků modulováním těch nižších, které při větší intenzitě maskují vysoké frekvence. Tyto teoretické předpoklady nedokládají ale výsledky třmínkových operací.

Myoclonus středoušních svalů se projevuje objektivním tinitem, třmínkový sval prezentuje jakési kliknutí, napínač bubínku brum. V některých případech se ukazuje, že napínač bubínku je odpovědný za tzv. ipsilaterální inverzní reflex: ten se objevuje s latencí po akustickém podnětu a na tympanometru má obrácenou výchylku než třmínkový reflex (to je nutné odlišit od (ipsilaterálního) pseudoreflexu, který je běžný u uší hluchých a také takřka standardní u otosklerózy: jde o fyzikální jev podmíněný akustikou zvukovodu a probíhá bez latence.)

Vyšetření středoušních funkcí:

Tónová audiometrie viz 3.7.2.3

Tympanometrie (též 3.7.2.8): nízkofrekvenční tympanometrie se nehodí u dětí do 7 měsíců věku. Používá se tzv. vysokofrekvenční se zkušebním tónem 1 kHz.

Klasifikace křivek:

A typ: takto hodnotíme křivku s vrcholem kompliance mezi -150 až + 150 daPa a s normální imitancí od 0,2 do 2,5 mmhos. Zaoblení vrcholu kompliance a snížení imitance pod 0,2 mmhos najdeme u nemocných s otosklerózou, také u výpotků v dutině bubínkové nebo u tympanosklerózy bubínku. Naopak vyhrocená kompliance s imitancí nad 2,5 mmhos je důsledkem zvýšené poddajnosti bubínku u atrofí nebo rozkloubení řetězu kůstek.

B typ: plochá křivka bez vrcholu kompliance a imitance: nález je vztahován k objemu zvukovodu. Průměrný objem je u dětí 0,4 až 1,0 ml, u dospělých 0,6 až 1,6 ml.

- U normálních zvukovodu signalizuje otitis media, kompletní vyplnění dutin bubínkové výpotkem
- S úzkým zvukovodem signalizuje okluzi zvukovodu nebo nasměrování sondy proti stěně zvukovodu
- U širokých zvukovodů signalizuje možnost perforace bubínku a tuba patens.

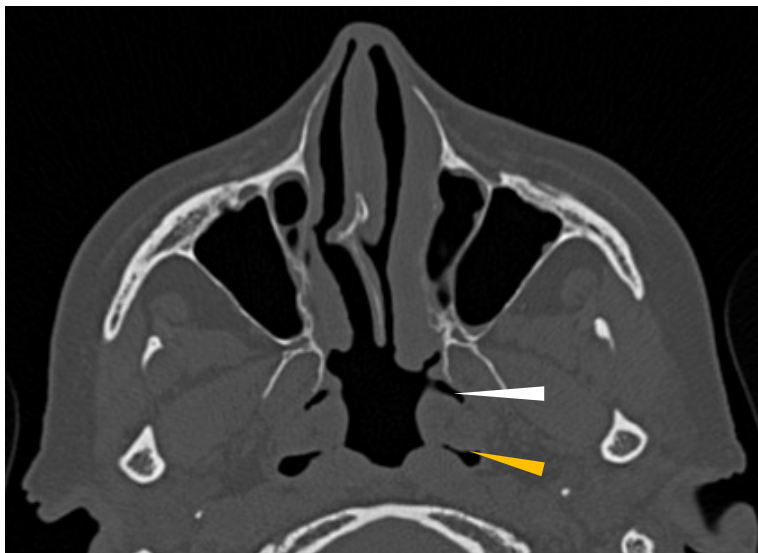
C typ signalizuje podtlak v dutině bubínkové a je důsledkem dysfunkce sluchové trubice – při poklesu pod -150 daPa.

Akustický reflex je považován za vyhaslý, pokud se nevybaví intenzitou 100 dB nad prahem sluchu. Kontrakce třmínkového svalu změní středoušní imitanci, která se projeví deflekcí v záznamu. U normálního sluchu se reflex objeví oboustranně po jedno nebo oboustranné stimulaci. Ztráta reflexu signalizuje poruchu sluchu nebo obrnu n.VII. Reflex chybí u perforací bubínku a při výpotcích ve středouší, fixovaných kůstkách apod.

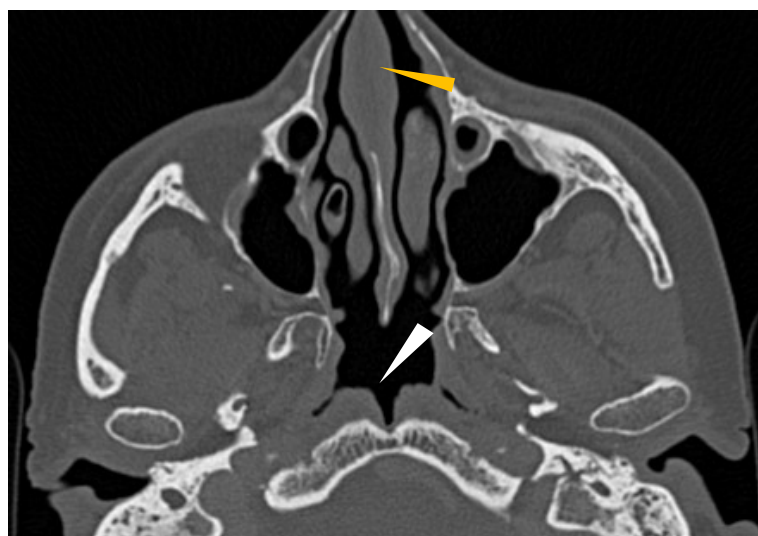
1.11.6 HRCT paranazálních dutin, nosohltanu a spánkových kostí v axiální rovině



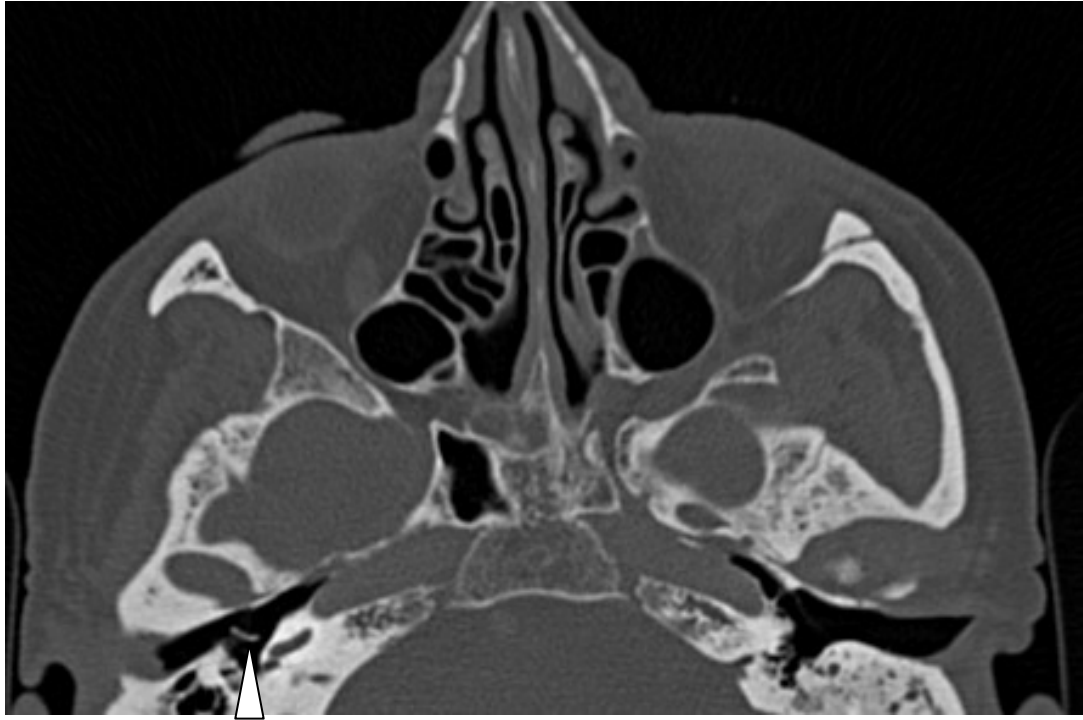
Výrazné tubární tóry a recesy faryngeální (Rosenmülleri) oboustranně, vysoké subseptum v dutinách čelistních, spina na septu.



*Sluchová trubice
Recessus pharyngeus Rosenmülleri*



*Masivní tuber septi nasi.
Velké polštáře měkkých tkání pod úrovní klenby nosohltanu imponují jako astrofická hltanová mandle, ve střední čáře jsou oddělené hlubokým vchlípením sliznice.*



Protympanum, crus longum incudis, okrouhlé okénko do bazálního závitu hlemýždě.

Pneumatizované střední skořepy, systém etmoidů



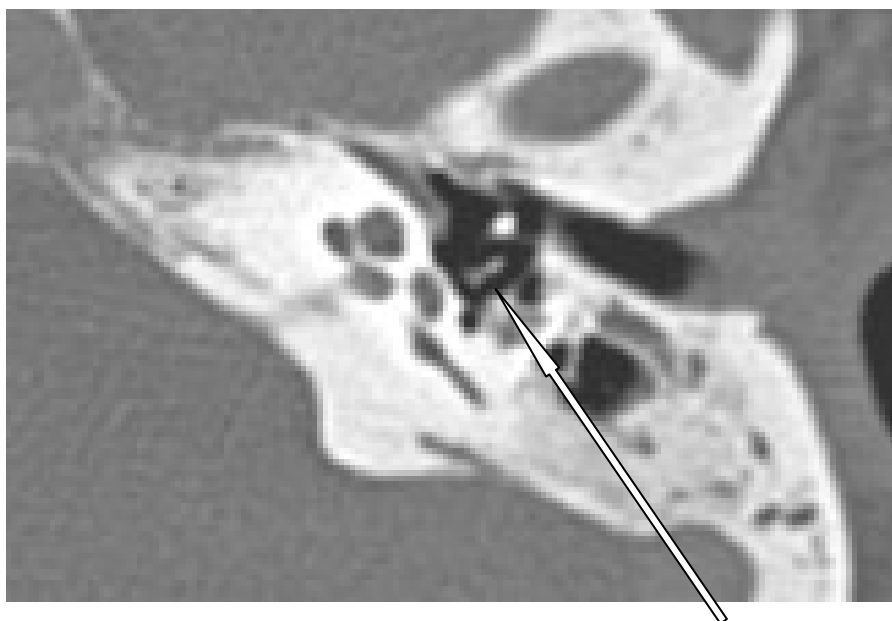
Dutina bubínková, kovádlíka a hlavička kladívka, střední a horní závit hlemýždě. Na straně druhé okrouhlé okénko a hlavička třmínku a proc. lenticularis incudis.



Řez o mm výše. Tělo kovadlinky a hlavička kladívka. Vnitřní zvukovod a na něj navazující střední a horní závit hlemýždě. Asymetrie klínových dutin hypofýza.



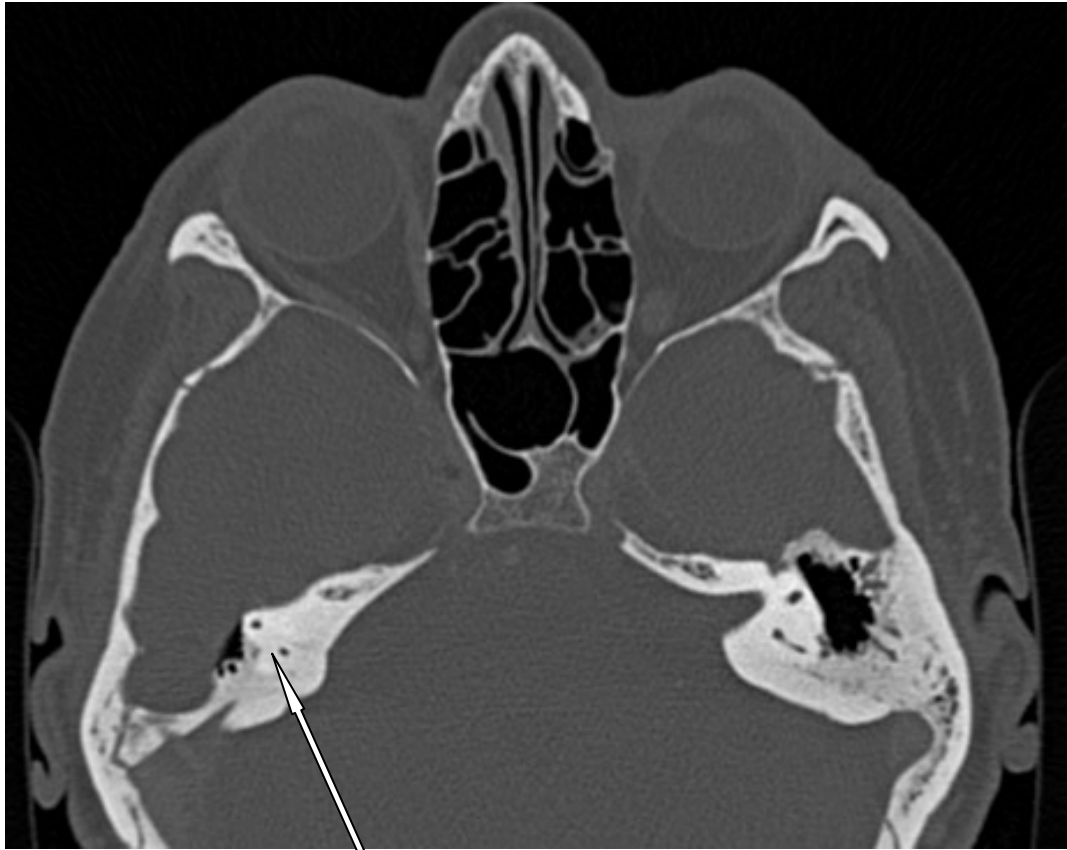
Řez o další mm výš: boční polokruhovitá chodbička, vnitřní zvukovod, průřez manubriem a stín třmínku s oválným okénkem do dolního závitu.



Zvětšení výšeče předchozího: průřez manubriem, processus lenticularis a třmínek s náznakem oválného okénka v bazálním závitu hlemýždě.



Řez na úrovni asi středu manubria, hlavičky třmínku a úrovně tympanického ostia sluchové trubice. Průřezy hlemýžděm a kanálky.



Řez na úrovni pod eminentia pyramidalis, jsou patrné průřezy polokruhovitými chodbičkami, na straně druhé pak vnitřní zvukovod. V oblasti paranazálních dutin je hluboké meziseptum asymetrických klínových dutin.

1.11.7 Vestibulookulární reflexy (VOR)

VOR zajišťují společně s vestibulokolárními (rovnovážně krčními) reflexy stabilitu objektů na retině během pohybu hlavou a tedy stálou zrakovou ostrost. Pohyby krku kompenzují vestibulokolární reflexy, zatím co pohyby hlavy kompenzují vestibulookulární reflexy. Bez stabilizačního efektu vestibulookulárních reflexů pertubace hlavy již menší než 2 Hz nebo 80° může vést k retinálnímu míhání, které významně snižuje zrakovou ostrost.

Zraková ostrost se oslabuje (klesá) o 50 % při odklonu o 2° ze středu fovey. Fovea má v průměru asi 0,5 mm a je to ta část retiny, kde je hustota fotoreceptorů největší a zraková ostrost nejvyšší. **Hlavním úkolem vestibulookulárních reflexů je udržet pozorované objekty ve středu fovey, což umožňuje pozorovateli vidět objekt ostře (jasně) i během pohybů hlavou.**

Když se otáčí hlava, odpovídají vestibulookulární reflexy stejným pohybem očí co do velikosti, ale v opačném směru. Pohyby hlavou mohou být rotační a translační, obojí stimulují VOR. **Při rotačním pohybu se pohybuje hlava relativně vůči tělu.** Příkladem je otočení, předklonění či zaklonění a stranové uklonění hlavy. **Translační pohyb nastává, když tělo a hlava se pohybují jako celek,** přičemž tento celek může být v přímém stoji, předklonu, záklonu, bočním úklonu. **Rotační vestibulookulární reflexy (r-VOR)** odpovídají na úhlový pohyb hlavy a vedou ke stimulaci polokruhovitých kanálků, zatím co **translační vestibulookulární reflexy (t-VOR)** jsou odpovědné za lineární pohyb těla a vedou ke stimulaci otolitových orgánů. Souběh úhlového pohybu hlavou a lineárního zrychlení či zpomalení pohybujícího se těla vedou ke kombinaci obou, r-VOR a t-VOR.

Anatomie a fyziologie VOR

Zjednodušeně VOR jsou tvořeny tříneuronovým reflexním obloukem: ganglion vestibuli, nucleus vestibulares a nucleus oculomotorii. Ve skutečnosti je toto jen základní struktura a patofyziologie VOR je komplexnější.

Rotační vestibulookulární reflexy.

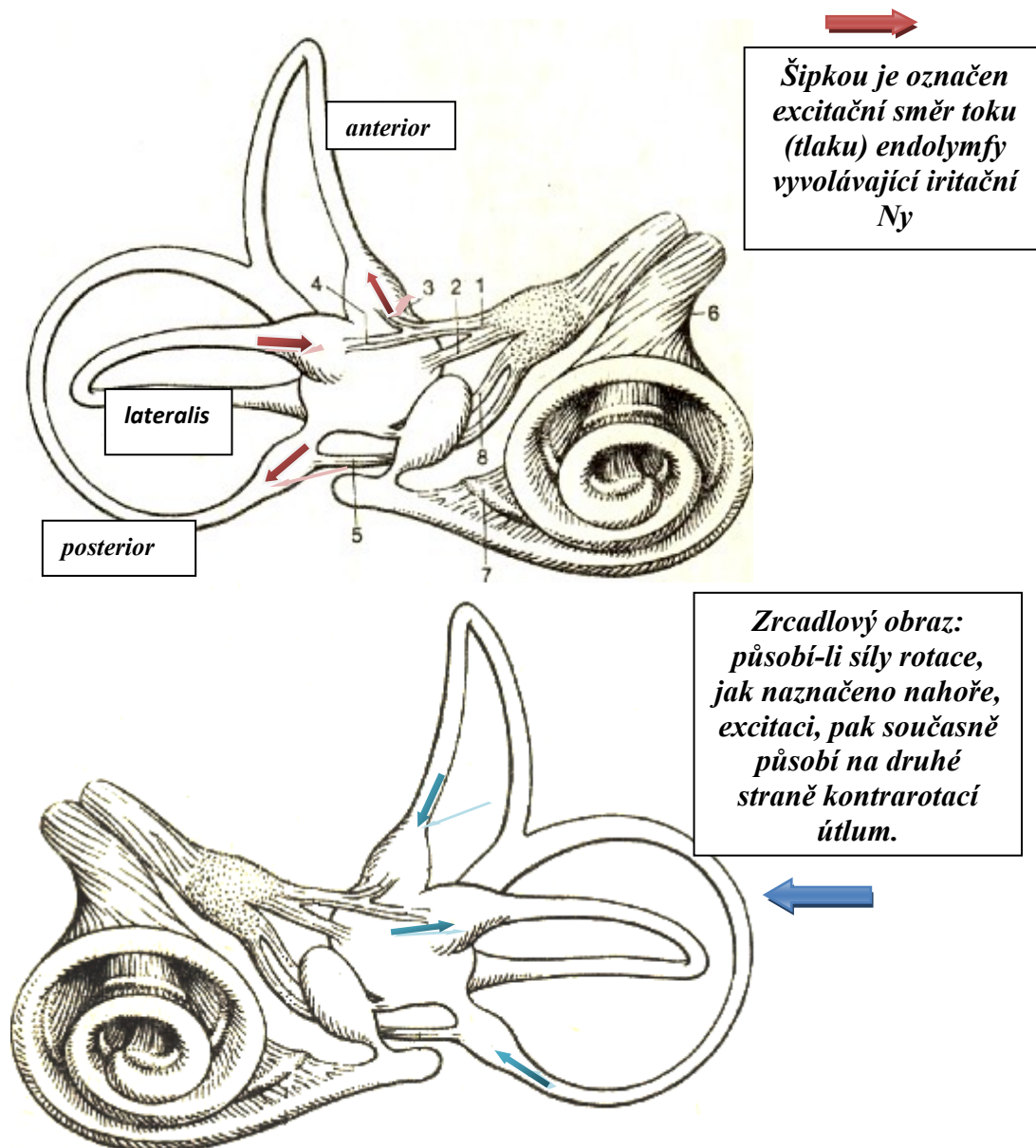
V průběhu rotace hlavy endolymfa v polokruhovitých kanálkách se posunuje vlivem vlastní inertnosti, což vede k nachýlení kupuly. **Endolymfatický tlak směřující ke kupule je pro horizontální kanálek excitační. Naopak je tomu u ampuly horního a zadního kanálku: zde je excitační tlak ampulofugální.** Dostředivá nervová vlákna vestibulární porce n.VIII., patřící ggl. vestibulare, směřují excitační i inhibiční podněty do 4 vestibulárních jader (mediální, laterální, horní a dolní). Různé regiony uvnitř jader se promítají do jader okulomotorických (pro n. III., IV. a VI.). Následně eferentní podněty z těchto jader usměřují potřebnou míru kontrakce nebo relaxace příslušného okohybného svalu.

Excitace předního kanálku (anterior, horního) vede ke kontrakci stejnostranného m. rectus superior a kontralaterálního m. obliquus inferior a naopak vede k relaxaci protilehlých, zrcadlových svalů. V důsledku toho dochází k torzním pohybům oka nahoru.

Excitace zadního kanálku (posterior) vede ke kontrakci stejnostranného m. obliquus superior a druhostranného m. rectus inferior a relaxaci opět protilehlých svalů. Výsledkem je torzní pohyb bulbů dolu.

Excitace zevního kanálku (laterální, boční) vede ke kontrakci stejnostranného m. rectus medialis a druhostranného m. rectus lateralis a relaxaci opět protilehlých, zrcadlových svalů. Výsledkem je horizontální pohyb bulbů k nedrážděné straně.

Vestibulocerebellum srovnává vstupy ze zrakových a rovnovážných sensorů a zprostředkovává změny ve VOR po poškození vestibulární nebo zrakové funkce.



Upravené schéma labyrintů podle H. Feneis: Anatomický obrazový slovník

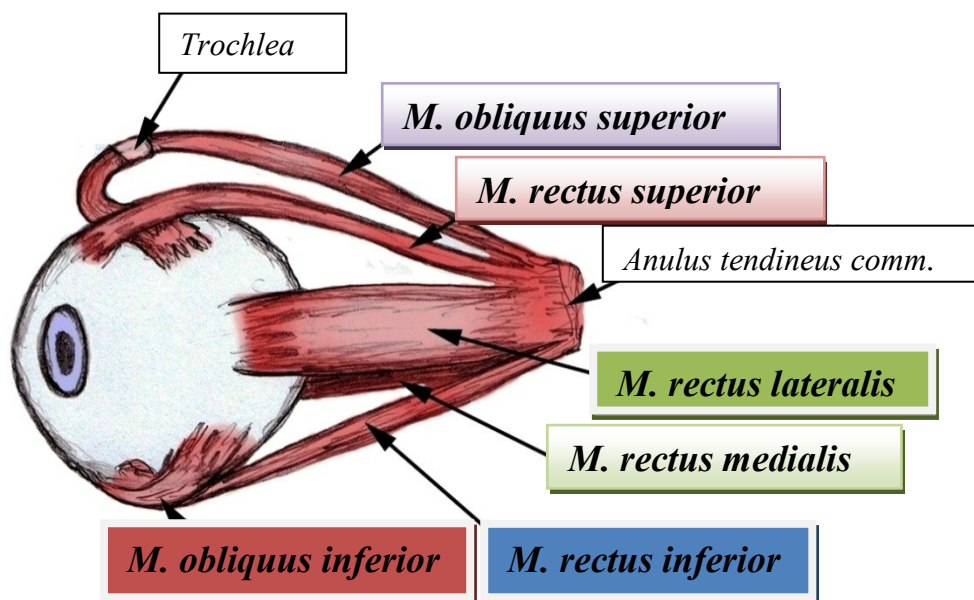
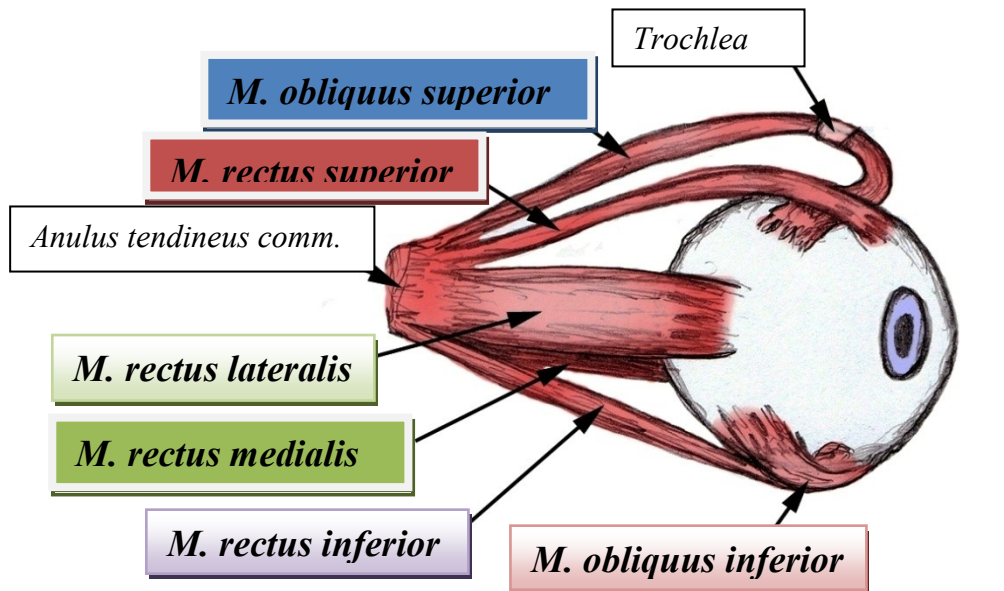
Okohybné svaly

Barevně jsou znázorněny synergicky působící svaly při excitaci:

předního kanálku

zadního kanálku

bočního kanálku



Korespondující bledě vybarvené názvy označují svaly, které jsou současně ve fázi relaxace. Při dráždění chodbiček druhé strany vznikne zrcadlový obraz.

Vestibulocerebelární komplex jak uvedeno, porovnává a upravuje vstupy ze zrakových a rovnovážných senzorů a zprostředkovává změny, které nastávají ve vestibulookulárních reflexech po poranění vestibulárních struktur nebo změnách ve zrakové funkci. Vazby zraku a rovnováhy na mozeček slouží k jemné kontrole okohybnosti. Je pozoruhodné, že latence vestibulookulárních reflexů (do 2 milisekund) je zlomkem latence, kterou potřebuje zrakově zprostředkovaná okohybnost (nad 70 milisekund). Také mozek, speciálně parietální vestibulární kůra, okulární gyrus a temporoparietální kůra dovedou za určitých podmínek modifikovat či potlačit vestibulookulární reflexy.

Translační vestibulární reflexy (t-VOR) jsou méně probádané. Jsou aktivovány stimulací statických makul statokoniemi (otolity). Utriculus reaguje na horizontální translační pohyb, sacculus na vertikální. I tyto podněty se reflektují cestou vestibulárních jader do okulomotorických jader. Např. podráždění makuly utrikulu vede ke kontrakci stejnostranného m. obliquus superior a m. rectus superior a medialis a relaxaci zrcadlových svalů druhé strany: m. obliquus inferior, m. rectus inferior a lateralis.

Pokud nemocný udává rotační závrať, je podezření na dysfunkci rovnovážných kanálků a nebo jejich centrální projekci. Pokud nemocný udává pády (těla či prostoru), svědčí to pro dysfunkci otolitového systému. Při pocitech oscilace lze předpokládat poruchu v samotných vestibulookulárních reflexech.

VOR se vyvíjejí od 3 měsíce po narození a v 9 měsících by měly být reflexy již relativně vyzrálé. VOR ovšem i stárne.

Mimo VOR se na rovnováze podílejí i reflexy vestibulospinální (které lze studovat dynamickou posturografií) a vestibulokolární: ty jsou ukazatelem otolitické (sakulární) funkce. Posledně jmenované se studují měřením vestibulárních evokovaných svalových potenciálů na stejnostranném m. sternocleidomastoideus.

Věk a VOR.

VOR se objevují již od 3 měsíců věku a do 10 měsíců by měly být plně rozvinuté. Tento systém má rovněž projevy stárnutí, které jsou nejzřejmější při vyšetřování translačních VOR u osob starších 60 roků.

1.11.8 Stimulace a útlum kochleární funkce

1.11.8.1 Eferentní regulace kochleární funkce.

Dříve bylo uvedeno, že zvuk percipujícími buňkami jsou vnitřní vláskové buňky. Činí tak přímo od hladiny zvuku asi 35 dB. K percepci zvuků nižší intenzity potřebují předzesílení, které realizují tónově specificky a čistě mechanicky rozkmitáním cílů tři řady zevních vláskových buněk.

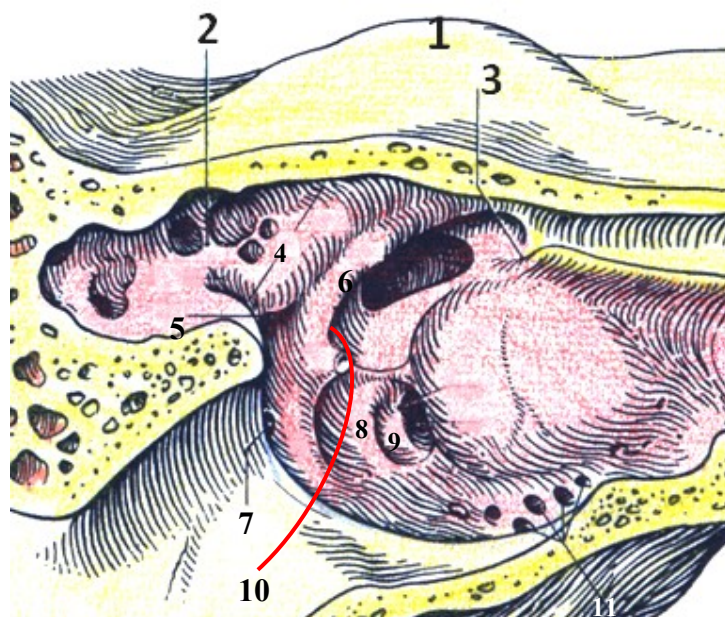
Naprostá většina vláken v sluchové porci n.VIII. je tvořena **aferentními (centripetálními) vlákny**, která nesou akustický vzruch, transformovaný v elektrický potenciál (transmise akustického signálu) do kmene a dále do mozku. Asi 95 % z těchto vláken začíná na synapsích vnitřních vláskových buněk. Naopak zevní vláskové buňky mají s těmito aferentními vlákny kontakt minimální a dominující jejich inervací jsou **vlákna eferentní, přinášející podněty z regulačních center mozku**. Z toho lze snadno již odvodit, že posláním vnitřních vláskových buněk je zvuk percipovat a zevních pak tuto percepci stimulovat a nebo tlumit (regulovat).

Eferentní stimulace kochleární funkce se uskutečňuje prostřednictvím **olivokochleárního svazku**, který má původ v horním olivárním komplexu mozku kmene. Svazek se dělí na laterální a mediální porci, podle toho, z které části komplexu vygeneroval. **Mediální skupina** vláken je myelinizovaná a má synapse především na zevních vláskových buňkách. **Laterální skupina** má vlákna nemyelinizovaná a synapse na aferentních nervových terminálech vnitřních vláskových buněk. Lépe poznána je funkce mediální skupiny vláken: **jejich stimulace snižuje zesilovací funkci zevních vláskových buněk, tedy tlumí jejich funkci**: s růstem intenzity akustického podnětu klesá míra jejich funkce, tedy dalšího zesilování zevními vláskovými buňkami. Dlužno dodat, že naprosto stejnou funkci mají eferentní vlákna, jdoucí ke smyslovým buňkám rovnovážné části labyrintu: regulovat vjem.

1.11.8.2. Regulace kochleární funkce autonomním nervovým systémem.

Energetické zásobování vnitřního ucha reguluje funkci vnitřního ucha pomalejším a setrvačným mechanismem. Stav tonu kochleárních cév kontrolují noradrenergní sympatická vlákna. Místní činitele, např. acidóza a hypoxie mohou vyvolat vasodilataci, přičemž hlavními regulátory vazoaktivity jsou oxidy uhlíku a dusíku. Zvyšující se intenzita akustické zátěže se zvyšující se retencí mj. uvedených oxidů zvyšuje průtok krve kochleárním řečištěm a obráceně. Tato regulace může být stupňující se intenzitou a prodlužující se dobou působení vyčerpána a pak zejména hromadění se kyseliny mléčné v perilymfě se stává základem pro sluchovou únavu.

Energeticky je zásobován stejně i periferní vestibulární systém a i zde je jeho kvalita výkonnosti po vlivem vazoaktivních jevů, řízených mj. interakcí sympatikus – parasympatikus.

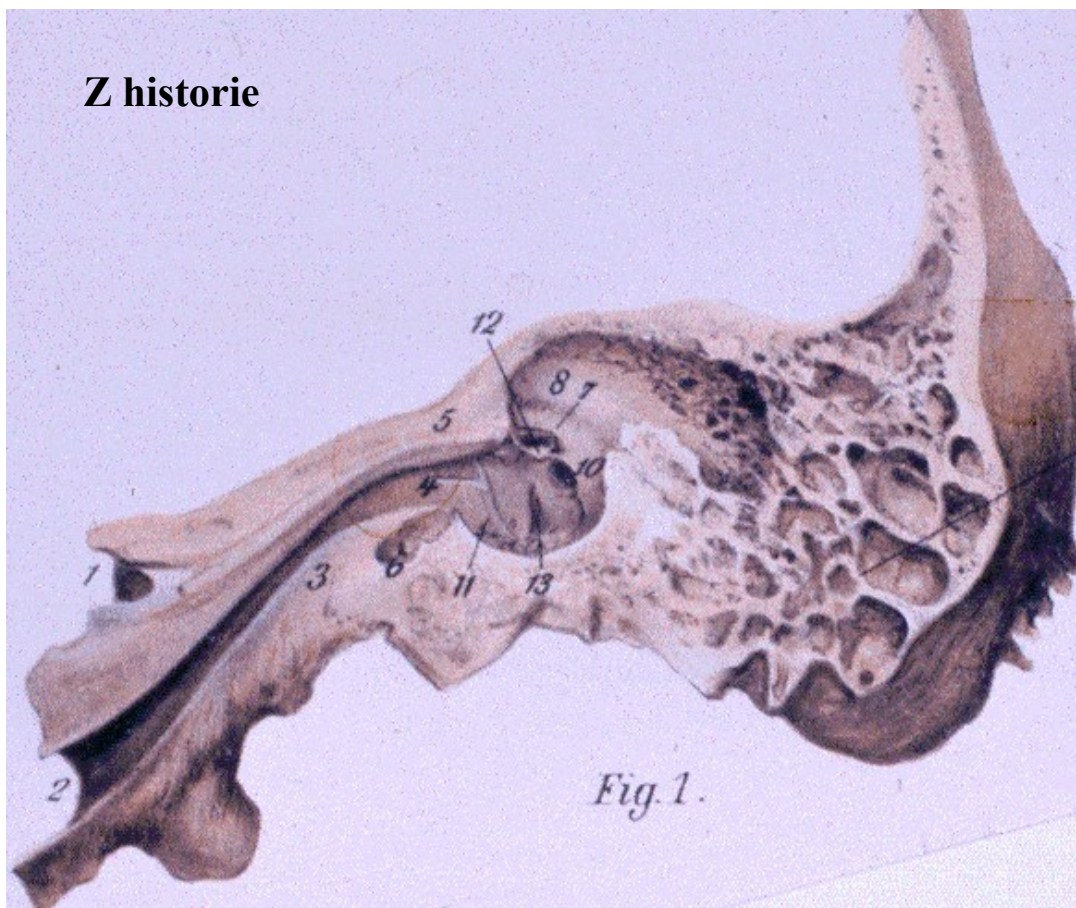


Podrobnosti

k anatomii středouší:

- 1-*eminentia arhata*
- 2-*antrum mastoideum*
- 3-*proc. cochleariformis*
- 4- *aditus ad antrum a val canalis semicircularis lat.*
- 5- *sinus posterior*
- 6-*val lícního nervu*
- 7-*výstup chordae tympani*
- 8-*sinus tympani*
- 9-*fossula fenestrace cochlae (rotundae)*
- 10-*recessus facialis*
- 11-*cellulae tympanicae*

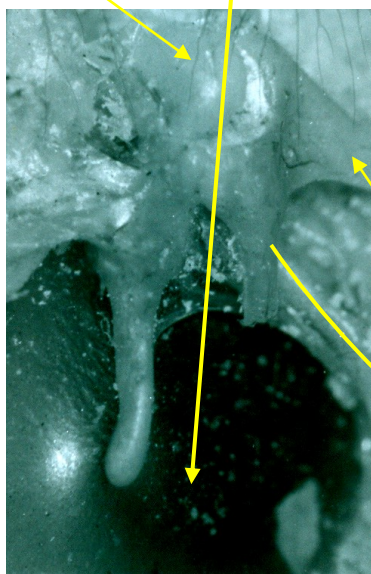
Z historie



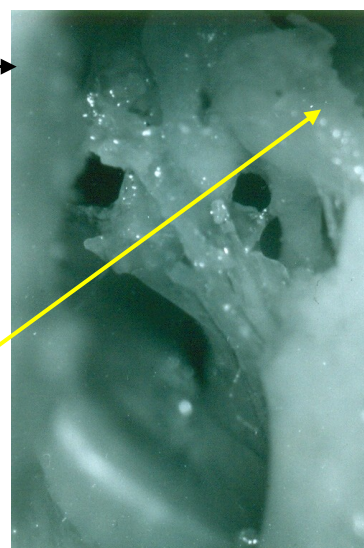
Z Lehrbuch und Atlas der Ohrenheilkunde od prof. Dr. Gustava Brühla z r. 1901 (270 barevných obr. na tabulích a 187 v textu!)

1- carotis int., 2 - ostium pharyngeum tubae 3 - istmus tubae, 4 - ostium tympaniim tubae, 5 - m. tensor tympani, 6 - sklípek ve spodině tuby, 7 - prominentia canalis facialis, 8 - prominentia canalis semicircularis lat. 9 - cellulae mastoideae, 10 - eminentia pyramidalis stapedii, 11 - sulcus promontorii (Jacobsonii), 12 - stapes in fen. vestibuli, 13 - fenestra ovalis.

**Pohled na mediální stranu bubínku, kovádlinky a kladívka.
Hlavička kladívka**

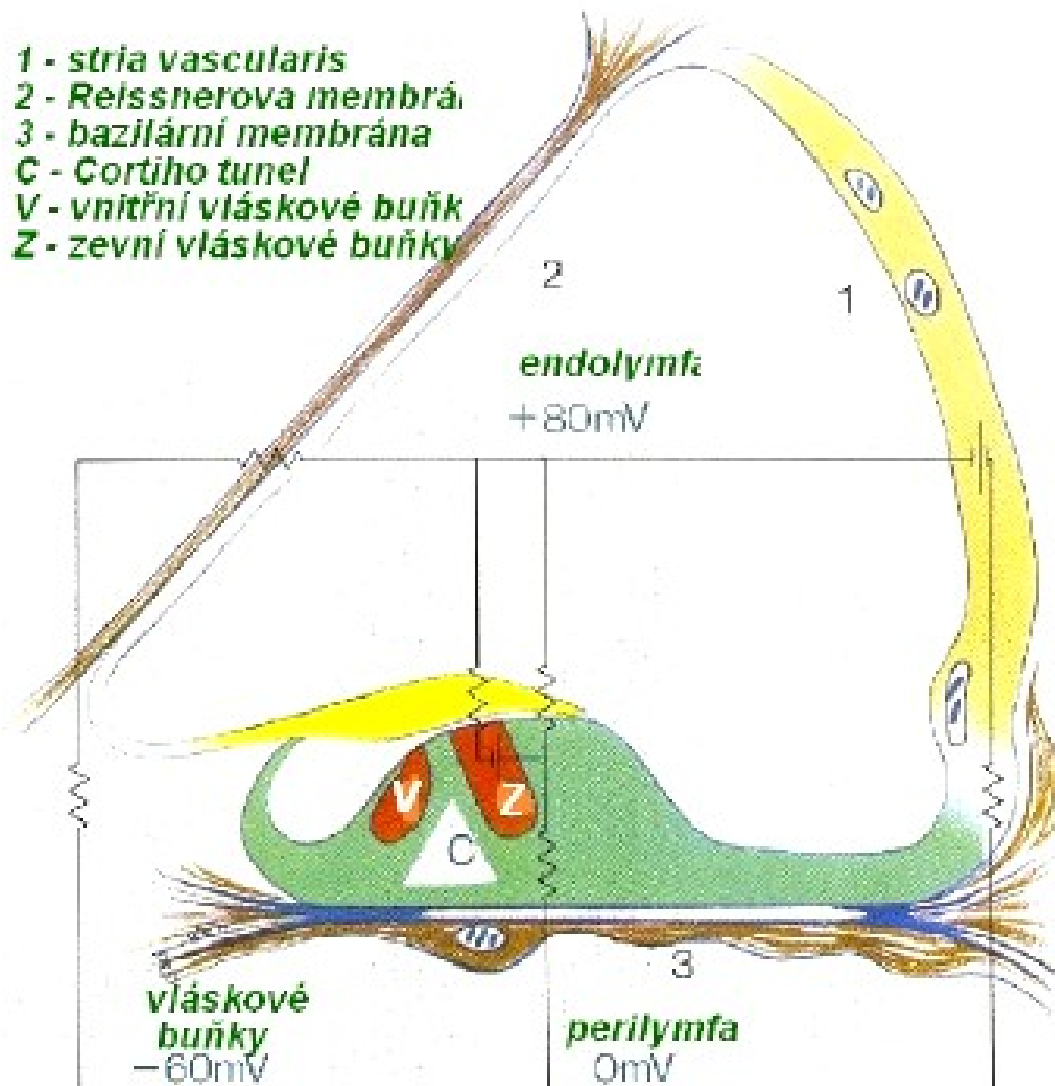


**Pohled na závěsná
ligamenta a kůstky z
aditus ad antrum.**



**Crus breve a longum
incudis**

1.11.9 Ilustrace k anatomii a funkci vnitřního ucha



Kochleární elektrické potenciály ve vláskových buňkách Cortiho ústrojí, endolymfě a perilymfě se podstatně liší. V Cortiho tunelu jsou endokochleární potenciály asi 80- 100 mV. Mezi smyslovými buňkami je negativní polarizace 60-80 mV a tedy je výrazný potenciální rozdíl mezi endolymfou a nitrem buněk Cortiho ústrojí. Endokochleární potenciál se „vyrábí“ na povrchu buněk stria vascularis, která je bohatě zásobená krví. Významnou úlohu zde sehrává vysoký obsah draslíku v endolymfě a jeho vztah k sodíku a systému ATPázy. Kochleární potenciály vznikají podrážděním smyslových buněk a proto jsou též označovány jako receptorové potenciály. Mezi jinými je tvoří i tzv. mikrofonní potenciály a sumační potenciály. Mikrofonní potenciály získaly své označení podle toho, že je lze po sejmutí a zesílení zpětně věrně reprodukovat jako zvuk. Sumační potenciály jsou složeny z řady komponent. Potenciály procházející myelinizovanými nervovými vlákny jako tzv. generátorové potenciály se mění v potenciály akční.

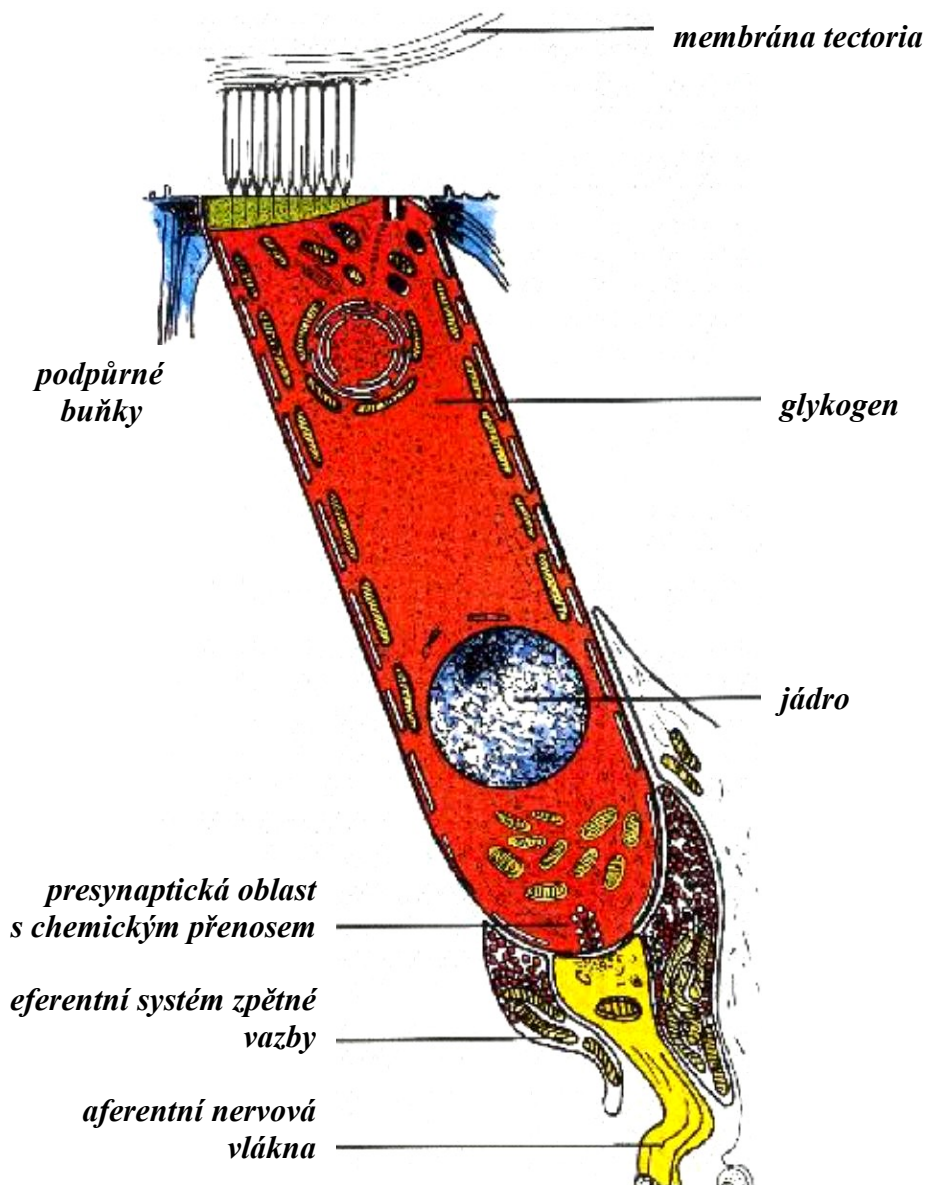
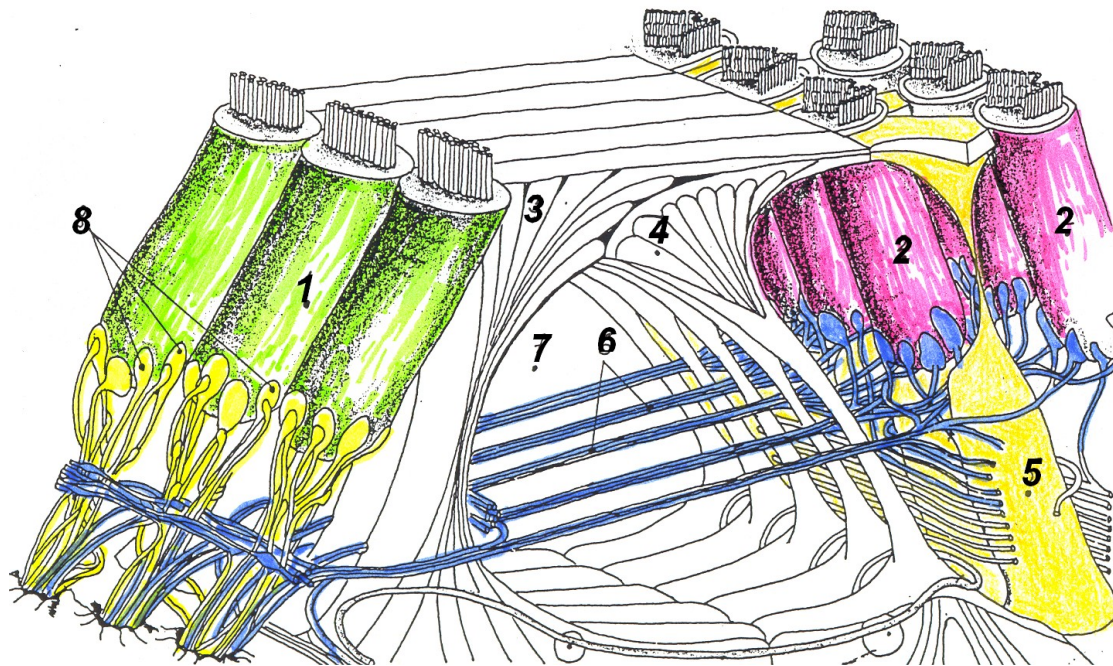


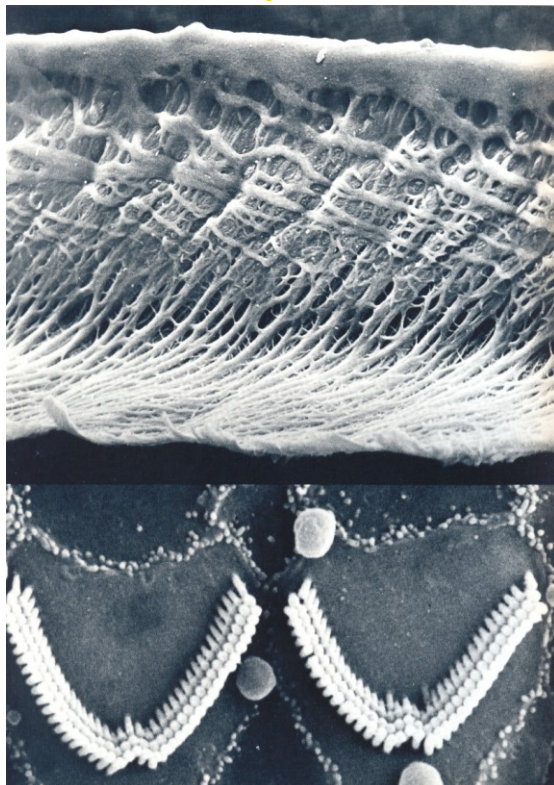
Schéma zevní vláskové buňky

(Víte, že markýz Alfonso Corti (1822-1876) pod vlivem rodinného přítele, anatoma Antonia Scarpy, po studiu medicíny působil sám jako anatom a histolog v ústavu prof. Alberta Köllikera ve Würzburgu? Zde prostudoval a popsal v r. 1851 později po něm nazvané sluchové ústrojí. V sousedním ústavu fyziky pak 1895 také Röntgen objevil paprsky X. Corti ve 29 letech svoji kariéru badatele ukončil a vrátil se na zděděné statky do Itálie.)

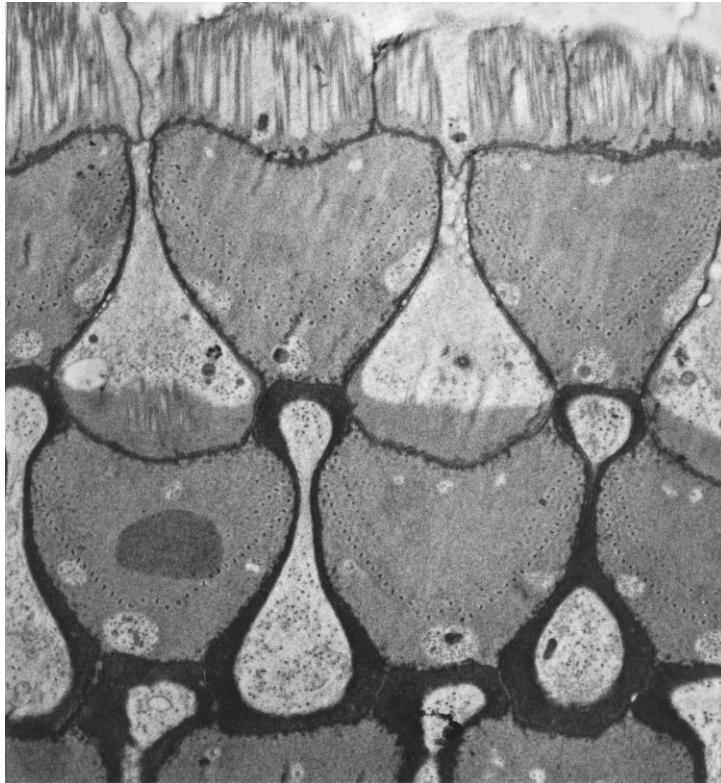


Zevní a vnitřní vláskové buňky a jejich aferentní a eferentní nervová vlákna. Vlákna nesoucí regulační podněty eferentně z mozkového kmene do 3 zevních řad vícero vláskových buněk pocházejí z jednoho ganglia. Většina vláken (95 %) je aferentních a jdou vždy z několika gangliových buněk k jedné vnitřní vláskové buňce. Pochopitelně, ale v obráceném poměru, mají i vnitřní vláskové buňky svá odstředivá vlákna a zevní vláskové buňky vlákna dostředivá.

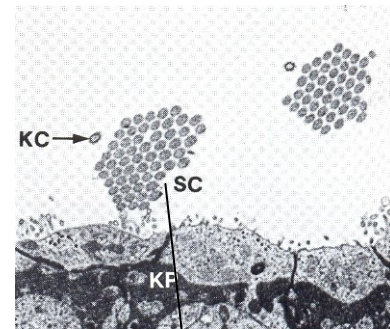
1 – vnitřní řada vláskových buněk, 2 – zevní řady vláskových buněk, 3 a 4 – vnitřní a zevní pilířové buňky, 5 – Deitersovy buňky, 6 – eferentní nervová vlákna, 7 – Cortiho tunel, 8 – aferentní nervová vlákna.



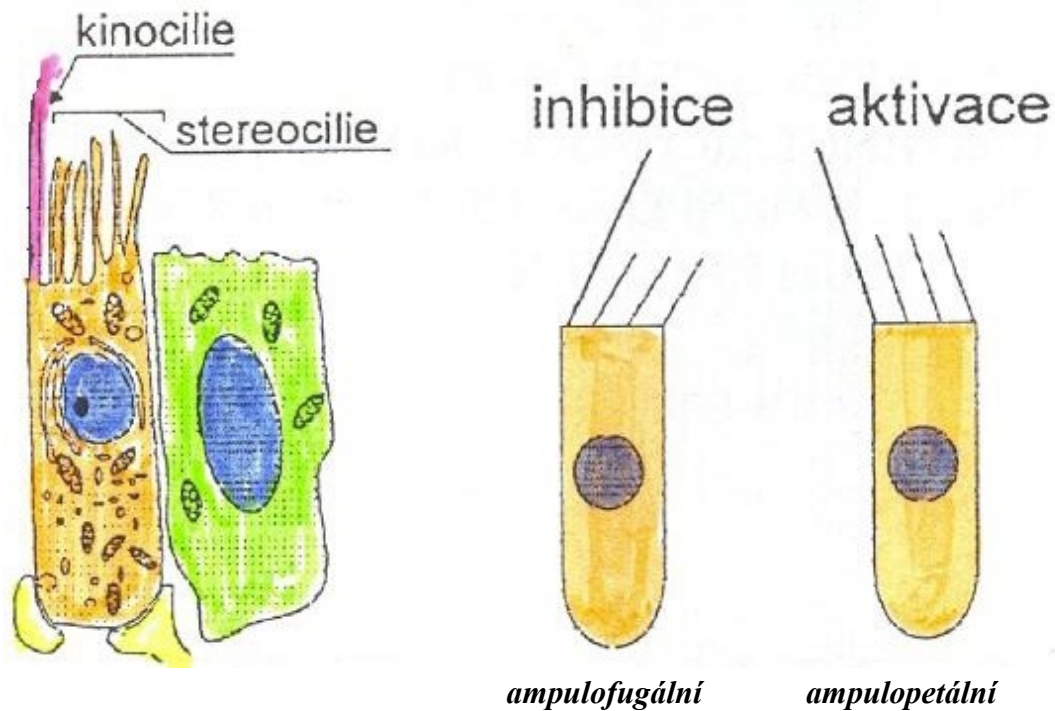
Takto zaznamenali na řádkovacím elektronovém mikroskopu tektoriální membránu a dole pak dvě zevní vláskové buňky s jejich typickým uspořádáním strereocilií do W H. a B. Engströmovi.



V elektronovém mikroskopu vytváří uspořádání vlasčkových buněk pravidelný vzor. Každá buňka je obklopena podpůrnými Deiterovými buňkami, které pestíkovými výběžky dosahují mezi vlasčkovými buňkami až k povrchu. (H. a B. Engströmovi)



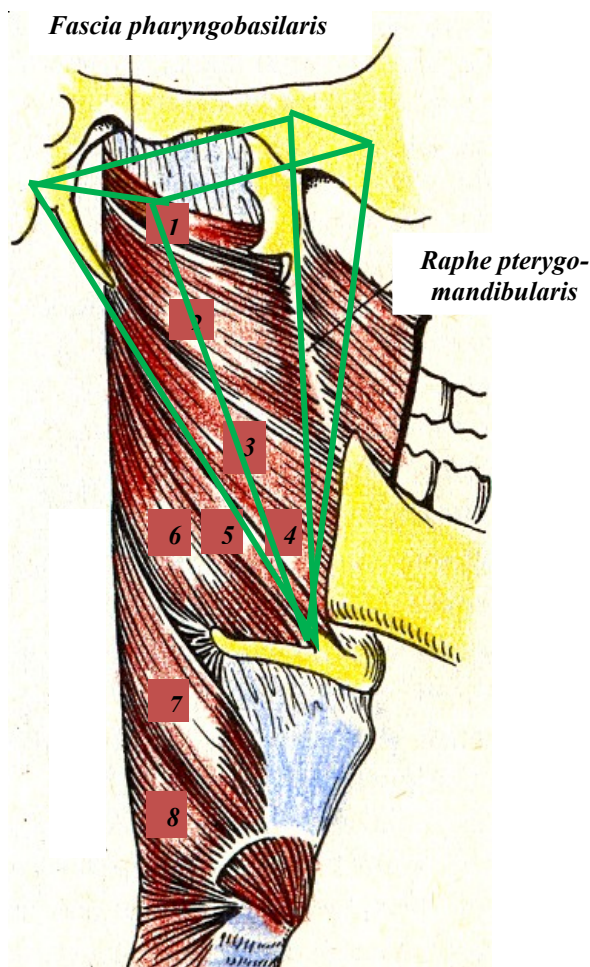
Schematicky nákres rovnovážné smyslové buňky. Vedle stereocilií je vybavena jednou kinocilií, jejíž zárodek lze jako nefunkční nalézt i ve vlasčkových buňkách. Při tlaku endolymfy na cilie ve směru k ampule dochází k aktivaci a naopak při tlaku ve směru od ampuly k inhibici.



1.11.10 Parafaryngeální prostor (spatium lateropharyngeum)

Z hlediska zánětlivé a nádorové patologie, jejich výskytu a závažnosti, jde v oblasti měkkých tkání krku o nejdůležitější část. (Též 1.9.1)

Parafarynx je prostor laterálně od faryngu a má vzhled obrácené pyramidy, která se rozprostírá od lební báze až po velké rohy jazyky. Horní stěnu tvoří částečně spodina spánkové a sfenoidální kosti a přilehlý okraj kostí okcipitální. Jsou v něm na spodině lební zavzaty foramen jugulare, vstup do canalis caroticus a canalis hypoglossi. Ventrální ohraničení je tvořeno raphe pterygomandibularis, které je rozprostřeno mezi hamulus pterygoideus a dolní čelistí a fascia pharyngobasilaris. Dorzálně jsou krční obratle a prevertebrální svaly. Mediální stěnu tvoří hltan. Laterální pak ramus mandibulae a musculus pterygoideus medialis a hluboký lalok glandulae parotis. Pod úrovní mandibuly tvoří laterální stěnu fascie zadního břicha m. digastricus.



Mediální plocha parafaryngeálního prostoru je tvořena hltanem, obalným horním a středním hltanovým svěračem (Feneis, upraveno).

1, 2, 3, 4 – *M. constrictor pharyngis superior, postupně pars pterygopharyngea, buccopharyngea, mylopharyngea a glossopharyngea*

5, 6 – *m. constrictor pharyngis medius a postupně pars chondropharyngea a ceratopharyngea*

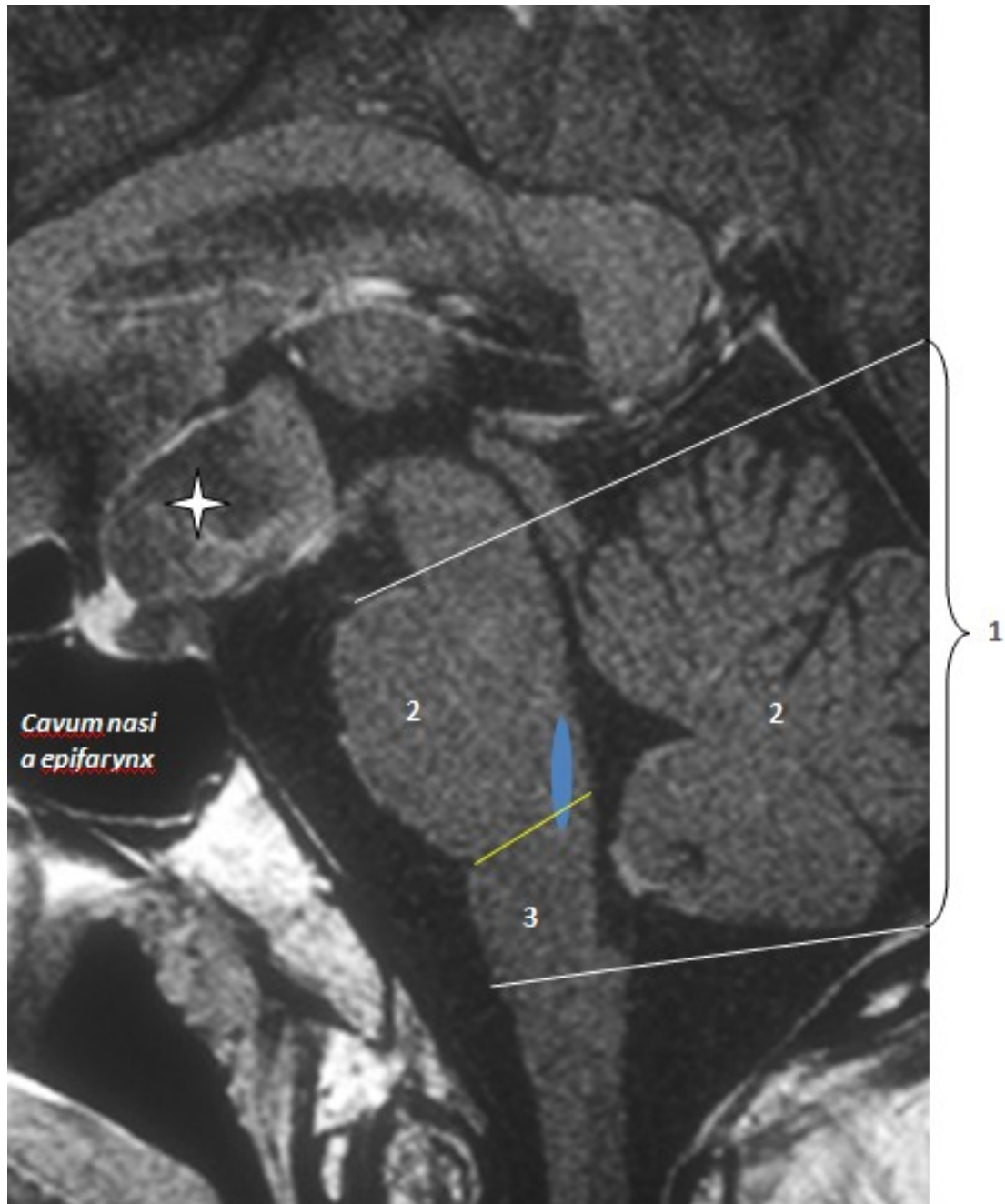
7, 8 – *m. constrictor pharyngis inferior a pars thyropharyngea a cricopharyngea*

Tento prostor je pak rozdělen fascií, která se rozepíná od processus styloideus k m. tensor veli palatini na anteromediální oddíl, tj. **prestyloidní prostor** a posterolaterální oddíl, tj. **retrostyloidní prostor**. Tyto prostory dovede CT a MR poměrně přesně rozlišit. (Anatomie ke kapitolám 6.2.2.5, 11.1.1.2, 11.5.4 aj.)

Prestyloidní prostor obsahuje retromandibulární část hlubokého laloku příušní žlázy, tukovou tkáň a lymfatické uzliny, související s karotis. **Retrostyloidní prostor** obsahuje a. carotis int., v. jugularis int. a hlavové nervy IX., X., XI., XII., řetězec sympatiku a lymfatické uzliny. Lymfatické uzliny mají aferentní drenáž z dutiny ústní, orofaryngu, paranazálních dutin a štítnice. (Obr. viz též 11.1.3 od V. Samter.)

(**Spatium peripharyngeum** je prostor vně od horního a středního hltanového svěrače a je tvořeno: 1. **Spatium retropharyngeum**, které je ohraničeno zevně lamina prevertebralis fasciae cervicalis. 2. **Spatium lateropharyngeum** seu parafaryngeum).

1.11.11 Magnetická rezonance: sagitální řez ve střední čáře (kraniofarangeom)



MR: sagitální řez ve střední čáře: 1 – vymezení hranic rhombecephalon, který se člení na 2 – metencephalon, skládající se z pontu a mozečku a 3 – myelencephalon – tj. prodloužená mícha. Modrá ploška naznačuje místo projekce nuclei nervi vestibulocochlearis. Supraselární tumor ☆. (Jednalo se o kraniofaryngeom, nádor adamantoidní povahy, vycházející ze zbytků Rathkeho pouzdra nebo kraniofaryngeálního ductu (mají svoji genezi v ektodermu stomodea). Histologicky jde zpravidla o útvar podobný epidermoidní cystě. Způsobuje mj. cefaleu, slepotu, polyhormonální rozvrat, destrukci kostí spodiny lební aj.. Tumory lze nalézt od epifaryngu až po 3. komoru, nejčastěji supraselárně.)

1.11.12 Slizniční imunitní systém

Hlavní podněty, které přispívají k rozvoji a aktivaci imunitního systému, tvoří **slizniční mikroflóra** (nověji mikrobiota), společně s nezměrně různorodým souborem **antigenů**. Ty působí především endogenně prostřednictvím obrovského povrchu sliznic (300-400 m²). Také naprostá většina infekčních patogennů a alergenů vstupuje do živočišného organismu sliznicemi, u člověka dýchacího, trávicího a urogenitálního traktu. Tím je na sliznicích vyvolán soubor humorálních a buněčných imunitních reakcí, které zahrnují tvorbu specifických protilátek různých izotypů i T-buňkami zprostředkovaných odpovědí. Obojí následně působí na imunoregulační mechanismy.

Z tohoto extrémního zatížení sliznic antigeny pramení skutečnost, že do sliznic je koncentrováno asi 80 % imunitních buněk různých typů. Strategické rozmístění buněk imunitního systému (dendritické, eozinofily a mastocyty, neutrofilů, makrofágy, B –lymfocyty a plazmatické buňky, T-lymfocyty) ve slizničních orgánech představuje základnu pro navození ochranných imunitních odpovědí, jako základu pro přežívání živočichů. Výše uvedený soubor imunitních buněk realizuje své funkce prostřednictvím fagocytózy, prezentací antigenů, produkci protilátek, tvorbou cytokinů aj.

Tento poznatek má krajní důležitost i pro pochopení **rozdílu kvantity výbavy sliznice imunitním systémem v oblasti ORL orgánů**: tam, kde zatížení je extrémní, je koncentrace daleko vyšší (sliznice dutiny nosní), než tam, kde je zlomkem (zdravé vedlejší nosní dutiny) a nebo kde prakticky se blíží „nule“ (sliznice středního ucha). Tento princip platí i pro nespecifickou imunitu a ostatní ochranné systémy: sekreční aparát, s posláním škodlivinu odplavit rozředit a nebo neutralizovat (žlázy a pohárkové buňky) je bohatě zastoupen ve sliznici dutiny nosní, ve sliznici paranasálních dutiny žlázy ustupuje a převažují pohárkové buňky, ve středoušní sliznici nejsou ani pohárkové buňky a dokonce mizí respiračnímu epitelu řasinky, tedy transportní elementy.

Povrch sliznice je před vstupem mikroorganismu a antigenů chráněn soustavou víceúrovňových bariér **přirozené imunity**:

- **Mikrobiota** (mikroflóra) je nedílnou součástí přirozené obrany: brání adhezenci a množení patogenních bakterií a jejich prostupu epitelem (**též 14.6**). **Je tvořena více jak desetinásobkem počtu tělesných buněk!**
- Vysoce **glykozylovaný mucin** stojí v cestě interakci epitelu s bakteriemi: jeho kvalitativní a kvantitativní posun může indukovat zánět.
- **Vrstva polarizovaných epitelových buněk** pokrytá glykokalyxem a zesílená spojí v intercelulárním prostoru je vlastní anatomickou bariérou: na ní je dynamicky řízena slizniční propustnost v intercelulárních prostorech, jako odpověď na působení např. toxinů či cytokinů.
- Soubor přirozené imunity významně doplňují komplement, lysozym, laktoferin, mannan aj. **V dýchacích cestách** jsou to např. defensiny a **humorální činitelé** přirozené imunity, jako např. surfaktanty.

- **Povrchové nebo cytoplasmatické receptory** zprostředkují buněčnou interakci s molekulami asociovanými s mikroby. Exprese receptorů na makrofázích, neutrofilech aj., též vlastních epiteliálních buňkách, umožňuje jejich aktivaci.
- Výše uvedené mechanismy přirozené imunity by byly, pro přítomnost velkého množství bakteriálních složek, spouštěny nekontrolovaně a nadbytečně by vedly k zánětlivé reakci. Proto existují **negativní regulační mechanismy, působící formou feedbacku**: jejich exprese je závislá na kolonizaci **probiotickými nebo komensálními bakteriemi**.
- **Souhra mezi přirozenou imunitou a imunitou adaptivní je zajištěna buněčně**. Hlavním představitelem jsou zde **dendritické buňky**, které nejučinněji prezentují antigeny. Následná aktivace T- buněk stimuluje slizniční imunitu nebo toleranci, v závislosti na zralosti dendritických buněk: **zralé aktivují efektorové T- buňky, nezralé T-regulační buňky mají supresivní schopnosti**.
- **Hlavní humorální mechanismus, který zajišťuje bariérovou funkci sliznic, je sekreční IgA**.

Poruchy bariérové funkce epitelu, zejména dysfunkce epitelu dýchacího ústrojí ve spojení se změnami v přirozené imunitě, jsou dávány do souvislosti se vznikem **alergie**. Řada alergenů obsahuje tzv. Danger Associated Molecular Pattern, které jsou schopné aktivovat buňky přirozené imunity. Toto poznání dává naději na **posunutí léčebných možností z oblasti tlumení alergických zánětlivých projevů do oblasti posilování kvality a kvantity rezistence epitelu** dýchacích cest a prevence vzniku alergií. Jde o cestu terapeutické **modulace přirozené a adaptivní imunity**. Preventivní působení při vzniku alergií cest dýchacích bylo prokázáno u IgA: brání prostupu antigenů epitelem, Zde je obviňován především *Haemophilus influenzae*, který produkuje proteázu, štěpící polymerní IgA1 molekuly.

Mikrobiota v oblasti střev je co do skladby mj. významně určována druhem stravování: tak např. převažující proteinová strava je doprovázena přednostním růstem *Bacteroides*, převažující polysacharidová pak Prevotella. Také v cestách dýchacích je nejen u nemocných s astmatem výrazně změněná skladba mikrobioty.

Mikrobiota sehrává svoji funkci jak ve fázi zdraví, tak i infekční nemoci a je neoddělitelnou součástí života. Nejdůležitějším obdobím pro kvalifikovaný rozvoj mikrobioty je období po narození, kdy dochází k osídlování sliznic a kůže mikroorganismy. Ale i v následných letech po narození, byť se snižující se intenzitou, se věku odpovídající kvalita mikrobioty a na ní navazující odpovědi organismu stávají rozhodující pro udržení přiměřené kvality a kvantity přirozené a indukované imunity: je to prostředí (expozice jedince), které bude v budoucnu pro zdraví jedince určující. Z toho vychází i tzv. **hygienická hypotéza**: vyšší výskyt infekci a jejich průběh ve správném věku má protektivní účinek při

vzniku alergií, zejména astmatu a alergické rýmy. Vychází se z předpokladu, že mikrobiální zátěž v časném období může vést k odklonu Th2 zprostředkované alergické reakce k Th1 odpovědi. Hypotéza není zcela potvrzena a svoji roli sehrávají i civilizační faktory, jako jsou např. chlor v bazénech, exhalace, přemíra antigenní expozice aj.

V oblasti imunitní sehrávají svoji úlohu také probiotika (též 14.2.). Jde o živé bakterie, přítomné v potravinách, známé v nepasterizovaných jogurtech a sýrech a jsou i v lékové podobě. Nejvýznamnějšími probiotiky jsou **bakterie mléčného kvašení** (bifidobakterie, laktobacily, sacharomyces), ale i další (některé kmeny *Escherichia coli*, enterokoky) a kvasinky. Některé bakteriální kmeny mají účinky imunostimulační, jiné naopak inhibiční nebo protizánětlivé. Dokonce lyzáty z těchto kmenů mohou mít prospěšné, např. protizánětlivé vlastnosti. (Poznámka: zde nutno připomenout, že tyto zkušenosti získal empiricky již asi před 60 roky prof. Ammerling v Olomouci, s ním jsou i spojeny první poznatky o fytoncidech.) **Prebiotika (též 14.3)** jsou látky, podporující množení zdraví prospěšných bakterií ve střevě, např. inulin.

Synbiotika jsou spojení obou předchozích.

Vitamin D, kalcitriol působí jak při aktivaci, tak i při potlačení imunitní odpovědi:

- U přirozených imunitních reakcí aktivuje makrofágy a dendritické buňky, které identifikují antigeny, zejména mikrobiální a napomáhají jejich eliminaci navozením aktivity cytokinů.
- U adaptivních imunitních odpovědí je základním aktivátorem některých T-lymfocytů (typy helpers), které jinak setrvávají v neaktivní podobě a reakce na antigen se neuskuteční.
- Participuje na řízení vzniku a působení cytokinů a aktivaci B-lymfocytů, spjatých s tvorbou protilátek.
- Supresivní působení se podílí na prevenci vzniku autoimunitních onemocnění.
- Nízké sérové hladiny jsou zjišťovány v průběhu akutních infekcí cest dýchacích.

Úloha surfaktantů a kyseliny hyaluronové ve sliznici cest dýchacích (B. Markalous, 2019, upraveno I. Hybáškem)

Surfaktanty

Surfaktanty jsou lipidové proteinové komplexy, které se tvoří a vylučují ve sliznici dýchacích cest. Jejich povrchově aktivní vlastnosti zabezpečují správnou činnost řady orgánů a systémů. Ve sliznici horních cest dýchacích (včetně středouší) byla v elektronovém, mikroskopu nalezena **lamelární tělíska**, která jsou hlavní zásobní a sekreční formou lipidů surfaktantu. Dále byla zjištěna **mRNA** a specifické surfaktantové proteiny (SP-A, B, C, D). Nedostatek surfaktantů hraje úlohu v **etiopatogenezi primární atrofické rinitidy**. V laváži z nosní dutiny pacientů s touto chorobou se prokázal pokles v objemu fosfolipidů jako celku i změny v zastoupení jednotlivých fosfolipidů, oproti zdravým jedincům. Lamelární tělíska byla prokázána

ve sliznici horních dýchacích cest u zdravých osob, ale i u nemocných např. s alergickou rinitidou, eozinofilní rinosinusitidou, cystickou fibrózou a mukokélou frontální dutiny. Přestože funkce surfaktantu není zcela objasněná, je prokázáno, že se **podílí na lokálních fyziologických i patofyziologických slizničních imunitních mechanismech v horních dýchacích cestách.**

Kyselina hyaluronová

Novinkou v symptomatické terapii rinosinuzitid je kyselina hyaluronová. Jde o nesulfátový glykozaminoglykan, mukopolysacharid charakteru polymeru disacharidových jednotek. Tvoří součást mezibuněčné hmoty pojivové tkáně a stěn kapilár. Představuje významnou součást sliznic cest dýchacích, parodontu, synoviální tekutiny, kloubních chrupavek, skloviny, kůže, pupečníku aj.

Význam a uplatnění kyseliny hyaluronové v organismu: svojí schopností vázat na sebe vodu zpevňuje buněčné struktury, zlepšuje výměnu plynů a difúzi malých molekul ve tkáních a mechanicky brání průniku škodliviny do organismu. Stimuluje angiogenezi, fagocytózu a metabolismus polymorfonukleárů a makrofágů. Váže na sebe receptory mnoha buněk (leukocytů, chondrocytů aj.). Vazbou na zánětlivé buňky tlumí jejich aktivitu a snižuje množství zánětlivých mediátorů. Produkty kyseliny hyaluronové modifikují funkce epitelálních buněk a leukocytů v místě zánětu, zejména prostřednictvím jejich povrchové molekuly CD44+. Dochází ke stimulaci fibroblastů a tím k novotvorbě kolagenu a elastinu a nepřímo se tak zrychluje regenerace. Nedostatek kyseliny hyaluronové v těhotenství se může projevit zvýšenou tvorbou strií. Kyselina hyaluronová se dále využívá při léčbě počínajících degenerativních kloubních onemocnění, k reepitelizaci a hojení ulcerací, xeroftalmie, gingivitid aj.

Úloha kyseliny hyaluronové v horních dýchacích cestách: kyselina hyaluronová se vylučuje serózními žlázkami nosní sliznice. **Při zánětech dýchacích cest se zvyšuje její produkce**, která stimuluje činnost cílů a tím zrychluje transport sekretu přes specifické receptory RHAMM (receptory pro motilitu mediovanou kyselinou hyaluronovou). **Při virových rinosinuzitidách** produkují submukózní žlázy respiračního epitelu v rámci zánětlivé reakce zvýšené množství enzymu **kalikerinu**, jehož aktivitu léčebné podání kyseliny hyaluronové snižuje. Uplatňuje se i při **bakteriálních infekcích**, kdy se kyselina hyaluronová naváže na receptor CD44+, na němž probíhá také vazba pyogenních streptokoků. Ty jsou pak podanou kyselinou hyaluronovou z tohoto spojení vytěsněny. V kombinaci se standardními léčivy ji lze použít v rámci symptomatické terapie akutní rinosinuzitidy. Podílí se na udržení dostatečné vlhkosti sliznic dýchacích cest, ochraně řasinek i mukociliárního transportu a napomáhá k regeneraci tkání.

Komensální mikrobiota (2016)

Jde o soubor mikroorganismů, které obývají naši kůži a sliznice. Jejichž počty jsou ohromující: lidské tělo je osídleno asi desetinásobkem mikroorganismů, než je eukaryotických buněk. Tyto mikroorganismy jsou nositeli až tisícnásobku

genetických informací, než vlastní tělesné buňky člověka. Souhrn buněk a genů nese označení **mikrobiom**.

V průběhu vývoje převzaly komenzální bakterie řadu fyziologických funkcí, které jsou nezbytné pro zachování lidského zdraví, mj. lze uvést tvorbu vitamínů nebo trávení nerozpustné potravinové vlákniny. Do souboru mikrobiomu patří i neméně početná společenství bakteriofágů, virů a dalších, které jsou zatím nedostatečně definovány i chápány. Civilizace zásadně mění životní styl, především v posledních 2. stoletích, mj. v důsledku přesunu obyvatel z venkova do měst. Dramatickými změnami životních podmínek procházíme i ve století 21. S tím souvisí, ve srovnání s našimi předky, mj. i podstatná změna složení lidských komenzálních mikrobů. To je pak dáváno do vztahu s řadou dříve ojedinělých či dosud neznámých onemocnění.

Zásadní ovlivnění komenzální mikrobioty vyvolala antibiotika, významná změna ve stravování, pokroky v hygieně a lékařské prevenci: došlo k velkému odklonu od konzumace rostlinné potravy s vysokým obsahem vlákniny a zvýšené konzumaci potravy s vysokým obsahem tuků a cukrů. Životní styl eliminoval i dříve časté enteropatogeny, vakcinace eliminovala nebo omezila řadu infekcí, hygienické standardy snížily expozici infekcím, porod císařským řezem, stejně jako umělá výživa nepříznivě ovlivnily mikrobiom novorozence.

K základnímu osídlení lidského těla mikrobiotou dochází v průběhu přirozeného porodu. Po narození jsou v převaze enterobakterie a poševní bakterie, které tvoří kyselinu mléčnou. I mateřské mléko, které podporuje růst bifidobakterií, vytváří svůj specifický mikrobiom, jehož zásluhou jsou kojencem vytěženy polysacharidy, obsažené v mléce. **Osídlení populacemi komenzálních bakterií je různorodé a jedinečné podle anatomických oblastí. Porod císařských řezem zásadním způsobem tvorbu „klasické“ podoby mikrobioty mění:** ta je odvozena z mikrobiální flóry kůže matky a zdravotníků a proto utváří od „standardu“ odlišnou imunitní soustavu jedince. **Podobně působí užívání antibiotik:** čím jsou podávána v ranějším věku a čím déle a nebo opakovaně, tím je komenzální mikrobiota více pozměněna. Ne nemalý vliv mají i **antibiotika užívaná v živočišné výrobě** k urychlení růstu jatečných zvířat – i ve zbytkových hladinách. Z hlediska ORL je zajímavé, že perorálně podávaná AB u malých dětí dávají základ odchýlné imunitní reaktivitě právě vůči respiračním a potravinovým antigenům, s následnou vyšší incidencí rozvoje respirační a alimentární alergie. Uvádí se, že i užívání AB nejen kojící matkou, ale dokonce ženou před otěhotněním a v průběhu těhotenství, jsou rizikové pro vznik alergie na kravské mléko.

Složení střevního mikrobiálního společenství je výrazně modelováno složením potravy. Střevní mikrobiota konzumentů vařených (sterilizovaných) potravin s vysokým obsahem tuků a cukrů a naopak s nízkým obsahem vlákniny, se diametrálně liší od střevní mikrobioty primitivních obyvatel např. v Africe, kde je strava s malým podílem tuků a s vysokým vlákniny. Usuzuje se, že podobně se stravovali lidé v neolitu. Je však pozoruhodné, že změnou stravovacího režimu lze již v intervalu dnů zjistit změnu ve složení mikrobioty, především ve střevech. Studie naznačují, že i takto probíhající změny stravovacích návyků mohou stát u základů

rozvoje potravinové alergie. Také se potvrzuje, že děti, trvale konzumující větší podíl rostlinné potravy trpí nižším výskytem potravinové alergie, než děti, pojídající více živočišné potravy a cukrů.

Posun ve složení konzumované potravy souvisí i s „městským způsobem života“. V průběhu 19. a zejména 20. století došlo k zásadním změnám hygienických podmínek bydlení, školního a pracovního prostředí, které vrcholí v současném požadavku „sterilních“ uzavřených prostor, v nichž lidé tráví většinu svého života. Úskalím mohou být mj. tzv. nízkoenergetické domy s utěsněnými okny, regulovanou vlhkostí a teplotou, přefiltrovaným vzduchem, obecně antimikrobiálních podmínky „čistých“ ekosystémů. To opět snižuje rozvoj imunitní soustavy jak v kvalitě, tak v kvantitě a zakládá náchylnost k rozvoji alergií.

Zde je možné se opět vrátit k „hygienické teorii“, vyslovené před více jak 20 roky, která dlouhá léta hledala vysvětlení, proč děti, žijící na venkově, zahlceném přemírou alergenů, trpí alergiemi méně často, než děti ve městech s podstatně nižším jejich výskytem. Také vyšší kvalita imunitního systému u dětí, které vyrůstaly od kojeneckého věku v širších kolektivech v jeslích a školkách, než dětí, které vyrůstaly ve „sterilním“ prostředí své úzké rodiny byla nápadná. Imunologové učinili v posledním půlstoletí významné objevy mj. i proto, že mohli srovnat zdravotní stav a imunitu populace dvou, do určité míry se odlišně vyvíjejících, politickoekonomických systému. Vysoké hygienické standardy a ani život „v bavlne“ nemusí vždy být pozitivním přínosem pro zdravý vývoj člověka.

1.11.13 Prostorová orientace – postavení a pohyb v prostoru (Jan Kmet' a Ivan Hybášek, I.2014) (též 1.8.3 a 3.13.9.1 a viz Nobelova cena za lékařství X. 2014)

Pro správné postavení a pohyb v prostoru je nezbytná **prostorová orientace**, tedy určení polohy svislé osy X, osy hloubky prostoru Y a osy šíře prostoru Z.

Prostorová orientace představuje u člověka jeden z nejsložitějších smyslů, zajišťovaný řadou receptorů, nervových drah, jader a korových oblastí v CNS. Tento smysl označujeme jako **prostorový analyzátor**. Jeho úkolem je vnímání prostoru v klidu i pohybu souběžně s vnímáním klidového nebo pohybového vztahu pozorovatele k reálnému prostředí.

Prostorový analyzátor přijímá podněty především prostřednictvím ústrojí

- vestibulárního
- somatosenzorického = propiocepčního, haptického aj. (= hluboké a povrchové cití)
- hmatového
- zrakového
- sluchového

Rozhodujícím smyslovým podnětem prostorové orientace je, mimo zrak, zemská tíže – gravitace a proto jsou smysly, které tyto podněty percipují, souborně

označovány jako **graviceptory**. Somatosenzory nás informují o postavení jednotlivých částí těla vůči sobě a společně s vestibulárním ústrojím též v jaké poloze se tělo nachází k výše uvedeným osám (daných zemskou tíží). Smyslové vjemy z jednotlivých receptorů, končí v CNS, kde je prováděna jejich analýza a integrace, směřující k aktuálnímu zhodnocení prostorové situace. Mimo zrak a méně významný sluch, nedovedeme vyšetřovat zbylé smysly izolovaně a takto je i hodnotit. I proto zatímní poznatky nejsou schopné říci, zda a který ze smyslů má v prostorové orientaci dominanci. Graviceptory tvoří propojenou soustavu natolik, že i když se domníváme, že např. při vyšetřování vestibulárního ústrojí dostáváme vyhraněnou smyslovou odpověď v podobě nystagmu či pádů, je již ve vyvolávajícím podnětu zapojen propiocepční systém polohou hlavy a těla, jaké pro vyšetření zvolíme a hmatové ústrojí kontaktem s podložkou (stojem, sedem, lehem). Činnost graviceptorů odpadá ve stavu beztíže.

Pro studium orientace v prostoru používáme vztah polohy hlavy k dvěma základním souřadnicím, **vertikále a horizontále**. Cílem správné funkce prostorového analyzátoru je **udržení rovnováhy**. Pojem rovnováha však nemá obecně uznávanou definici. Udržení rovnováhy představuje děj neustálého přizpůsobování organismu, jehož cílem je vymezit přirozenou labilitu pohybového ústrojí potřebám jeho stoji nebo pohybu. Jde tedy o neustálé vyvažování statických a dynamických dějů, zajišťujících potřebnou rovnováhu organismu v klidovém postavení i při pohybu tak, aby zůstal funkční. Vyvažování se děje automaticky a podle okolností s potřebnou mírou volní podpory.

Zachování rovnováhy znamená udržení těžiště těla v rozmezí opěrné báze.

Rovnováhu můžeme snadněji udržovat

- snížením těžiště
- rozšířením opěrné báze

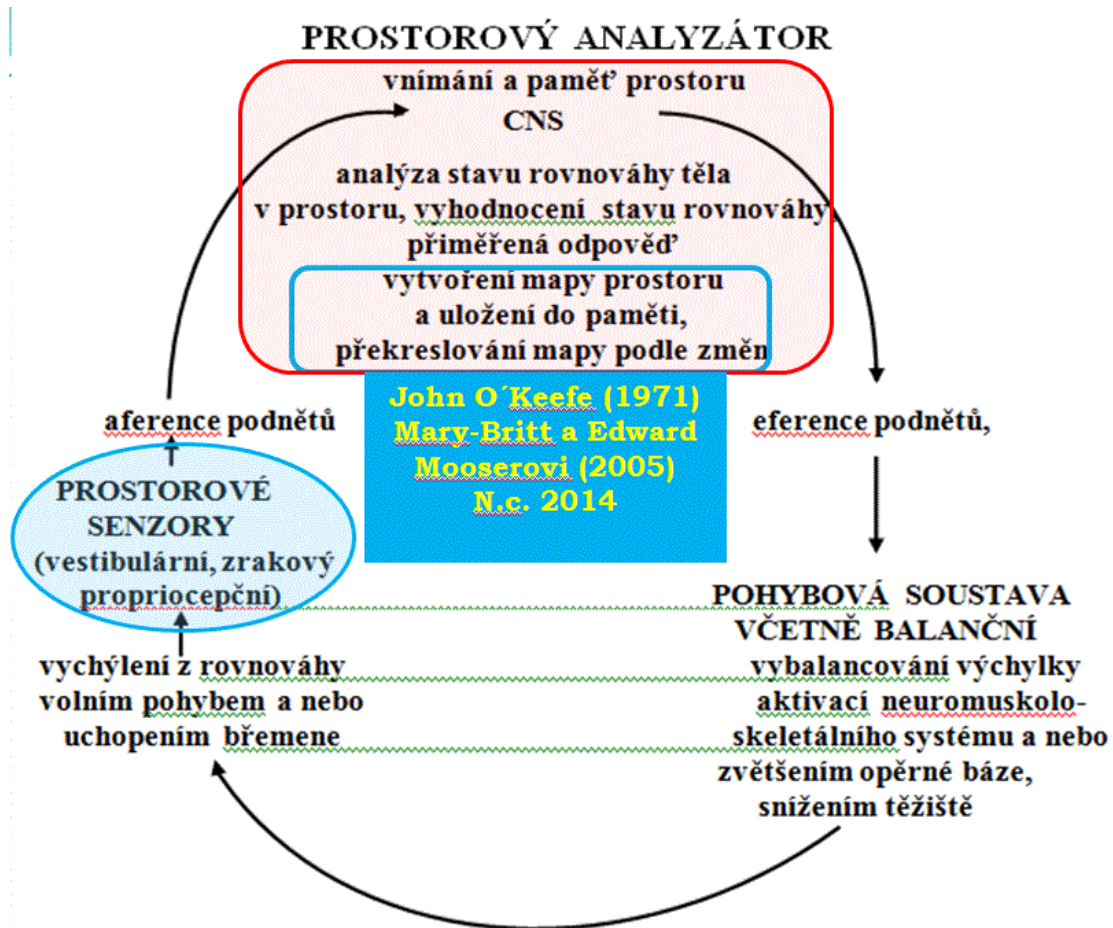
Stabilita postavení těla v prostoru je zajišťována

- odezvou na vychýlení z rovnováhy, které zaznamenají čidla prostorové orientace a
- odpověď se děje v muskuloskeletálním systému
 - podvědomě, automaticky nebo
 - vědomě volně, bez nebo se změnou opěrné báze

Schopnost udržení rovnováhy může být narušena poruchou

- čidel percipujících podnět
- aferentní nerové soustavy, vedoucí vjem do CNS
- CNS (analýza, syntéza, vypracování podnětů k úpravě)
- eferentní nervové soustavy, vedoucí podnět k úpravě do efektorů
- muskuloskeletální soustavy

Schéma udržování rovnováhy:



Každý z uvedených systémů – jejich struktura a funkce – může být narušena nemocí a nebo úrazem s následným „pádem“.

Souběžné postižení více složek rovnovážné soustavy je označováno jako **multisenzorický závratový syndrom**. Smysl pro prostorovou orientaci a rovnováhu se při fyziologickém vývoji utváří v úměře k věku, od novorozence do dospělosti. Plné zralosti je dosaženo asi ve 14 letech. Vývoj zpomalují onemocnění nebo vady, které postihnou jeden nebo více článků vytvářejících smysl pro prostorovou orientaci. Vývoj naopak urychluje trénink, kterým lze, např. v řadě sportů, jako je gymnastika, artistika, krasobruslení, letecká akrobacie aj., vytvořit nadstandardní schopnost prostorové orientace a tak i udržení rovnováhy.

Fyziologicky snižuje kvalitu prostorové orientace a následně udržení rovnováhy stárnutí, které se projevuje ve všech uvedených systémech, je determinováno geneticky, celoživotním zatížením, opotřebením, nemocemi a úrazy a rovněž tréninkem. Porucha rovnováhy vlivem stárnutí je označována jako **presbyvertigo v širším slova smyslu**. Snižování funkční schopnosti, např. vestibulárního ústrojí jak v části periferní i centrální, je dobře doloženo histologicky i funkčním testováním. Podobně je tomu u zraku, propriocepce a hmatu. Rovnovážný systém, podobně jako i jiné systémy, řízené CNS, trpí úbytkem paměti a kognitivních funkcí. Zřetelný úbytek posturální stability (individuálně však velmi rozdílný) je patrný obvykle po 60. roce

věku, jak je prokazováno mj. stabilometricky v Rombergově stoji, zejména při zavřených očích a na měkké podložce.

Úbytek schopnosti udržet rovnováhu u starších lidí není jen důsledkem oslabené percepce v čidlech, ale také v efektorovém nervově řízeném pohybovém ústrojí. U starších lidí dochází ke zpoždování svalové odpovědi. Jestliže např. u mladších jedinců spočívá základ vyrovnání narušené rovnováhy ve stoji v posloupném zapojení svalů dolních končetin od distálních k proximálním, u starších lidí je tomu obráceně. Také aktivace posturálních svalů je u starších oproti mladším zpožděná a je zhoršená svalová koordinace agonistů a antagonistů. Je narušen i sled aktivace svalů, potřebných pro dobrou balanční schopnost: u mladších jedinců se aktivují s předstihem svaly posturální před fázičnými, u starších je tomu spíše obráceně. Jestliže vyrovnání ve stoji u mladších vychází prioritně z kotníků, u starších pak z kyčlí.

Z hlediska vestibulologie je zajímavý poznatek, že u starších lidí, pokud vyhasne jeden z hlavních smyslů prostorové orientace (vestibulární, zrakový a propiocepční), není známka větší poruchy. Zhoršení nastává při výpadku dvou z uvedených smyslů, přičemž nejhůře s rovnováhou jsou na tom staří lidé, u nich je zachována jen funkce vestibulární. Studie ukázaly, že **s přibývajícím věkem nad 60 roků má pro udržení rovnováhy narůstající význam zraková orientace.**

Avšak i vlastní studie autorů v oblasti určování subjektivní vizuální vertikály ukázaly u seniorů individuálně velkou šíři naměřených výsledků. Rovněž stanovení haptické vertikály zjistilo u seniorů nad 60 roků významnou nepřesnost oproti lidem ve třetím decenniu věku. Vzájemné srovnání výsledků určování subjektivní vizuální a haptické vertikály přesto ukázalo, že při stárnutí nabývá v prostorové orientaci větší význam zrak. To v souhrnu pak vede k tomu, že jak pokles výkonnosti graviceptorů tak zraku činí pro starší lidi problematičtější pohyb v náročnějších podmínkách, např. při chůzi ze schodů, vyhýbání se překážkám, např. i protijdoucím lidem či protijdoucím vozidlům. Stejně složité může být pro ně i řešení chůze po nerovném, pružícím a kluzkém povrchu či po zakopnutí. Vytrácí se potřebná rychlost reakce na změnu těžiště těla. Zrakové vyhodnocení navíc ztěžuje pohyb okolí, který také odlákává pohled člověka mimo směr pohybu, přičemž se otočením hlavy, byť přechodně, aktivuje vestibulární ústrojí. To vše vede k četnějším pádům seniorů, jejichž následky z řady důvodů, mj. též stárnutí kostních struktur, jsou horší než u mladých a hojení následků z týchž příčin bývá zdlouhavé a často neúplné.

Metody vyšetření vertikály a některé klinické závěry viz kapitola **3.13.9.1**

V říjnu 2014 obdrželi Nobelovu cenu v oboru lékařství Dr. J. M. O'Keefe a manželé Dr. E.I. a Dr. M-B. Moserovi za poznatky o strukturálním uspořádání, vnímání a paměti prostoru ve specializovaných buňkách v oblasti hippokampu a dále objevili v sousedícím entorinokortexu buňky s trojrozměrně řešetovitým rozmístěním, které koordinují soustavu, potřebnou ke správné navigaci pohybu v prostoru.

Nobelova cena za medicínu 2014

Byla udělena za objevy v oblasti chápání (pochopení) a paměti prostoru a od toho odvozené schopnosti určovat postavení vlastního těla v prostoru, jeho směřování při pohybu, odhadu vzdáleností, volby optimální dráhy pohybu a podoby překážek na trase a hranic prostoru. Ve snaze přiblížit čtenáři podstatu objevu se autor dopustil určitých zjednodušení. Za to se omlouvám odborníkům. Pro lepší představu autor využil i některé obrázky z Wikipedie, které upravil.

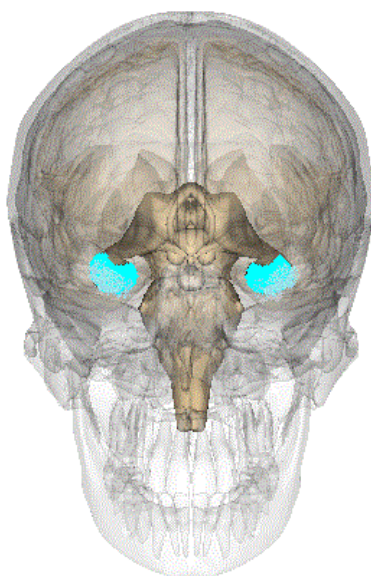
Smyslové čítí, které dodává do CNS potřebné informace

- o prostoru zahrnuje takřka všechny smysly, především zrak, čich a sluch a
- o poloze a pohybu (akcelerace, decelerace, rotace aj.) těla pozorovatele v prostoru z graviceptorů, tj. z rovnovážného a propiocepčního systému.

K některým z těchto smyslů bylo dáno aspoň dílčí vysvětlení v kapitolách **3.13.9.1**

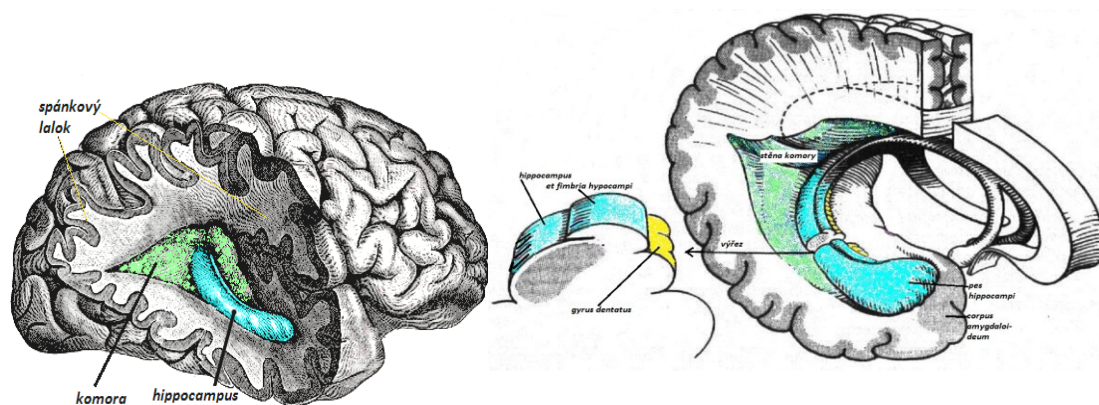
Centrální analýza vjemu, jeho vyhodnocení a výstup, tj. orientace a navigace v prostoru jsou předmětem zkoumání řady pracovišť. Jde o základní funkci mozku, která umožňuje existenci živočichům a je jim tedy vlastní získávání potřebných vědomostí a zkušeností.

Prvním zásadním poznatkem o existenci části CNS určené pro funkci chápání a paměti prostoru bylo **objevení tzv. „place cells“ (PC) Johnem o’Keefe (1971) v dorzální části hippocampu (CA1)**. K tomu přispěl objev techniky a metodiky snímání potenciálů mikroelektrodami z buněčné úrovně a možnost záznamu jejich aktivity v průběhu volného pohybu pokusných zvířat (krys). Tyto buňky ukládají do paměti a z paměti znovu vybavují částice prostoru a jejich soustava pak vytváří představu specifického komplexního prostorového uspořádání, tedy vnitřní nervovou mapu, zrcadlící prostor. Do paměti jsou vkládány různé poznané prostory, které se vytvářejí pomocí různých kombinací PC pro daný prostorový vjem. Vzniklé „mapy“

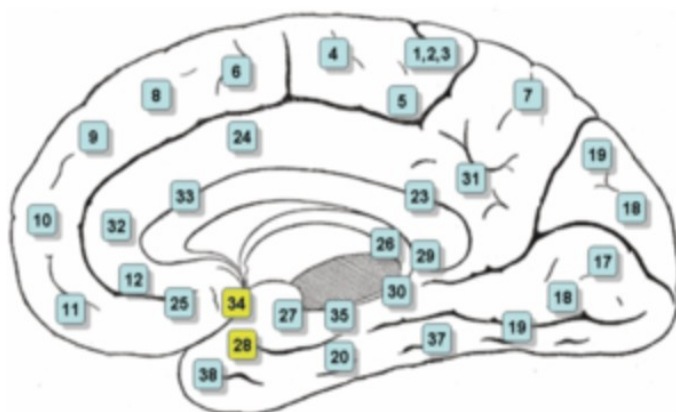


prostoru se aktivují v okamžiku kontaktu smyslového vjemu s příslušejícím prostorem. Paměť pro prostor je výsledkem specifické kombinace PC. Změna v reálném prostoru nevytváří však celou novou mapu v CNS, ale jen mapu koriguje pomocí rekombinace PC, tedy jejím překreslením. Postupně se zjistilo, že tato prostorová mapa dává živočichům i velmi kvalifikovanou představu směrové orientace a odhadu vzdálenosti. **Záznam prostoru v CNS nemá povahu obrazové paměti, ale spíše kartografického záznamu.**

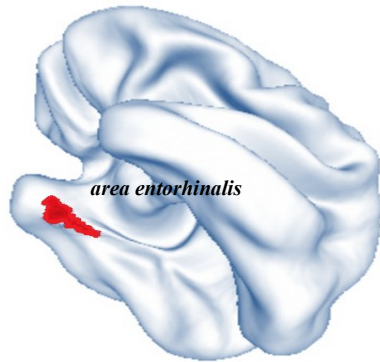
„Průhled“ lebkou na oblast hippocampu lidského mozku. Na dalších schematických obr. Je pohled do nitra postranní komory a orientaci hippocampu.



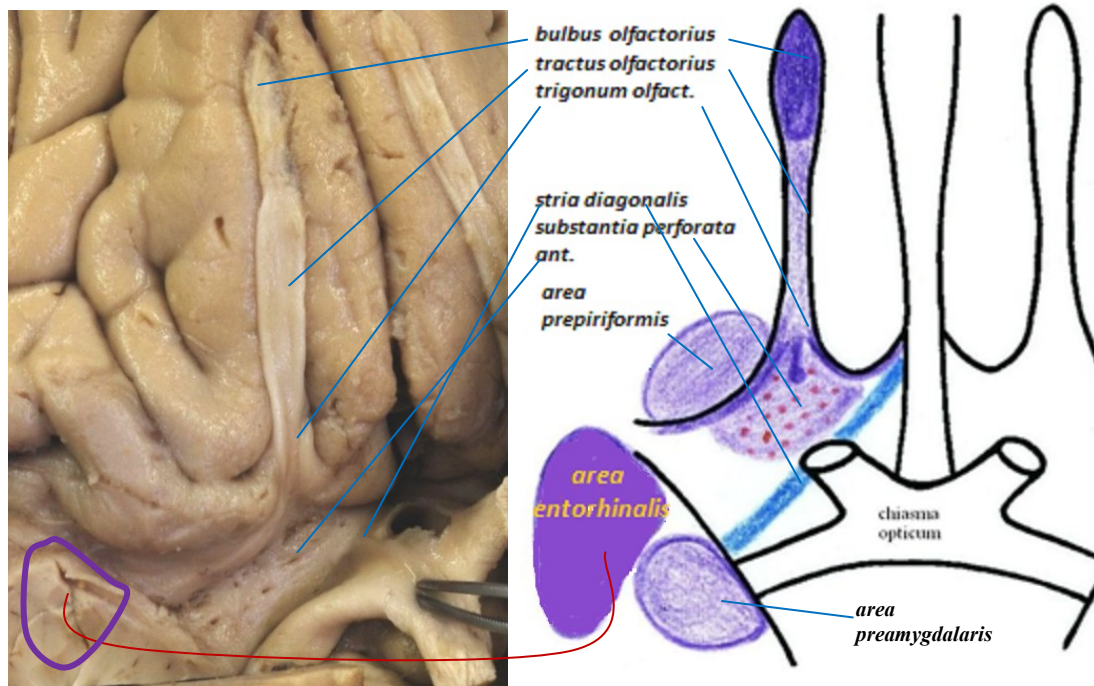
V dalším řešení otázky vzniku prostorových map (polí) v hippocampu bylo studium, zda tato sofistikovaná soustava PC je primární vstupní i výstupní jednotkou, nebo zda jsou nějaké předstupně, které funkci PC generují. Při hledání **vstupů do tohoto hippocampálního systému bylo zjištěno významné nervové propojení s tzv. area entorhinalis (entorhinal cortex)**. Tento název je odvozen od toho, že je area částečně zavzata do sulcus olfactorius lobus frontalis. Propojení je do gyrus dentatus hippocampi, regionu s označením CA3 a odtud pak do CA1 v dorzálním hippocampu, kde jsou již popsány PC. Toto propojení je obousměrné, přičemž v oblasti area entorhinalis směřuje do jeho **mediální části**. **Druzí nositelé Nobelovy ceny za lékařství 2014, manželé Moserovi, zjistili v této arey podobnost buněčného vybavení s PC, nicméně natolik odlišné, že dostaly označení „grid cells“** (roštové, mozaikové buňky). Jejich hexagonální uspořádání (podobné včelímu plástu) vytváří prostorová pole s velkou variabilitou co do velikosti a hustoty buněk a fáze jejich aktivity. Součástí této aktivity je prolnutí sensorických i motorických podnětů do souhrnného podnětu. Z toho autoři odvodili, že roštové buňky jsou součástí systému integrace signálů pro představu, paměť a pochopení prostoru a že jsou součástí schopnosti navigovat tělo živočichů v prostoru. Zde je dán základ pro měření



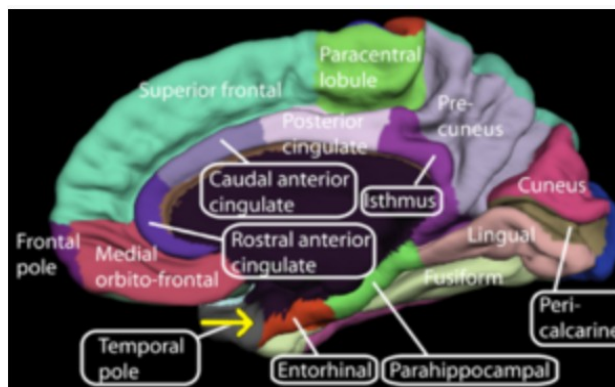
vzdálenosti, směru (kompas) a hranic (uzavřenosti) prostoru v konkrétních typech buněk pro tyto funkce (direction a border cells). Všechny tyto buňky jsou organizované do funkčního uskupení a pracují ve zpětné vazbě s PC v hippocampu.



Pohled na mediální stranu mozku: Brodmannova area 28 je area entorhinalis, 34 area entorhinalis dorsalis. Vpravo šikmý pohled na dolní a mediální část temporálního laloku.



Nahoře: pohled na spodinu mozku do oblasti rhinencephalon a dolního předního okraje spánkového laloku. Dole: mediální plocha pravé hemisféry.



Prostorová orientace a paměť jednotlivců má různou kvalitu, podobně jako ostatní aktivity CNS a jsou projevem inteligence (schopností) jedince pro tuto činnost.

Objev chápání prostoru a orientace v něm je, mimo početných Nobelovou cenou, zásluhou více jak desítky dalších badatelů. Objev

zdůraznil význam této vývojově nejstarší části mozku pro paměť obecně. Navazující klinická pozorování, že epicentrem rozvoje Alzheimerovy choroby, schizofrenie a temporální epilepsie je právě tato část mozku, není proto překvapující.

Area entorhinalis je hlavní spojovací bránou mezi hippocampem a neokortexem.

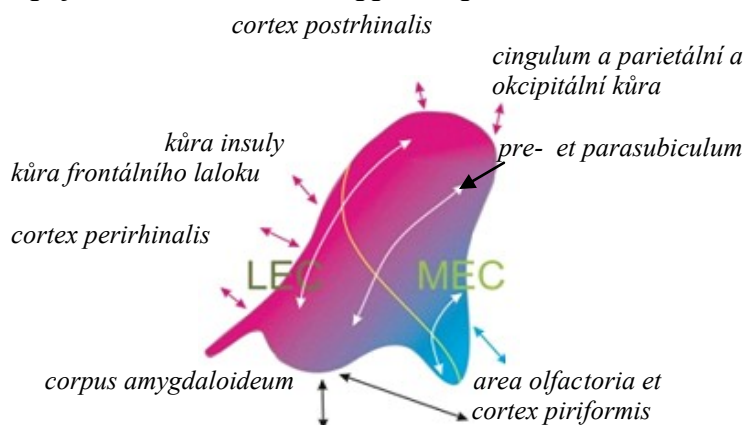
LEC – area entorhinalis

lateralis

MEC – area entorhinalis

medialis

*Šipky naznačují, že jde
vesměš o obousměrné
propojení.*



Z archeologických vykopávek na slovansko-avarském pohřebišti na Žitném ostrově, 7. až 11. století.

(Ze studia kosterních nálezů autorem v r. 1966 aneb jak lze také relaxovat.)

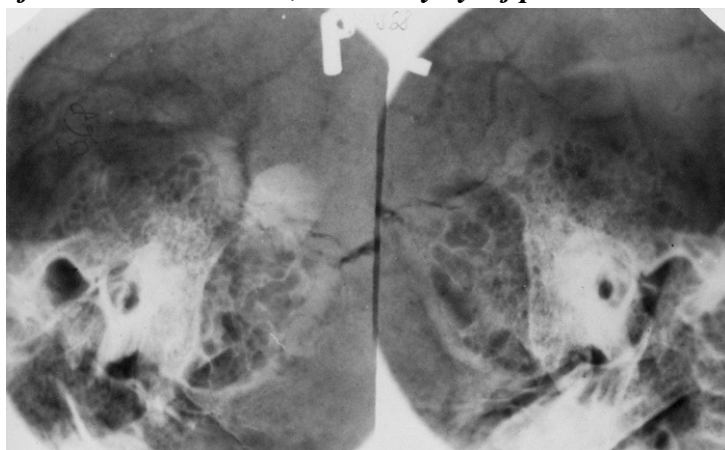
Před tisíci až čtrnácti sty roky jsme byli jen menší a hubenější: sluchové kůstky a jejich variabilita i patologie zůstaly stejné.



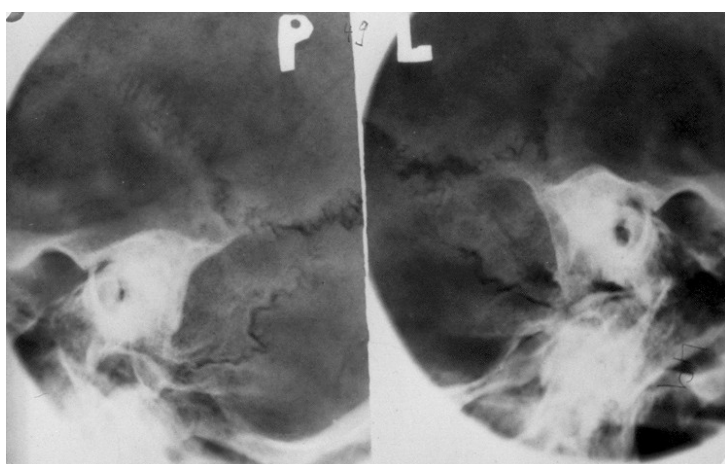
Nahoře foto 2011, dole 1966: nejde o zcela identickou sestavu: dole jsou přítomny navíc zbytky 3 třmínků a jedno kladívko, které se časem ze sbírky vytratily, stejně jako barvy ze staré fotografie.

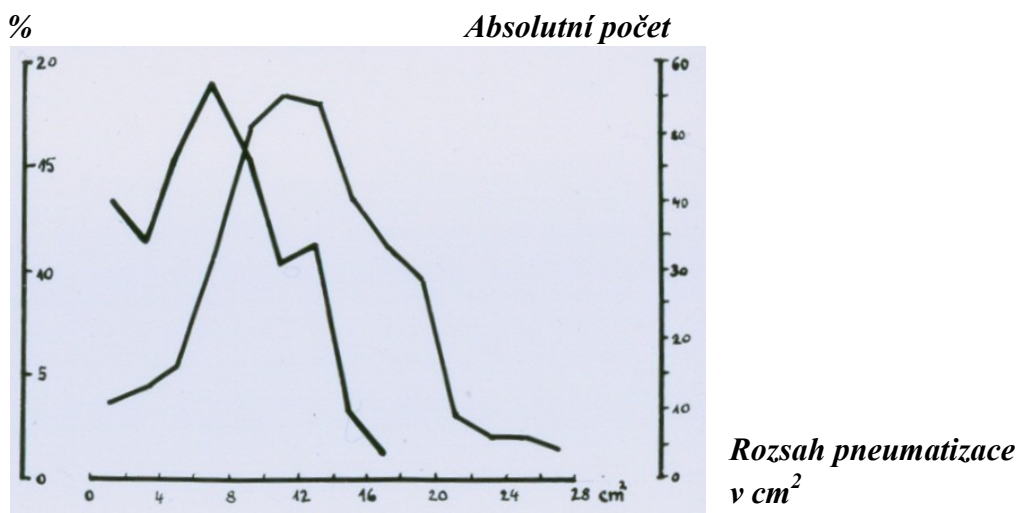


Bylo prostudováno 50 lebek, tedy 100 spánkových kostí, šlo o lebky dospělých jedinců starších 20 roků. Některé destrukce kůstek by mohly být patologické, u třmínků jde určitě o jejich rozpad vyvolaný „zubem“ času. Studium oválných okének nebylo schopno odpovědět na otázku, zda a v jaké míře trpěli tehdy lidé otosklerózou, čistokrevní Avari by jí podle dnešních znalostí mít vůbec neměli. Ke studiu nebyl dostatek kosterního materiálu od lidí nad 40 roků (pro tehdejší průměrnou délku života), kdy výskyt otosklerózy se nejčastěji manifestuje. Studium pneumatizace spánkové kosti nasvědčovalo pro podstatně vyšší výskyt zánětlivých afekcí středního ucha, které vždy vývoj pneumatizace tlumí.



Rtg v projekci podle Schüllera bylo podkladem pro planimetrické vyšetření rozsahu pneumatizace. Zde jsou představeny dva protipóly: výborně vyvinutá pneumatizace a dole vymizelá. Bylo provedeno srovnání se současným standardem. Normální pneumatizace byla zjištěna u 67 spánkových kostí, utlumená u 19 a vymizelá u 14, ale jen dvakrát z toho oboustranně, což svědčí pro původ v patologickém procesu. Následující graf ukazuje rozdíl v rozsahu pneumatizace tehdy a dnes: rozdíl je statisticky významný.





(Vykopávkami ve středověku a raném novověku zaniklých osad na Dražanské vrchovině se zabýval vědecky otolaryngolog prof. E. Černý a založil tak českou historickou geografii. Je známý také svými kreslenými atlasy ORL chirurgie, studiem rovnováhy aj.)

E. Beneš: *Demokracie dnes a zítra : Kapitola 4. Vývoj od liberální buržoazní demokracie k vystoupení čtvrtého stavu, tj. dělníků a rolníků. Přednášky na univerzitě v Chicagu 1939.*
„Po mém soudu je to boj o přerod staré, ryze politické demokracie měšťanské v nové formy a stadia vyšší a zároveň hlubší a dokonalejší demokracie politické, sociální a hospodářské, jež bych nazval demokracií humanitní.“

(Poznámka autora: Eduard Beneš je v současné době kritizován za své rozhodování při převratu v únoru 1948 těmi, kdož opomíjí levicovou atmosféru ve společnosti, která prošla krutě nespravedlivou válkou, zažehnutou kapitalismem a dále těmi, kdož by se vlastní odpovědnosti za tuto osudovou událost rádi zbavili. S ohledem nejen na ústavu ČSR a výrazný poválečný posun Evropy k představě sociálně spravedlivějšího státu, ale zejména pro zkorumpovanost části tehdejších pravicových domácích kariérních politiků jinou možnost řešení neměl. Ani dnes prezident ze své vůle nemůže odvolávat vládu, ale jen na návrh premiéra. Tehdejší demise ministrů vedla k jejich výměně, jaká je i dnes u nás běžná a z hlediska právního nelze mluvit o puči ani převratu. Také odsun německých nacistů po válce byl oprávněný, protože, jak si sami přesně zadokumentovali, připravovali genocidu českého národa. Odsun nacistů se z ČSR po válce uskutečnil z rozhodnutí Postupimské konference vítězných velmocí na návrh W. Churchilla a nikoliv E. Beneše, jak nám ti, kteří válku s desítkami milionů mrtvých vyvolali, rádi dnes podsouvají. Benešovy poválečné dekrety jako zákony jen implementovaly toto rozhodnutí. Demokracie je pravda a tedy i lživá propaganda je protidemokratická!

V r. 2014 se „Svět“, zastupovaný tzv. euroatlantickou civilizací, ocitá znovu - a po třetí za jedno století - na rozcestí mezi světovou válkou a mírem. Občanská mírová hnutí, která doprovázela bipolární svět po více jak 40 roků po 2. světové válce, byla nahrazena militantními oslavami nejtragičtějších válečných bitev Evropy. Státní, nacionální, ekonomický, rasový, politický a náboženský terorismus je zatím na vítězném postupu. Nechají se občané do světové války, která by měla posloužit k rozmnožení bohatství uzoučké vrstvy lidí na úkor desítek milionů životů ostatních, vtáhnout? Nebo odmítnou nové kolo studené války a bezúzdnné zbrojení a zvítězí humanismus? Otázky v době, kdy v tzv. třetím světě panuje genocida, hladomor, ebola a masový exodus z rozbombardovaných měst a vypálených vesnic, nebudou asi nemístné!