

Veterinární univerzita Brno
Fakulta veterinární hygieny a ekologie
Ústav ekologie a chorob zoozvířat, zvěře, ryb a včel

OBRAZOVÝ ATLAS MAKROSKOPICKÉ
A MIKROSKOPICKÉ ANATOMIE
HMYZOŽRAVÝCH NETOPÝRŮ



Michaela Jankovíková
Mgr. Šárka Bednaříková
prof. MVDr. Jiří Pikula, Ph.D., dipl. ECZM

BRNO 2023

Veterinární univerzita Brno
Fakulta veterinární hygieny a ekologie
Ústav ekologie a chorob zoozvířat, zvěře, ryb a včel

OBRAZOVÝ ATLAS MAKROSKOPICKÉ
A MIKROSKOPICKÉ ANATOMIE
HMYZOŽRAVÝCH NETOPÝRŮ

Michaela Jankovíková
Mgr. Šárka Bednaříková
prof. MVDr. Jiří Pikula, Ph.D., dipl. ECZM

BRNO 2023

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod | 6 |
| Roviny a směry na těle zvířete | 7 |
| Základy pitvy..... | 9 |
| Kůže a kožní deriváty | 11 |
| Základní histologická struktura kůže | 15 |
| Muskuloskeletální systém | 17 |
| Skeletální systém..... | 18 |
| Axiální skelet..... | 18 |
| Křídla..... | 19 |
| Pánev | 20 |
| Pánevní končetiny | 20 |
| Lebka..... | 20 |
| Muskulární systém | 22 |
| Svaly jedinečné pro netopýry | 22 |
| Základní histologická struktura svalu | 26 |
| Nervový systém..... | 27 |
| Centrální nervový systém (CNS) | 27 |
| Mozek..... | 27 |
| Mícha..... | 29 |
| Periferní nervový systém (PNS)..... | 29 |
| Základní histologická struktura mozku | 30 |
| Ucho a sluch | 31 |
| Vnější ucho..... | 31 |
| Střední ucho..... | 31 |
| Vnitřní ucho..... | 32 |
| Oko a zrak | 32 |

| | |
|--|----|
| Nos a čich | 33 |
| Kardiovaskulární systém a respirační systém | 34 |
| Kardiovaskulární systém | 34 |
| Srdce | 34 |
| Krevní cévy | 35 |
| Krvení křídel | 36 |
| Základní histologická struktura srdečního svalu | 37 |
| Respirační systém | 39 |
| Nosní dutina | 39 |
| Hltan | 39 |
| Hrtan | 39 |
| Průdušnice | 40 |
| Průdušky | 40 |
| Plíce | 40 |
| Bránice | 41 |
| Základní histologická struktura plic | 41 |
| Gastrointestinální trakt (GIT) | 43 |
| Dentice | 43 |
| Jícen | 46 |
| Žaludek | 46 |
| Střeva | 47 |
| Řitní otvor | 47 |
| Základní histologická struktura žaludku, jater, sleziny a tenkého střeva | 49 |
| Uropoetický systém | 53 |
| Ledviny | 53 |
| Močovody | 53 |
| Močový měchýř | 53 |

| | |
|--|----|
| Močová trubice..... | 53 |
| Základní histologická struktura ledvin a nadledvin | 54 |
| Reprodukční systém | 56 |
| Samec | 56 |
| Varlata | 56 |
| Nadvarlata | 56 |
| Chámovod | 56 |
| Pomocné reprodukční žlázy | 56 |
| Penis | 56 |
| Samice | 58 |
| Vaječníky | 58 |
| Vejcovody | 58 |
| Děloha | 58 |
| Vagina | 58 |
| Základní histologická struktura dělohy. | 60 |
| Nálezy na krevním nátěru | 62 |
| Seznam použitých obrázků a tabulek | 65 |

Úvod

Letouni (Chiroptera) jsou po hlodavcích druhým nejpočetnějším řádem savců, přičemž tvoří 20 % ze všech savčích druhů. Trvale rozšíření jsou na všech kontinentech s výjimkou polárních oblastí a jsou jedinými savci na světě schopnými aktivního letu.

Ve fosilních záznamech se netopýři objevili v téměř definitivní anatomické podobě ve spodním eocénu. Již eocenní letouni pravděpodobně disponovali schopností echolokace a celou řadou dalších přizpůsobení ve všech orgánových soustavách. Struktura vnitřního a středního ucha napovídá, že schopnost letu se objevila dříve než echolokace. Do současné doby nebyl objeven fosilní zástupce, který by schopnost aktivního letu postrádal. Dle většiny odborných názorů se letouni původně vyvinuli na severní polokouli, ale již v časném eocénu dosáhli rozšíření prakticky po celém světě. Moderní čeledi vznikly ještě před koncem pozdního eocénu a středobodem jejich vývoje byla patrně Afrika.

Chiroptera byli nejdříve zařazeni do skupiny Archonta, kvůli anatomickému znaku shodnému s letuchami, tedy svalu spojujícímu kost ramenní s létací blánou. Jiný znak signifikantní pro taxon Archonta, specializovaná stavba kotníku, u letounů absentoval, což bylo vysvětlováno přizpůsobením k letu. Molekulární analýzy však zahrnutí do Archonta zpochybnily a řád byl poté přeřazen do linie placentálních savců Laurasiatheria.

Recentní letouni se tradičně dělili na netopýry (Microchiroptera) a kaloně (Megachiroptera). Některé dřívější názory, na základě podobnosti v morfologii penisu a neuroanatomických struktur, považovaly kaloně za příbuznější primátům než netopýrům. Naproti tomu u netopýrů Microchiroptera proběhlo rozdělení podle pohyblivosti premaxilly v horní čelisti na Yinochiroptera a Yangochiroptera. Později studie prokázaly monofyletický vývoj celého řádu a středovou pozici kaloňů ve fylogenetickém stromě a systematika byla tedy opět upravena.

V současnosti rozeznáváme 1462 druhů letounů, které moderní taxonomie rozděluje do podřádu Yinpterochiroptera (neboli Pteropodiformes), kam patří nadčeledi Megachiroptera a Rhinolophoidea; a podřádu Yangochiroptera (neboli Vespertilioniformes), jenž zahrnuje ostatní nadčeledi Emballonuroidea, Noctilionoidea a Vespertilionoidea.

V České republice se vyskytují zástupci 27 druhů náležící do dvou čeledí – Rhinolophidae a Vespertilionidae.

Rhinolophidae neboli vrápencovití se vyznačují obličejovými kožními výčnělky, které slouží k lepšímu směřování ultrazvukových signálů vysílaných nosní dutinou. Dalším z typických rysů je chybějící víčko na vnitřní straně ušního boltce. Charakteristické je také obalování těla létací blánou během odpočinku. Zástupci této čeledi se živí výhradně hmyzem.

Základní vlastnosti Vespertilionidae neboli netopýrovitých jsou podobné jako u vrápenců, avšak s několika morfologickými, anatomickými i fyziologickými odlišnostmi. Mezi ně patří například přítomnost víčka neboli tragu na vnitřní straně ušních boltců. Také disponují schopností echolokace, avšak ultrazvukové signály vysílají otevřenou tlamou. Při zavěšení za pánevní končetiny se nezabalují do létací blány. V rámci této čeledi existují druhy karnivorní, piscivorní, frugivorní a nektarivorní, avšak převážná část zástupců je insektivorní.

Některé z výše uvedených, ale také mnoho dalších charakteristik evropských insektivorních netopýrů, resp. přesněji zástupců čeledí Rhinolophidae a Vespertilionidae, naleznete právě v tomto atlase jejich makroskopické a mikroskopické anatomie.

Roviny a směry na těle zvířete

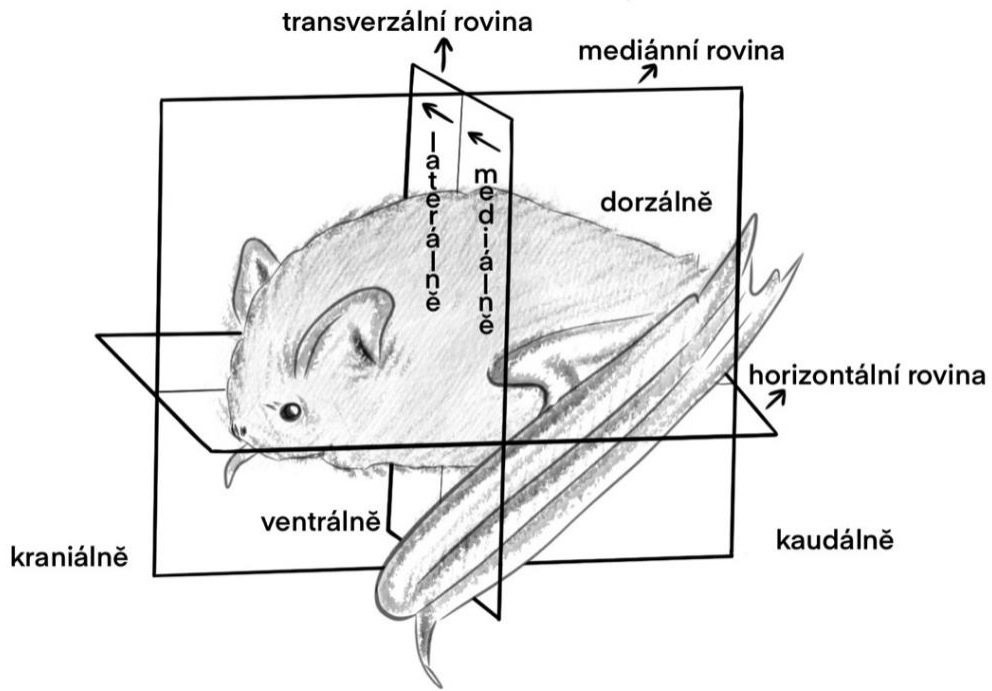
Označení polohy a směru na těle umožňuje přesný popis jednotlivých struktur.

| Pojem | Význam | Pojem | Význam |
|------------|--------------|---------------|------------------|
| kraniálně | k hlavě | axiálně | k ose končetiny |
| rostrálně | k hrotu nosu | abaxiálně | od osy končetiny |
| kaudálně | k ocasu | externus | zevní |
| dorzálně | k hřbetu | internus | vnitřní |
| ventrálně | k břichu | superficialis | na povrchu |
| mediálně | do středu | profundus | v hloubce |
| laterálně | ke straně | superior | nahore |
| mediálně | uprostřed | inferior | dole |
| proximálně | k trupu | anteriorně | přední |
| distálně | od trupu | posteriorně | zadní |
| dexter | vpravo | plantárně | k chodidlu |
| sinister | vlevo | palmárně | k dlani |

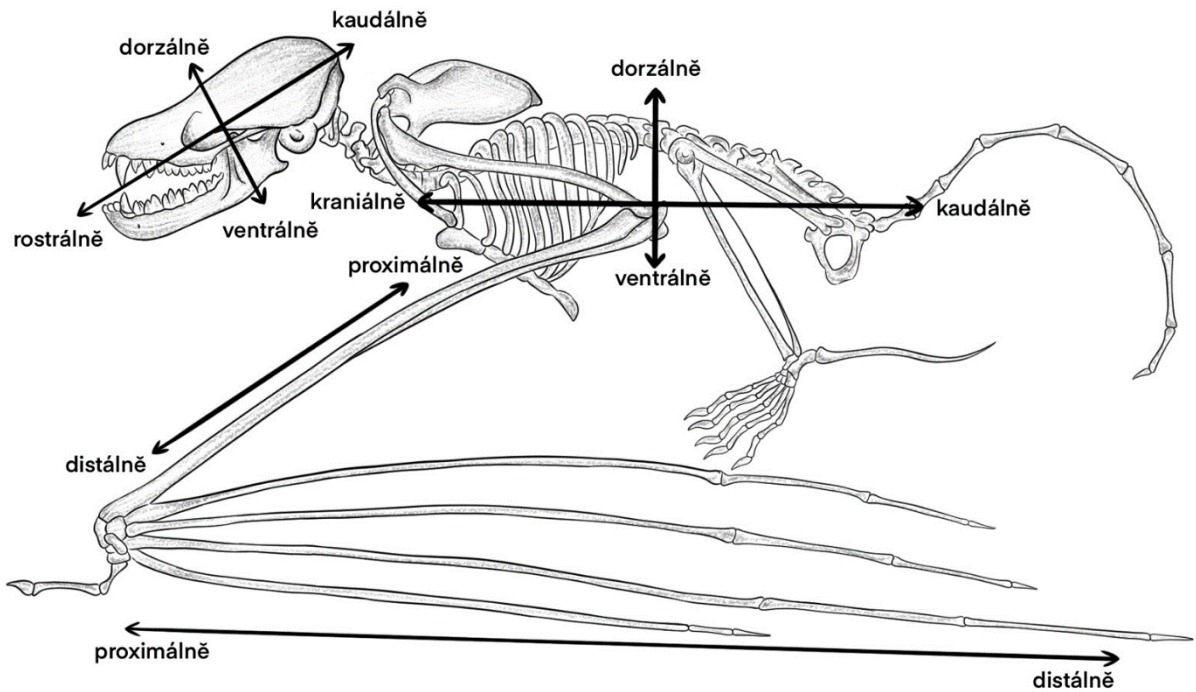
Tabulka 1: Základní směry těla.

| Pojem | Význam |
|----------------------|---|
| mediánní rovina | vertikální rovina, dělí tělo na dvě stejné poloviny |
| paramediánní roviny | vertikální roviny, probíhají blízko mediánní roviny, paralelně s ní |
| sagitální roviny | vertikální roviny, probíhají vzdáleněji od mediánní roviny, paralelně s ní |
| horizontální roviny | paralelní s podélnou osou těla, rozdělují tělo na dorzální a ventrální část |
| transverzální roviny | kolmo k podélné ose těla |

Tabulka 2: Základní roviny těla.



Obrázek 1: Základní roviny a směry těla.



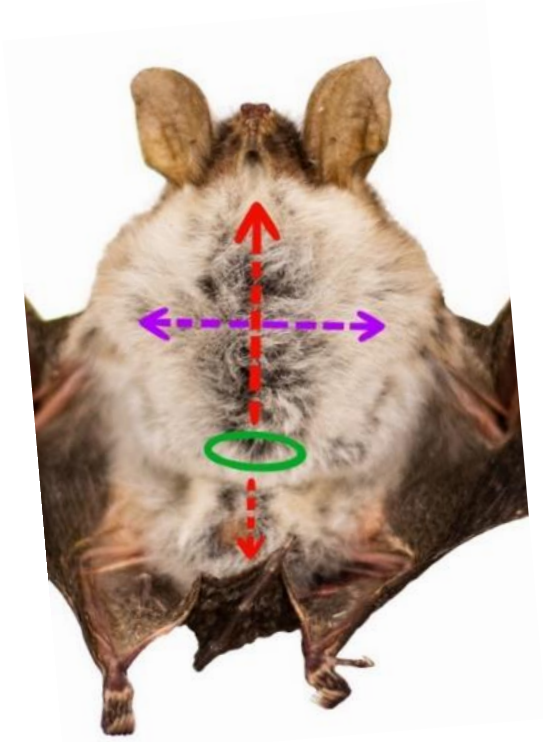
Obrázek 2: Základní směry těla.

Základy pitvy

Pitva je základní metoda, při které jsme schopni pochopit tvar a funkci jednotlivých orgánů a soustav těla živočichů.

Netopýří těla jsou malá, proto při pitvě musíme být opatrní a používat nástroje vhodné velikosti. Pro pitvu těchto zvířat jsou dostačující hrotnaté nůžky, anatomická pinzeta a skalpel.

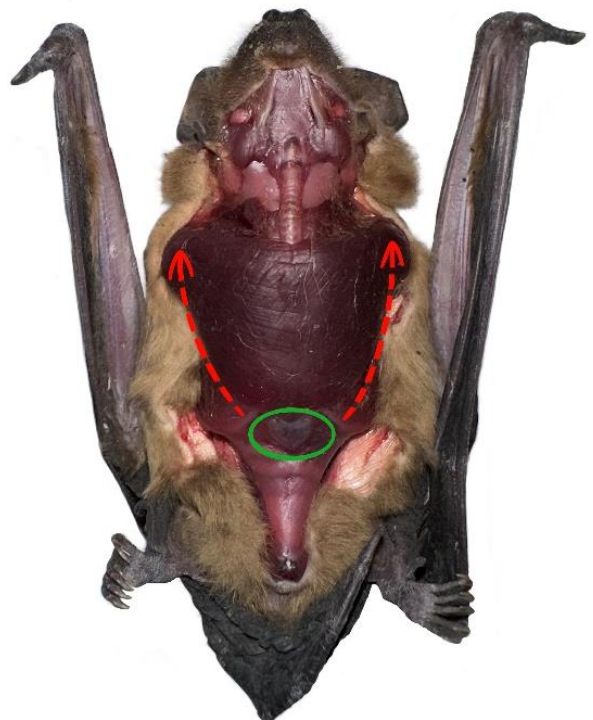
Pitevní postup



Obrázek 3: Znázornění směřů incizí (*Myotis myotis*).

- v distální části hrudní kosti si nadzvedneme kůži a pomocí nůžek uděláme otvor
- proximálně, až k bradě a distálně, až k análnímu otvoru vytvoříme incizi
- incizi rozšíříme laterálně do stran
- odpreparujeme kůži
- obnaží se hrudní svalovina a břišní dutina

- pod mečovou chrupavkou hrudní kosti nůžkami vytvoříme otvor
- ve vyznačených místech přestříhneme žebra
- vytvořený úsek hrudního koše odstraníme



Obrázek 4: Naznačení postupu odstranění přední části hrudního koše (*Nyctalus noctula*).



- po odstranění předního úseku hrudního koše odhalíme plíce, srdce, bránici a játra
- od vzniknutého otvoru distálně, opatrně, bez porušení střev, rozstříhneme břišní stěnu, čím odhalíme střeva, případně močový měchýř, jestli je naplněn
- máme viditelně otevřenou hrudní i břišní dutinu

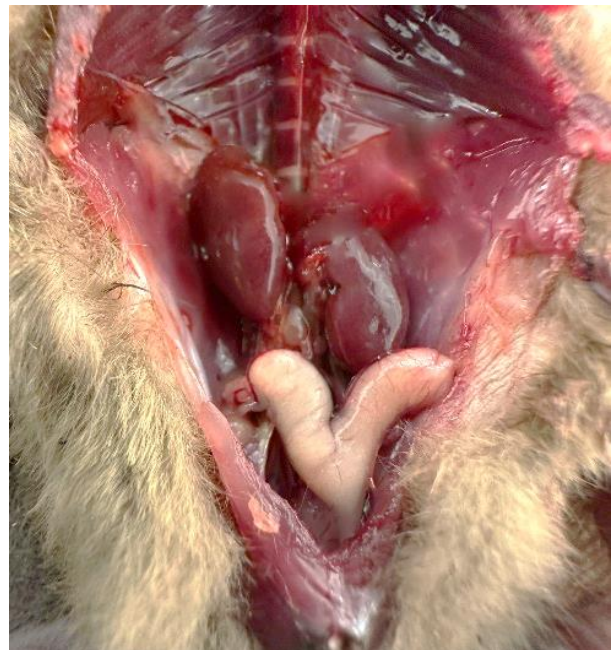
Obrázek 5: Pohled na otevřenou hrudní dutinu, zobrazení řezu pro otevření břišní dutiny (*Nyctalus noctula*).

Při takto otevřených dutinách můžeme posoudit rozložení orgánů, jejich celkový vzhled i případné patologické změny.

Jako první vybíráme vně srdce s plícemi, až potom gastrointestinální trakt, abychom zabránili případné kontaminaci.



Obrázek 6: Pohled na otevřenou břišní dutinu (*Nyctalus noctula*).

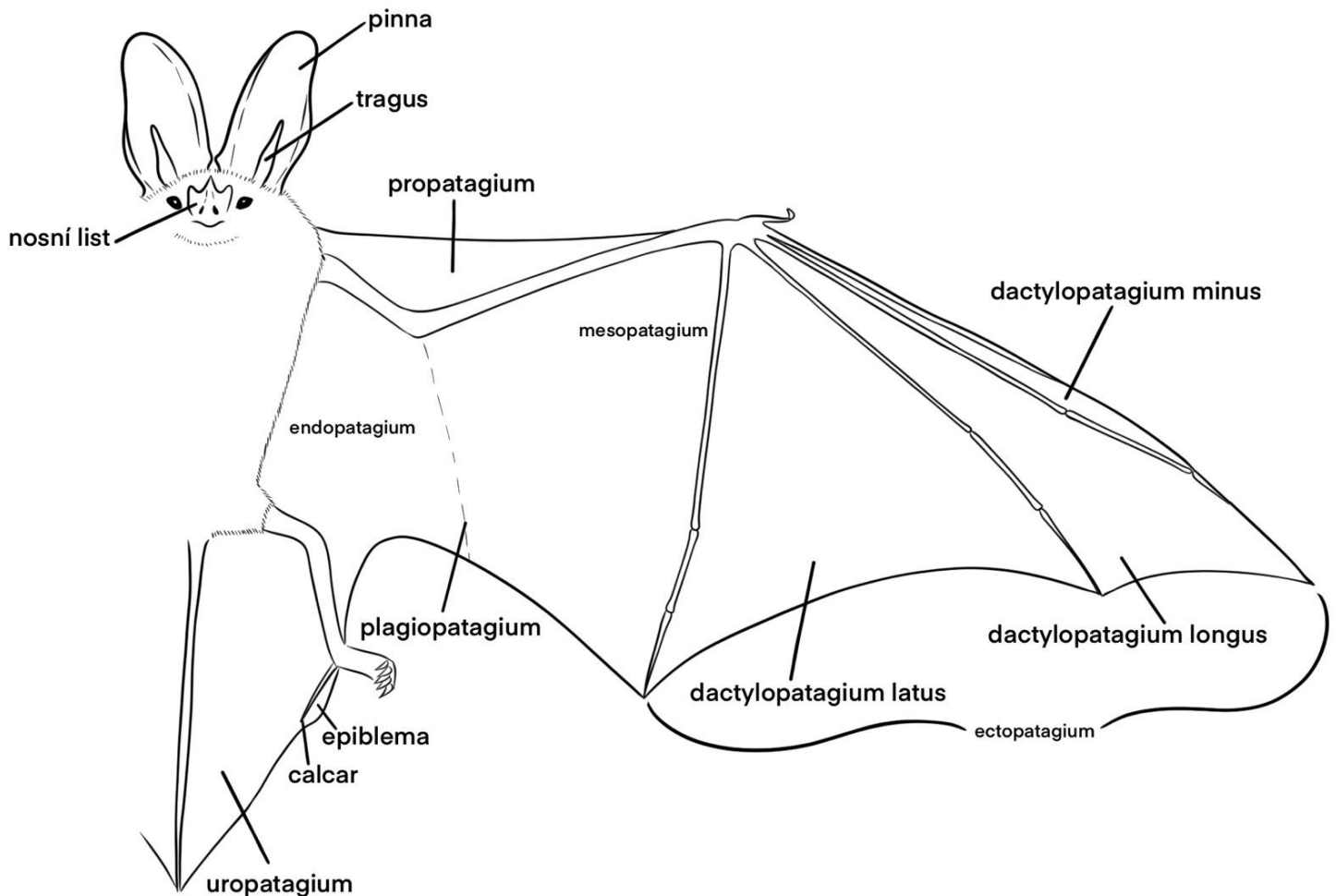


Obrázek 7: Pohled na břišní dutinu po vyjmutí trávicího traktu (*Nyctalus noctula*).

Po vyjmutí gastrointestinálního traktu vidíme na zadní stěně dutiny břišní ledviny a orgány reprodukčního systému.

Kůže a kožní deriváty

Mnoho ze specifických a specializovaných strukturálních vlastností netopýrů je spjato právě s kůží a jejími deriváty jako například létací blána, vnější ucho nebo obličejové struktury.



Obrázek 8: Speciální kožní oblasti a struktury.

Kožní žlázy se u netopýrů, stejně jako u jiných savců, vyskytují ve třech typech – sebaceózní, sudoriferní a mamární. Mazové (sebaceózní) žlázy jsou zdánlivě malé obvykle párové žlázy, spojené s chlupovými folikuly. Potní (sudoriferní) žlázy jsou spíše roztroušené v kůži. Mléčné (mamární) žlázy se nejčastěji vyskytují v jednom páru uloženém subaxilárně nebo anterolaterálně na pectorální části těla.

Srst tvořená chlupy různých typů pokrývá většinu těla. Pesíky jsou rovnější, hrubší a mírně delší než podsada. Vousky (sinusové chlupy. *vibrissae*) se pravděpodobně vyskytují u všech druhů netopýrů, jedná se o dlouhé a hrubé chlupy, jejichž folikuly jsou obklopeny komplexním

systemem nervových zakončení, krevních sinů a pojivovou tkání. V okolí žláz se často setkáváme s chlupy, které rostou přímo uvnitř nebo kolem nich.

Drápy tvoří silně keratinizované proliferované epitelové buňky. U netopýrů se drápy nacházejí na všech prstech pánevní končetiny a na prvním prstu nebo na prvních dvou prstech končetiny hrudní.



Obrázek 9: Pánevní končetina, vlevo dorzální pohled, vpravo plantární pohled (*Nyctalus noctula*).



Obrázek 10: Hrudní končetina, dráp na prvním prstu (*Nyctalus noctula*).

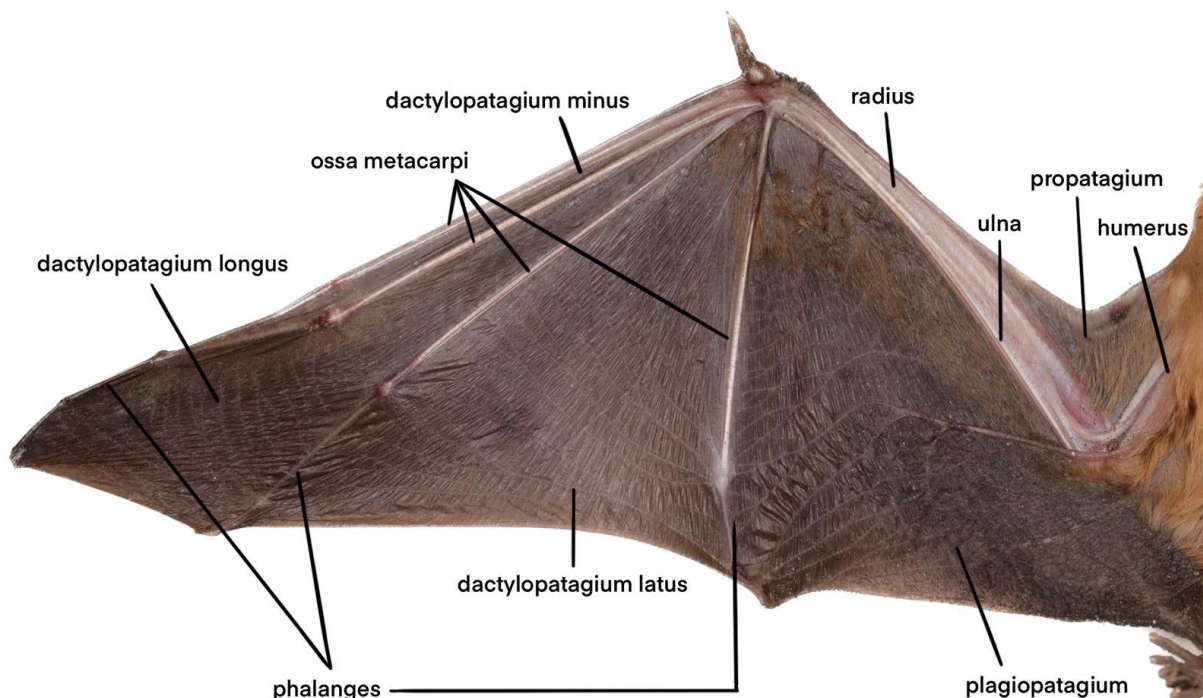
Pinna (ušní boltec) a *tragus* jsou součástí vnějšího ucha netopýřů. Vytváří mnoho variací, díky čemu je ucho mezidruhově velmi rozmanité. Obličejové kožní výrůstky patří také ke strukturám vytvářejícím velkou druhovou diverzitu. Můžeme se setkat s vytvořením nosních listů různých tvarů a velikostí nebo labiálních záhybů.



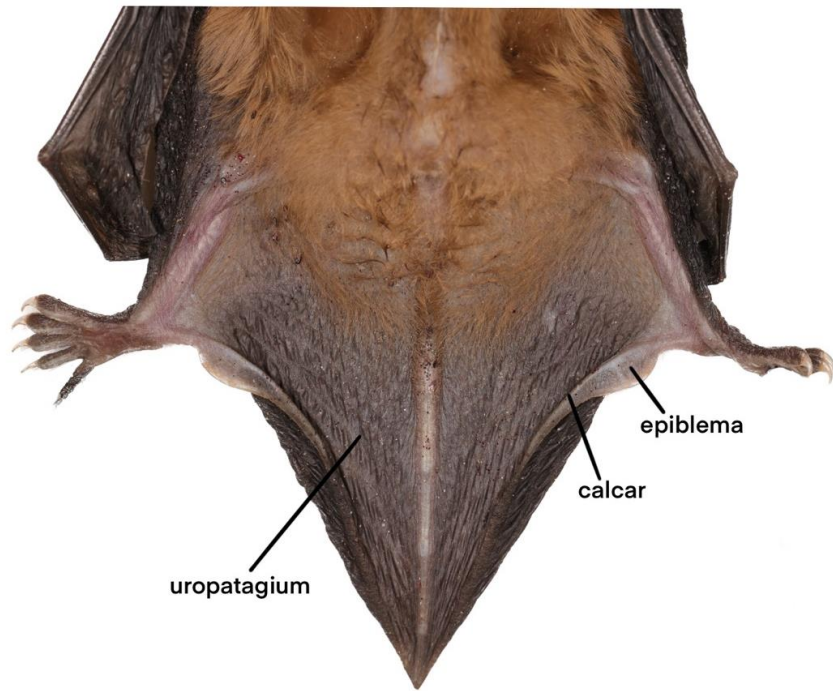


Obrázek 11: Mezidruhová rozmanitost struktur uší a nosu,
 první řada: netopýr vodní (*Myotis daubentonii*), netopýr řasnatý (*Myotis nattereri*),
 druhá řada: netopýr velký (*Myotis myotis*), netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*),
 třetí řada: netopýr ušatý (*Plecotus auritus*), létavec stěhovavý (*Miniopterus schreibersii*),
 čtvrtá řada: vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*), vrápenec jižní (*Rhinolophus euryale*).

Létací blána může být dělena do dvou skupin podle umístění blány – křídlová (alární) nebo interfemorální (uropatagiální) membrána.

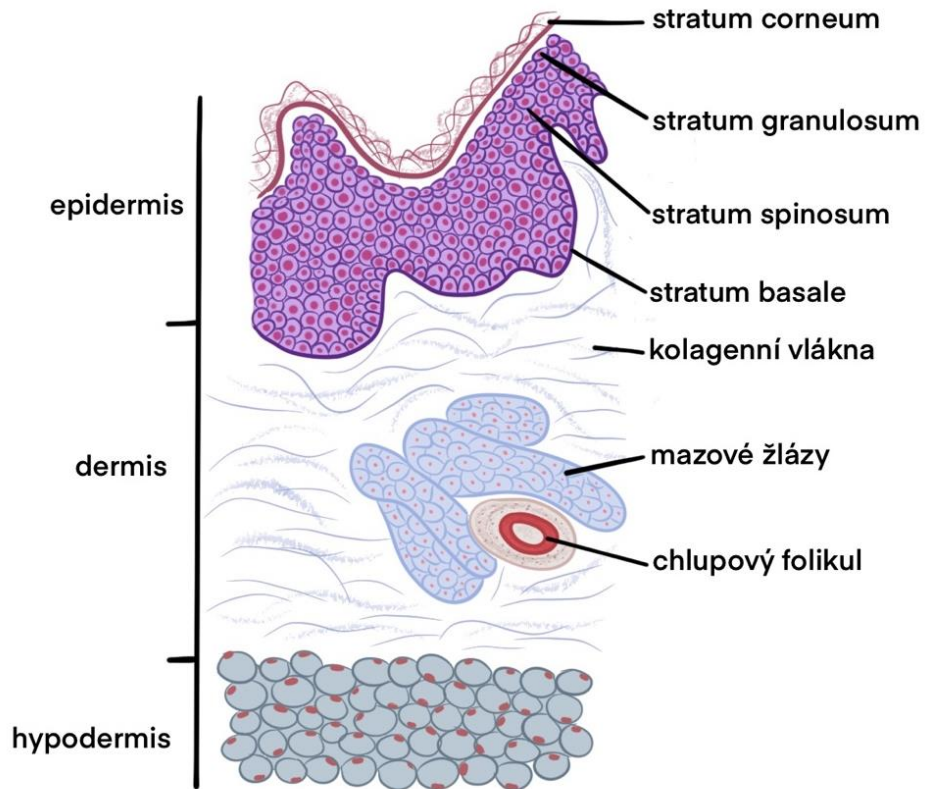


Obrázek 12: Základní anatomie křídla (*Nyctalus noctula*).

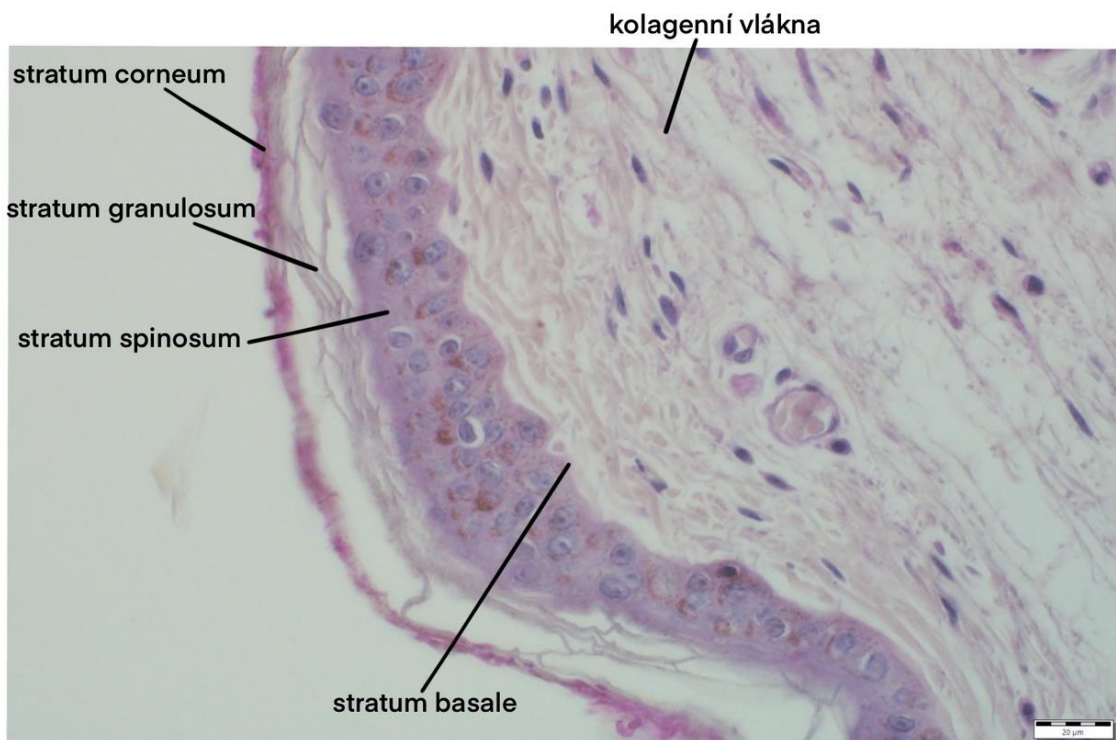


Obrázek 13: Zobrazení uropatagia (*Nyctalus noctula*).

Základní histologická struktura kůže



Obrázek 14: Schematické zobrazení struktury kůže.

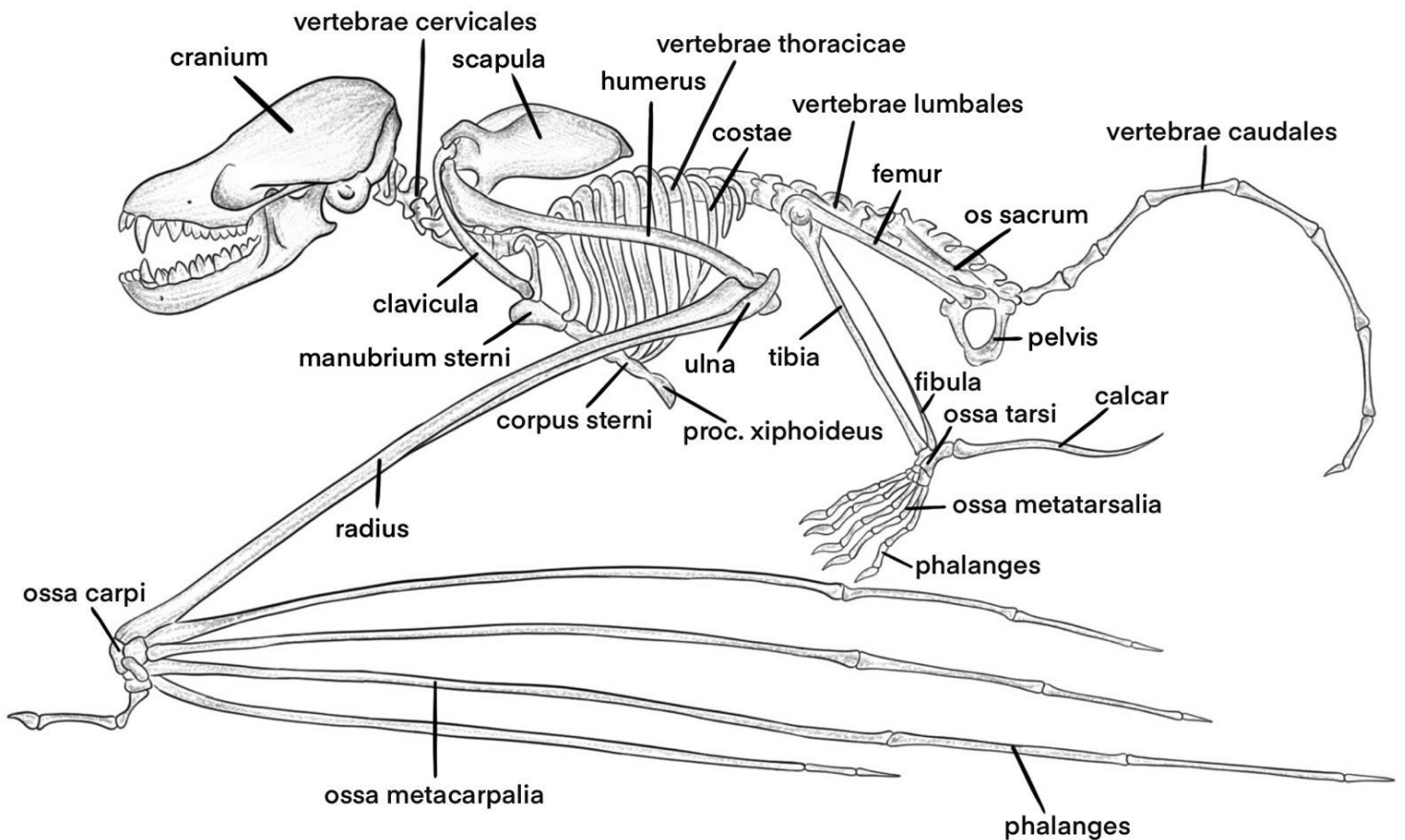


Obrázek 15: Histologický preparát kůže (*Eptesicus nilssonii*), barvení PAS.

Muskuloskeletální systém

Netopýři jsou jedinými savci schopnými aktivního letu. Jejich muskuloskeletální systém je uzpůsoben tak, aby dosáhli zcela odlišného typu lokomoce, díky čemuž mohou využívat prostředí pro ostatní savce nepřístupné.

Mnoho rysů kosterní soustavy hmyzožravých netopýřů je spjato s potřebou silných a/nebo specializovaných připojení letového svalstva. Existuje trend koncentrování hmotnosti v blízkosti těžiště těla kvůli aerodynamice a stabilitě. U netopýřů je tento jev silně patrný a viditelný na stavbě hrudních končetin, proporcích axiálního skeletu a pravděpodobně i dorzálním vyklenutí hrudních obratlů.



Obrázek 16: Schematické znázornění kostry.

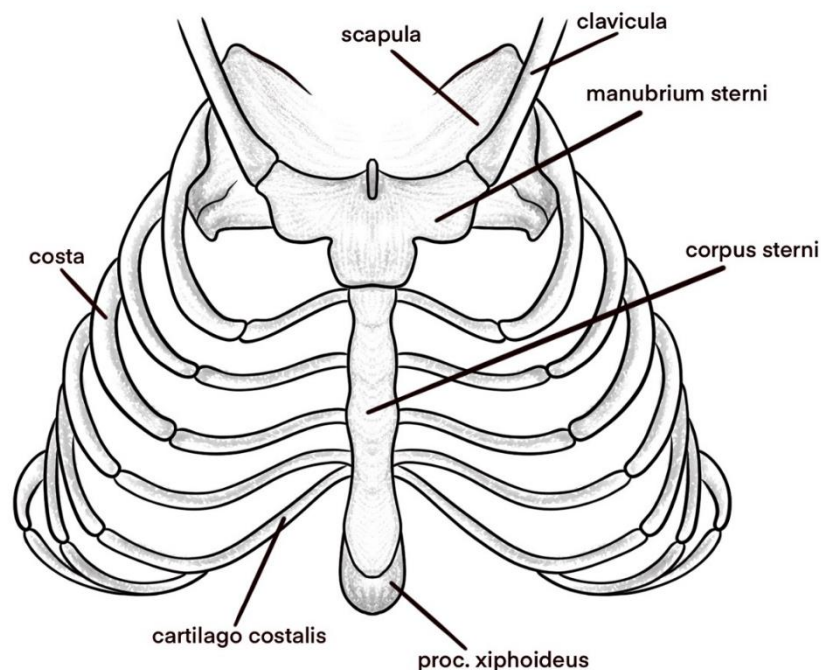
Skeletální systém

Axiální skelet

Těla hmyzožravých netopýrů jsou krátká a široká v důsledku anteroposteriorní komprese jednotlivých obratlů, zejména krčních a hrudních, a silného dorzálního oblouku hrudní části páteře. U většiny netopýrů do sebe hrudní obratle těsně zapadají a tvoří tak poměrně pevnou jednotku. V poměru k velikosti těla mají netopýři hrudní koš poměrně velký a obvykle širší a plytčí v porovnání s hrudním košem hlodavců, kteří jsou podobné velikosti.

Jako u všech savců i u netopýrů nalezneme 7 cervikálních obratlů (*vertebrae cervicales*), dále 11 hrudních obratlů (*vertebrae thoracicae*), 5 lumbálních obratlů (*vertebrae lumbales*), 4 sakrální obratle, které jsou srostlé do jedné struktury křížové kosti (*os sacrum*) a variabilní počet (10 a více) kaudálních obratlů (*vertebrae caudales*).

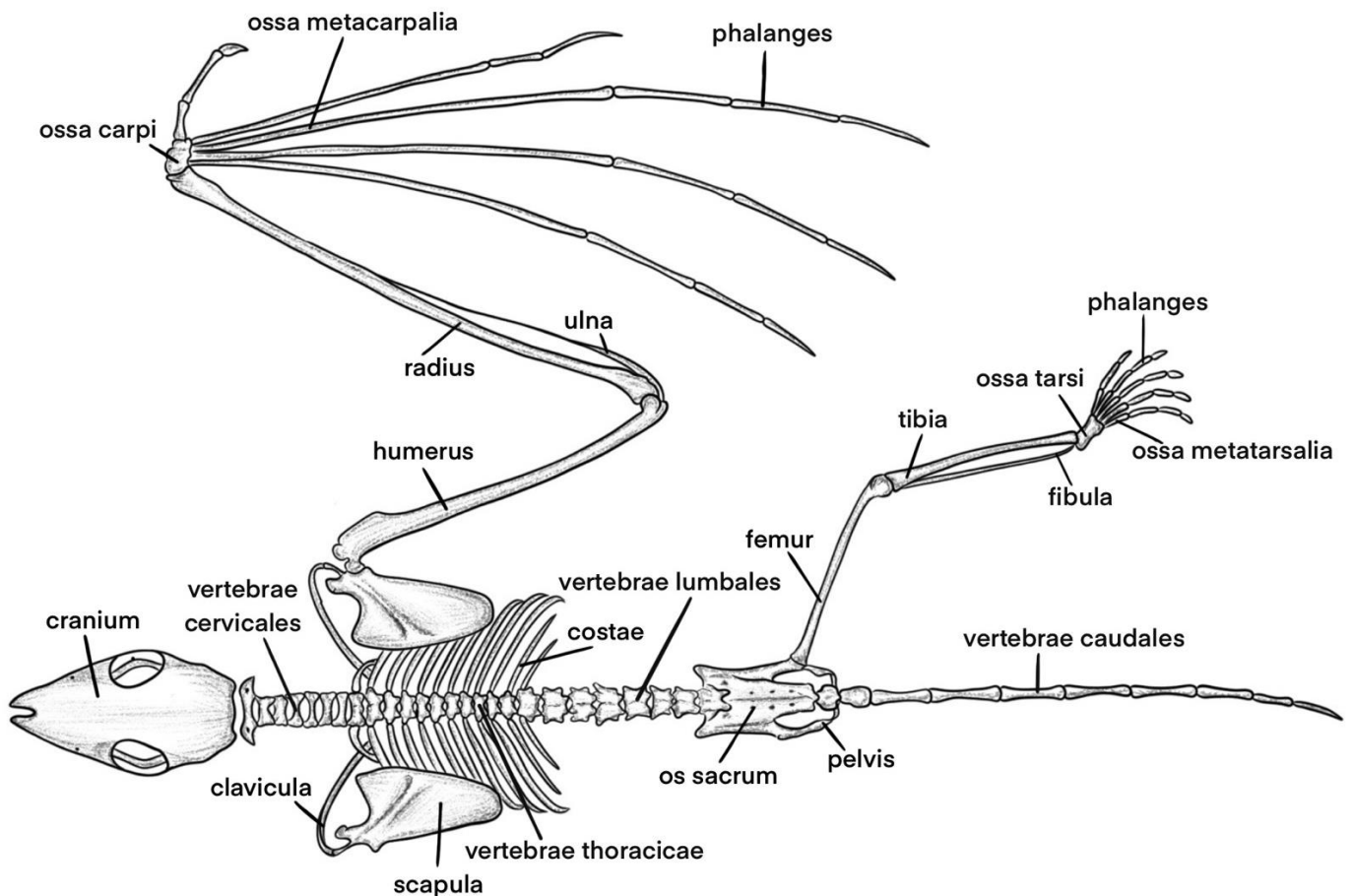
Hrudní koš se skládá z hrudních obratlů, žeber (*costae*) a hrudní kosti (*sternum*). Hrudní kost je složena ze segmentů (*sternebrae*), které jsou vždy spojeny do jediné struktury těla hrudní kosti (*corpus sterni*). U mnoha druhů je vyvinut xiphoidní výběžek (*processus xiphoideus*) a může být také spojen se strukturou. Rukojeť hrudní kosti (*manubrium sterni*) je značně zvětšena a má tvar písmene T, její boční ramena se spojují s klíční kostí a prvními žeberními chrupavkami (*cartilago costalis*).



Obrázek 17: Stavba hrudního koše.

Křídla

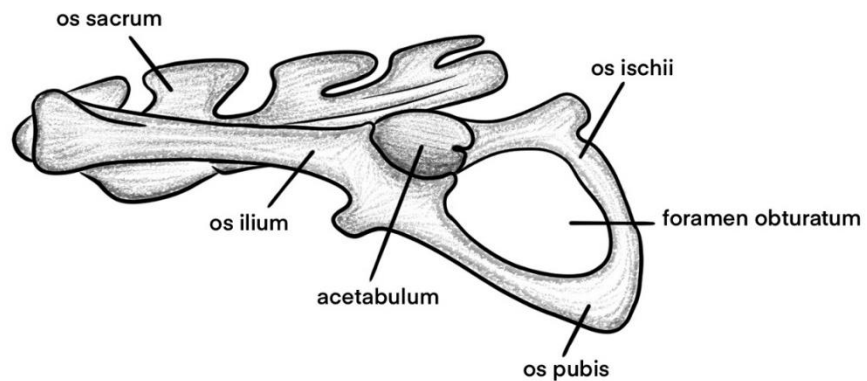
Hrudní končetina u většiny savců je konstruována pro pohyb na zemi, naproti tomu netopýrům se vyvinula vysoce výkonná křídla. Křídla se skládají ze stejných komponentů, které tvoří končetinu i u jiných savců. Pažní kost (*humerus*) je poměrně velká a silná a kloubně napojená na klíční kost (*clavicula*) a lopatku (*scapula*). Dále pokračuje *antebrachium* (předloktí) tvořené vřetenní (*radius*) a loketní kostí (*ulna*). *Radius* je hrubý a robustní na rozdíl od *ulny*, která je tenká. Nejvíce distální část hrudní končetiny netopýrů je značně prolongovaná, zejména pak druhý až pátý metakarpus a články prstů, díky čemu je vytvořena podpůrná struktura pro létací blánu. Létací blána je natažena mezi kostmi hrudní končetiny. Palec je jediný prst, který si zachoval svou funkci volně se pohybovat a také funkční dráp, a tudíž možnost přichytit se podkladu v případě potřeby.



Obrázek 18: Schematické znázornění kostry, dorzální pohled.

Pánev

Pánev zabezpečuje spojení mezi páteří a pánevními končetinami. Savci mají pánev složenou z dvou symetrických polovin, každá polovina je vytvořena třemi kostmi – *os ischii* (sedací kost), *os ilium* (kyčelní kost) a *os pubis* (stydka kost). Tyto kosti srostlé dohromady vytvářejí silnou nosnou strukturu. U netopýrů můžeme vidět nepohyblivý iliosakrální kloub, což je zvláště výhodné pro let.



Obrázek 19: Stavba pánve.

Pánevní končetiny

Postavení pánevních končetin netopýrů je mezi savci jedinečné. Během letu se pánevní končetiny většiny druhů roztahují laterálně do stran. Stehenní kost (*femur*) směřuje přímo laterálně a holenní (*tibia*) a lýtková kost (*fibula*) směřují kaudálně. Při pohybu na pevné podložce *femur* směřuje až dorzolaterálně.

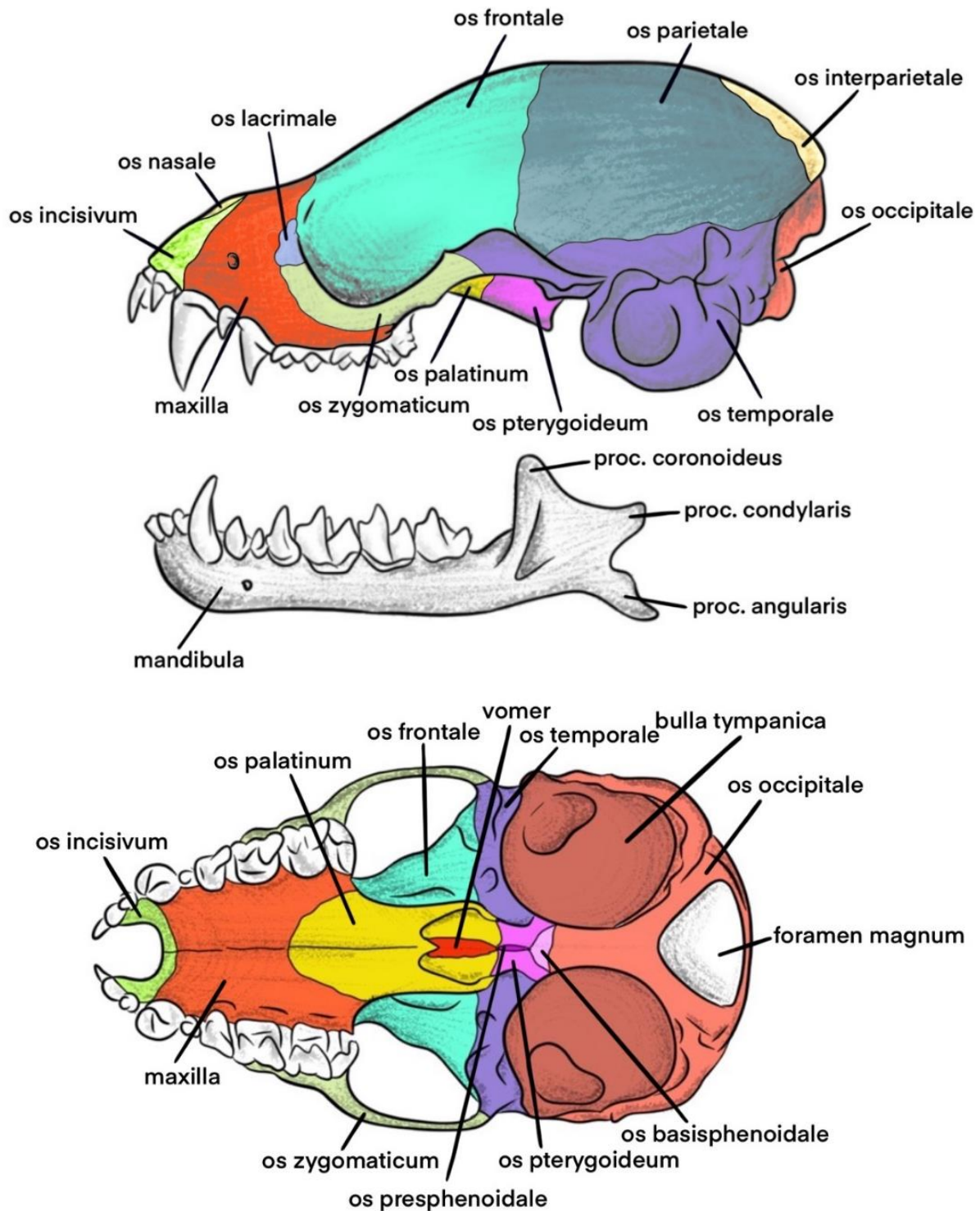
Lebka

Morfologická stavba lebky a dentice je nápadně rozdílná u různých čeledí a rodů netopýrů v závislosti na jejich potravní a úkrytové strategii.

Netopýr živící se hmyzem obvykle potřebuje velké žvýkací svaly, které vyžadují oporu v robustní lebce s kratší rostrální částí.

Druhy netopýrů, kteří primárně při odpočinku visí za pánevní končetiny, mají lebku s výrazněji zaoblenou mozkovnou. Tento typ lebky je zhruba stejně vysoký jako široký. Naproti tomu u druhů využívajících úzké štěrbinovité úkryty se lebka modifikovala a je mírně zploštělá.

Kosti lebky ohraničují dutinu lebeční (*cavum cranii*). Část, kde se nachází mozek, včetně jeho obalů a cév, se nazývá *neurocranium*. Druhá částí je *splanchnocranium* a zahrnuje dutinu ústní a dutinu nosní.



Obrázek 20: Základní stavba lebky, nahoře laterální pohled, dole ventrální pohled.

Muskulární systém

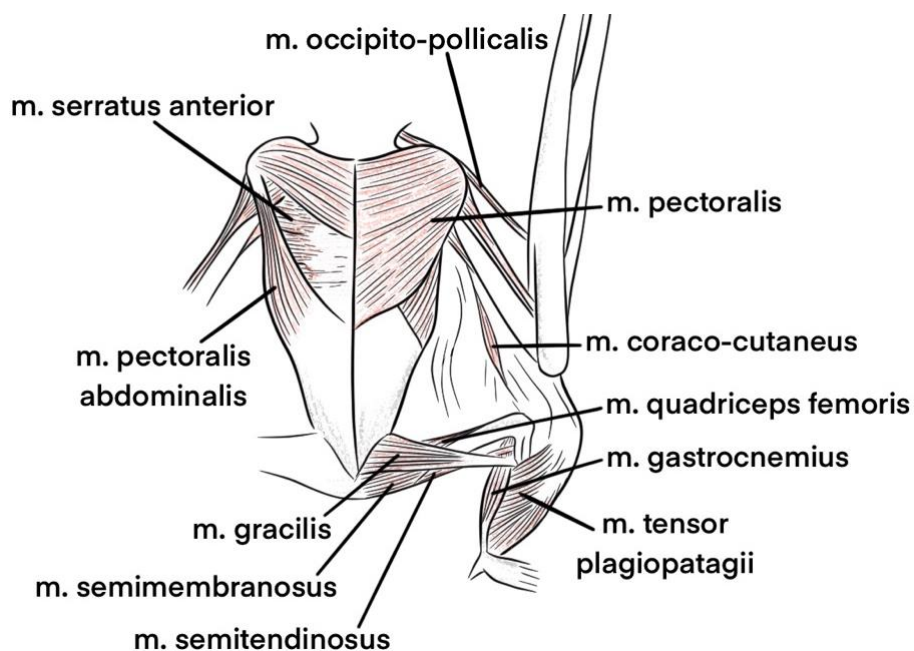
Svalový aparát netopýrů se od jiných savců mírně liší. Rozdílnosti jsou patrné v relativní velikosti svalů, embryonálním původu, v místě úponu svalu nebo ve funkci homologních svalů.

Netopýři mají vyvinuté vysoce účinné letové svaly, které jsou schopné rychlých a trvalých kontrakcí. Tyto svaly jim umožňují generovat hnací sílu potřebnou pro dlouhotrvající nepřetržitý let. Létací svaly netopýrů jsou uzpůsobeny pro vytrvalost. Díky jejich efektivnímu metabolismu a schopnosti využívat uložené zásoby energie dokážou vydržet let po delší dobu bez únavy. Mají převážně glykolytická svalová vlákna, která se rychle stahují a jsou tak vhodná pro hbité pohyby křídel, vysoké zrychlení a změny směru během letu.

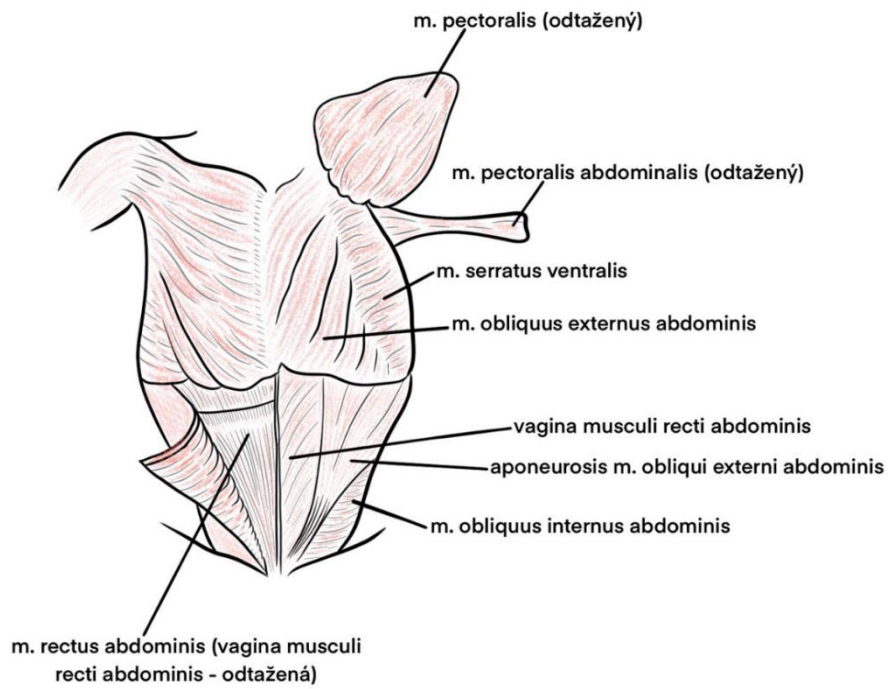
Netopýři vynikají také jemnou motorikou svých křídelních svalů, což umožňuje přesné nastavení křídel pro manévrování a chytání kořisti ve vzduchu.

Svaly jedinečné pro netopýry

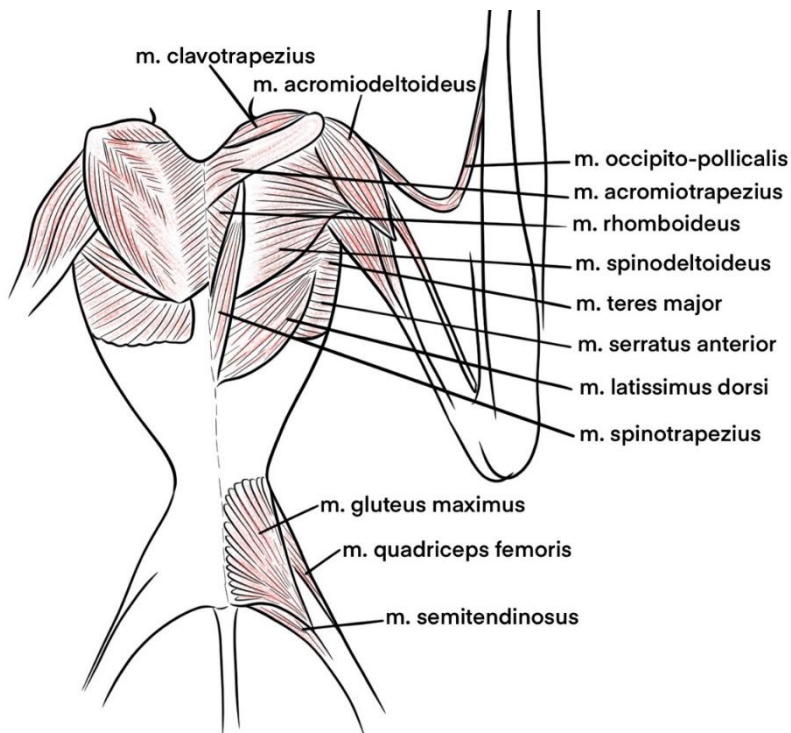
- **m. occipito-pollicalis** – táhne propatagium kraniálně a ventrálně, čímž zvětšuje oblast proximálního segmentu křídla a zlepšuje profil křídla
- **m. coraco-cutaneus** – pomáhá udržovat napjatost proximální části plagiopatagia během letu
- **m. humeropatagialis** – utahuje a podpírá distální část plagiopatagia
- **m. depressor ossis styliformis** – roztahuje uropatagium
- **m. tensor plagiopatagii** – ukotvuje a vyztužuje zadní hranu plagiopatagia



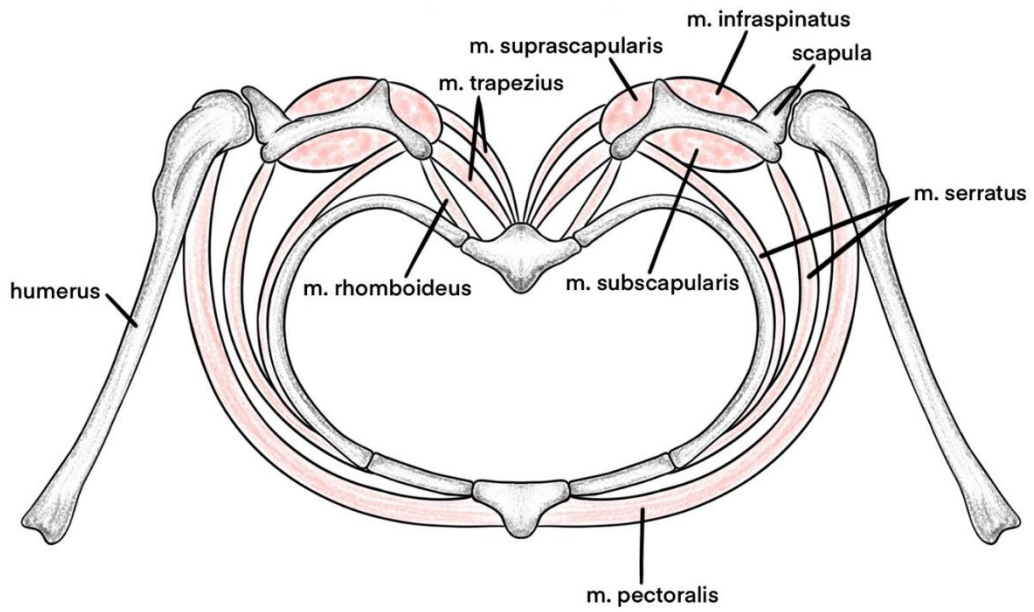
Obrázek 21: Svalstvo z ventrální strany těla.



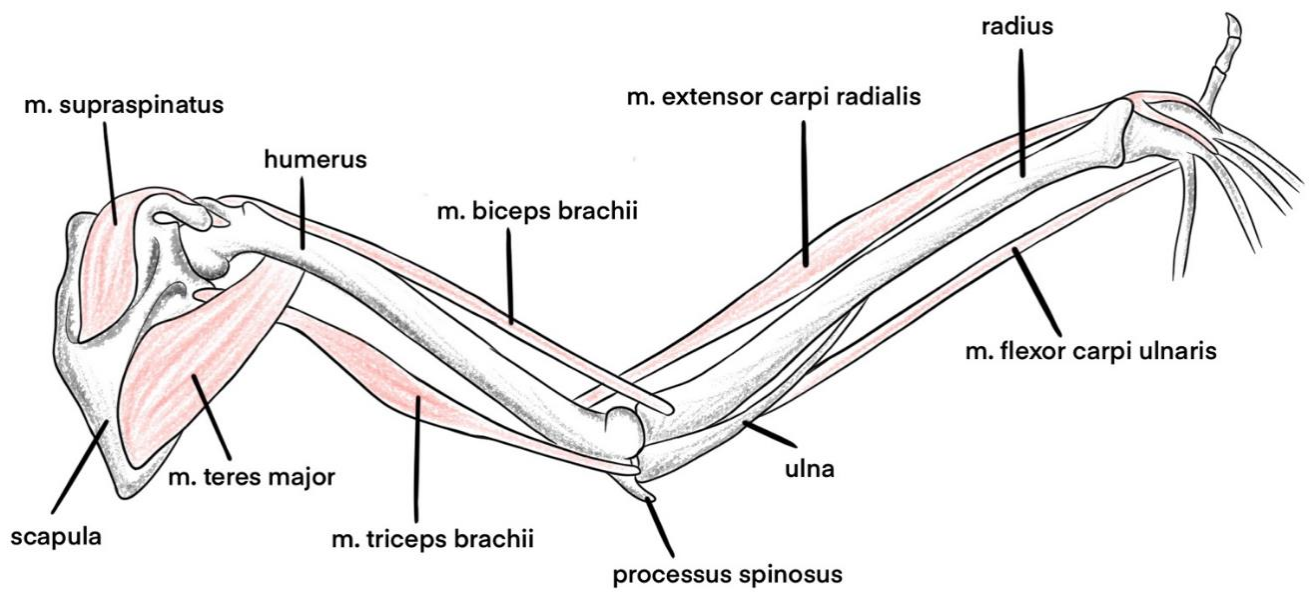
Obrázek 22: Svalstvo, ventrální pohled.



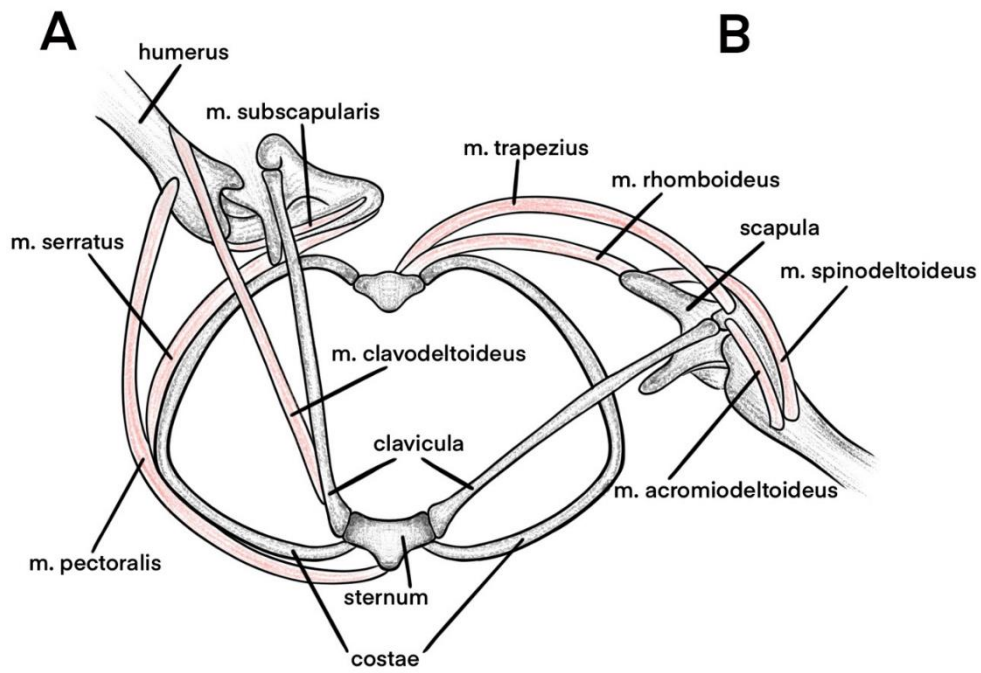
Obrázek 23: Svalstvo z dorzální strany těla, některé superficiální svaly z oblasti ramene jsou pro představu odstraněny.



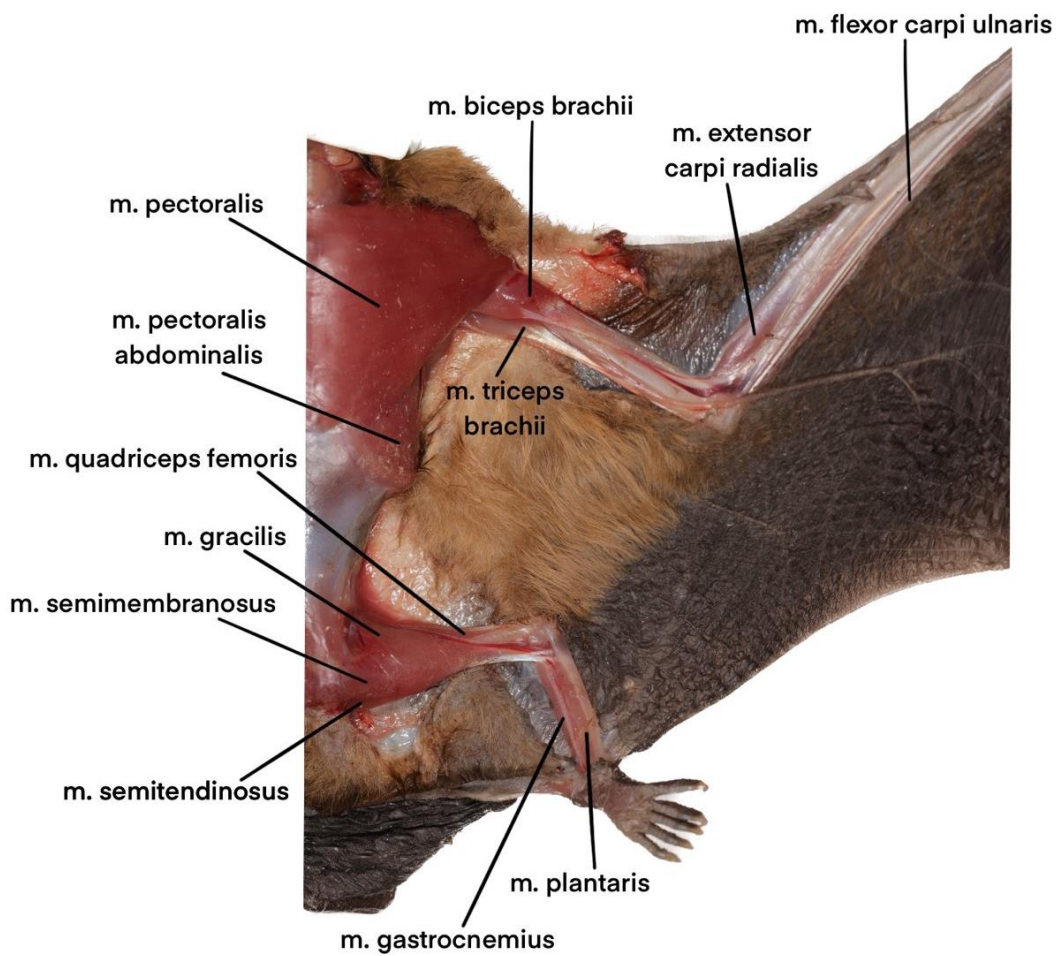
Obrázek 24: Pohled na podpůrnou muskulaturu.



Obrázek 25: Uložení svalů křídla při extenzi.

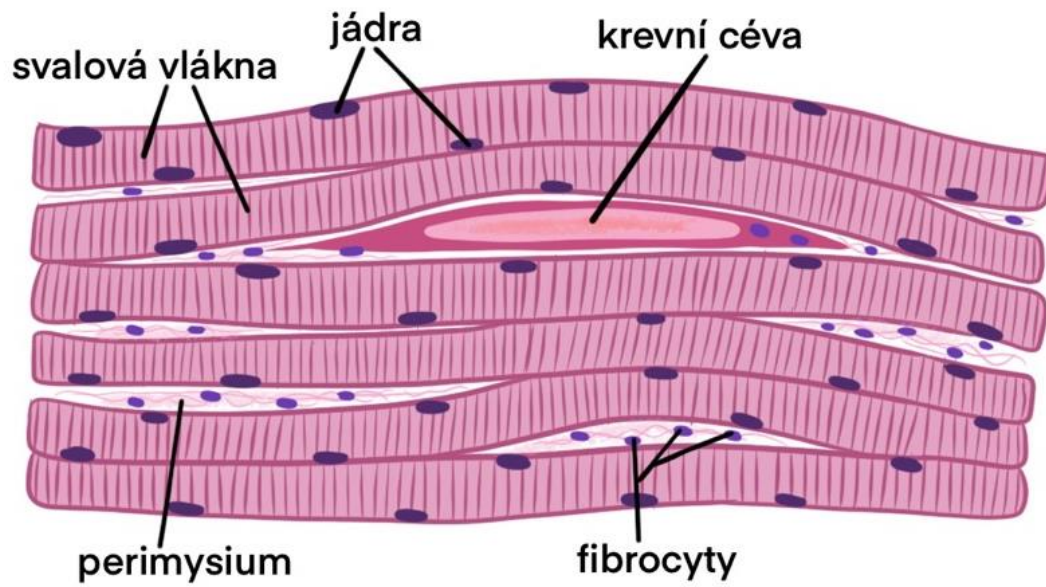


Obrázek 26: Zapojení svalů při letu A: tah křídla dolů, B: zdvih křídla nahoru.

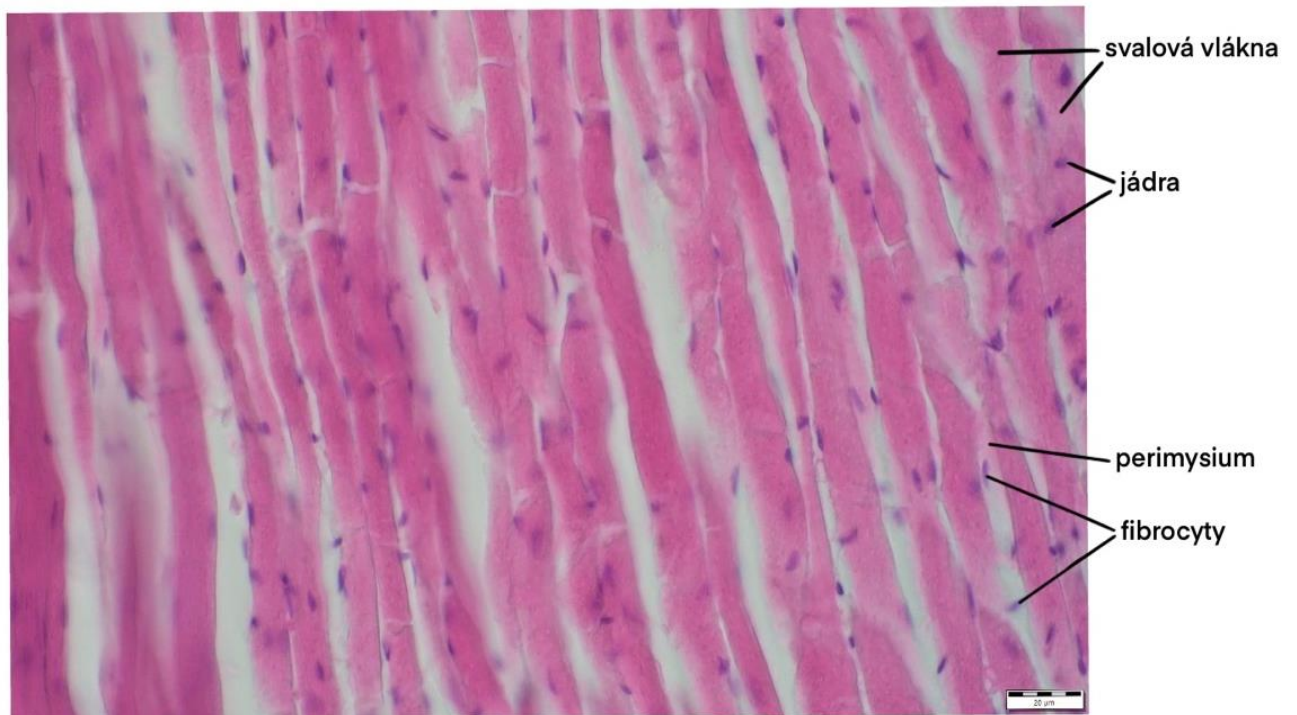


Obrázek 27: Anatomie svalů, ventrální pohled (*Nyctalus noctula*).

Základní histologická struktura svalu



Obrázek 28: Schematické zobrazení struktury kosterního svalu.



Obrázek 29: Histologický preparát kosterního svalu (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.

Nervový systém

Nervový systém je složitá a vysoce rozvinutá struktura. Netopýři mají ve svém nervovém systému specializované adaptace, které jim umožňují efektivně navigovat, lovit a komunikovat. Provádění složitých letových manévřů si vyžaduje přesné ovládní těla, právě nervový systém řídí tyto rychlé a koordinované pohyby křídel a těla během letu. Nervový systém je také využíván na produkci a interpretaci vokalizací, jako jsou například sociální signály. Vykazovaná úroveň schopností učení a paměti je pro netopýry významná při navigaci, zapamatování si míst úkrytu a krmení nebo rozpoznání členů sociální skupiny. Nervový systém můžeme rozdělit na centrální a periferní nervový systém.

Centrální nervový systém (CNS)

CNS savců se skládá z mozku a míchy a je zodpovědný za zpracování sensorických informací, koordinaci motorických funkcí a regulaci fyziologických procesů.

Mozek

Mozek je u netopýřů relativně velký v porovnání s velikostí těla. Vysoce vyvinuté části mozku jsou spojené se zpracováním zvukových informací a prostorovou pamětí. Tyto adaptace jsou nutné pro využívání echolokace a složité letové vzorce.

Velký mozek (*cerebrum, telencephalon*) je největší a nejvýraznější částí mozku u netopýřů. Cerebrální hemisféry mají málo závitů (*gyri*) a rýh (*sulci*), toto strukturální uspořádání označujeme jako lisencefálie. Má tři základní dělení – *neocortex, paleocortex* a *archicortex*. *Hippokampus* je vcelku velká oblast ve velkém mozku, která je spojována s prostorovou pamětí a navigací. Netopýři se spoléhají na funkci svého hipokampu pro zapamatování umístění úkrytů, míst krmení a dalších důležitých orientačních bodů, díky čemu jsou schopni se vrátit na konkrétní místa.

Mozeček (*cerebellum*) se nachází v zadní části mozku a podílí se na koordinaci motorických pohybů, rovnováhy a svalového tonusu. U netopýřů hraje mozeček zásadní roli při řízení složitých pohybů křídel potřebných k letu. Má hladkou strukturu, chybí početná folia, která jsou přítomna u jiných savců.

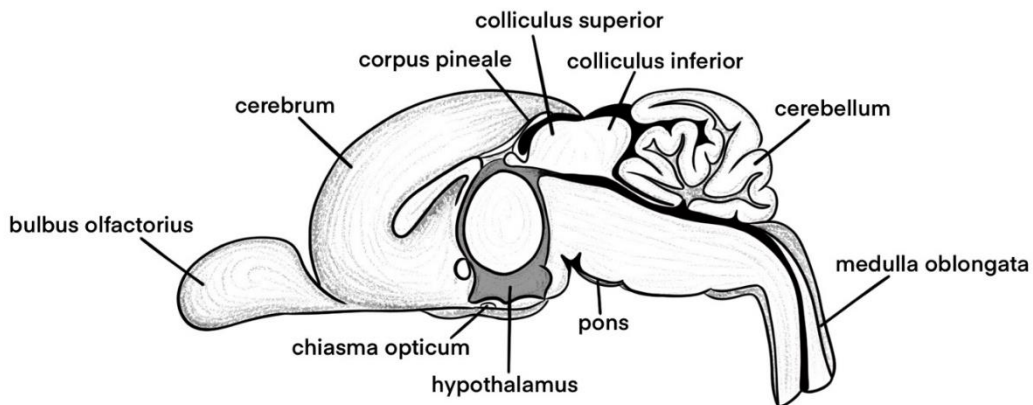
Mozkový kmen je oblast, jenž spojuje mozek s míchou; zahrnuje prodlouženou míchu (*medulla oblongata, myelencephalon*), most (*pons*) a střední mozek (*mesencephalon*). Kromě regulace základních funkcí, jako je dýchání, srdeční tep a základní motorika je u netopýřů také

zodpovědný za zpracování sluchových informací získaných echolokací. U hmyzožravých netopýrů se jedná o masivní strukturu s dobře vyvinutými sluchovými centry.

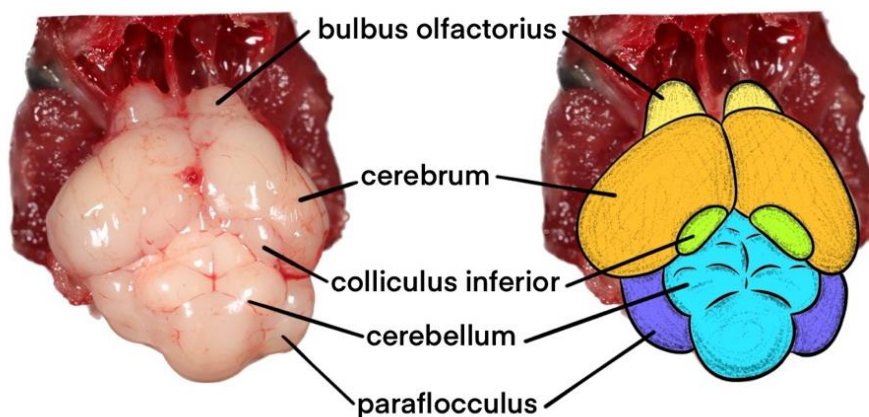
Prodloužená mícha leží mezi úrovní výstupu prvního míšního nervu a zadní hranicí mostu.

Most se skládá především z pontocereberálních vláken. U hmyzožravých netopýrů je most téměř zcela překryt z ventrální strany hypofýzou a z laterální strany trigeminálním nervem.

Mezimozek (*diencephalon*) má dvě základní části – *hypothalamus* a *thalamencephalon*. *Thalamus* a *hypothalamus* jsou struktury v mozku, které jsou nepostradatelné pro celkové fyziologické a behaviorální funkce netopýra. U netopýrů, stejně jako u mnoha jiných savců, nalezneme část mezimozku nazývanou šišinka (epifýza, *corpus pineale*), která plní funkci endokrinní žlázy.



Obrázek 30: Schematické zobrazení struktur mozku, sagitální řez.



Obrázek 31: Dorzální pohled na struktury mozku (*Nyctalus noctula*).

Mícha

Vpředu je mícha spojená s prodlouženou míchou a směrem dozadu se zužuje. Vyznačuje se velkou cervikální intumescencí a malou lumbální intumescencí, což je spojeno s vysoce specializovanými hrudními končetinami a s pánevními končetinami s malým množstvím svalové hmoty.

Periferní nervový systém (PNS)

PNS zahrnuje nervy, které sahají z CNS do různých částí těla. Umožňuje senzorický vstup a motorický výstup, který spojuje mozek a míchu se zbytkem těla.

Netopýři, i jako jiní savci, mají 12 párů hlavových nervů.

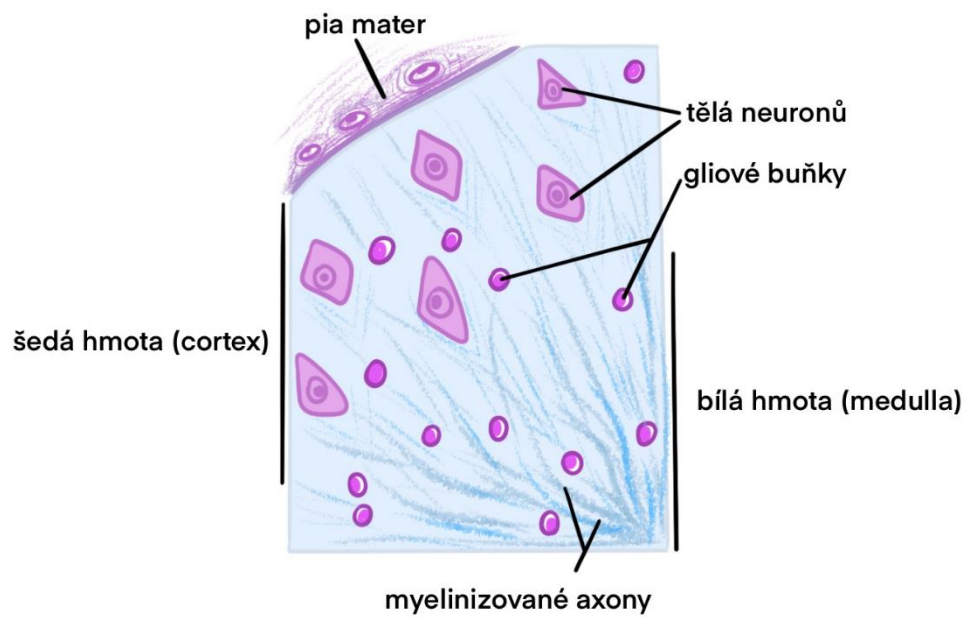
| | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| nervus olfactorius (I) | nervus facialis (VII) |
| nervus opticus (II) | nervus vestibulocochlearis (VIII) |
| nervus oculomotorius (III) | nervus glossopharyngeus (IX) |
| nervus trochlearis (IV) | nervus vagus (X) |
| nervus trigeminus (V) | nervus accessorius (XI) |
| nervus abducens (VI) | nervus hypoglossus (XII) |

Tabulka 3: Přehled hlavových nervů.

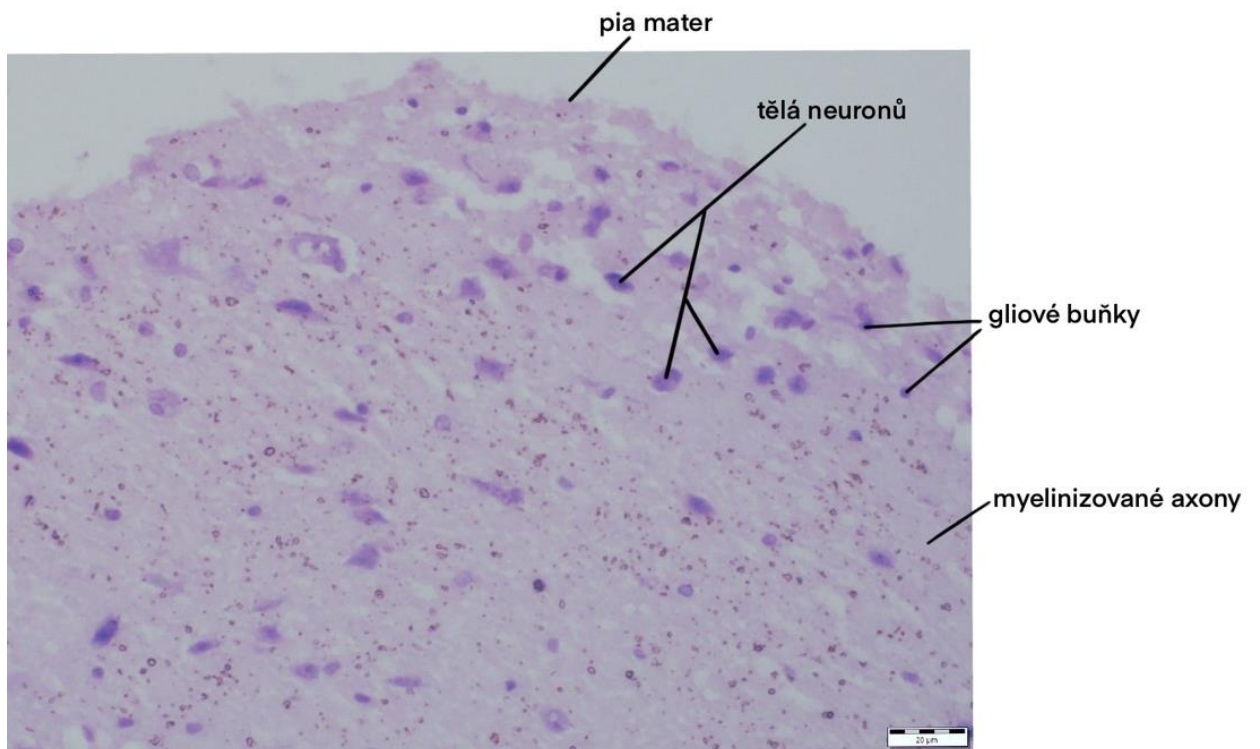
Mají dobře vyvinuté senzorické nervy v celém těle, zejména na křídlech. Tyto nervy jim umožňují vnímat změny tlaku vzduchu, teploty a proudění vzduchu během letu, což pak napomáhá efektivně manévrovat. PNS hraje klíčovou roli v echolokačním systému netopýra. Když netopýr vydává vysokofrekvenční zvuk, používá senzorické receptory v uších k detekci vracející se ozvěny, PNS přenáší tyto sluchové signály do mozku ke zpracování. PNS také hraje roli při produkci vokalizací. Netopýři mají v hrtanu specializované svaly a nervy, které jim umožňují produkovat vysokofrekvenční zvuky používané při echolokaci a komunikaci s ostatními netopýry.

Periferní nervy jsou významné pro řízení letu, řídí svaly odpovědné za pohyby křídel a těla během letu. Tyto nervy umožňují rychlé a koordinované pohyby křídel a úpravy v reakci na měnící se letové podmínky. Hmat v křídlech netopýrů je jemně vyladěn, což jim umožňuje detekovat překážky a kořist během letu. Specializované receptory v křídelních membránách poskytují senzorický vstup, který pomáhá s přesnými pohyby křídel.

Základní histologická struktura mozku



Obrázek 32: Schematické zobrazení struktury mozku.



Obrázek 33: Histologický preparát mozku (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.

Ucho a sluch

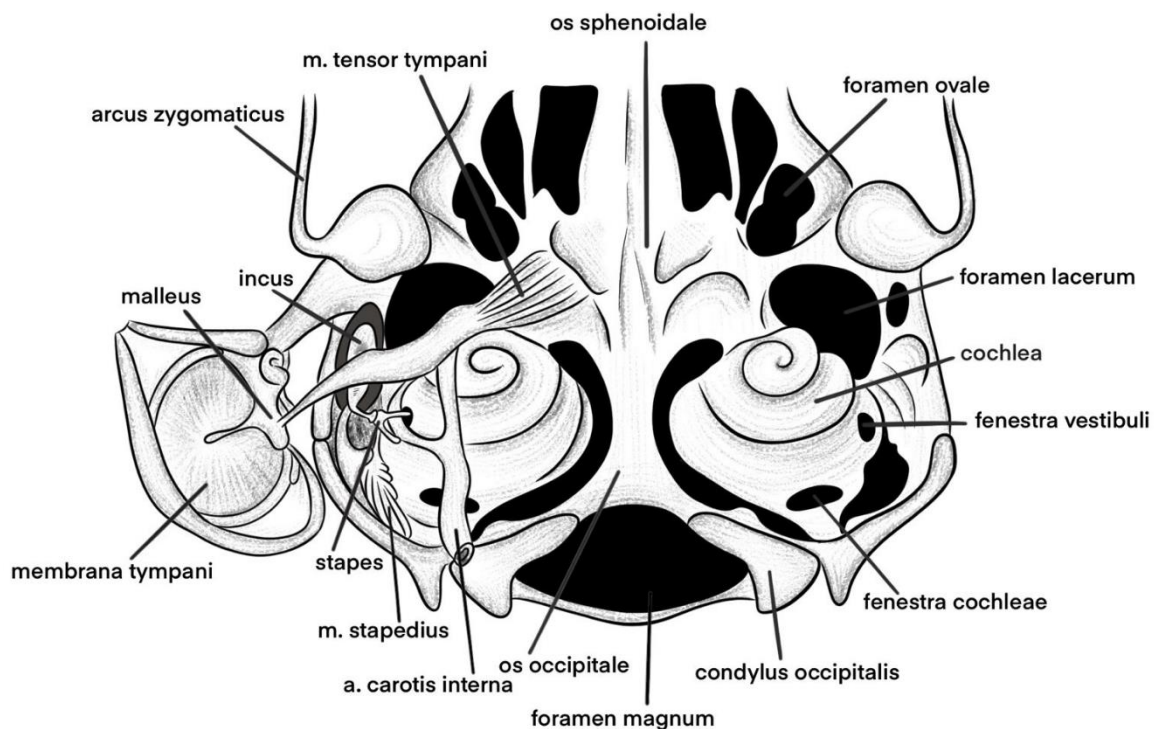
Ucho je specializovaný párový orgán významný pro sluch a rovnováhu jedince.

Vnější ucho

Vnější ucho (*auris externa*) se skládá ze dvou základních částí – ušní boltec (*pinna*) a vnější zvukovod (*meatus acusticus externus*). Mnoho druhů má vytvořené v různých variacích i výběžky – *tragus* a *antitragus*. Ucho hmyzožravých netopýrů se vyznačuje velkou mezidruhovou diverzitou co do velikosti, tvaru nebo vyvinutí již zmiňovaných výběžků.

Střední ucho

Střední ucho (*auris media*) sestává ze středoušní dutiny (*cavum tympani*), která komunikuje s hltanem skrze Eustachovu trubicí (*tuba auditiva*). Na přechodu mezi vnějším a středním uchem se nachází bubínek (*membrana tympani*). Ve středoušní dutině jsou přítomny tři středoušní kůstky – kladívko (*malleus*), kovádlínka (*incus*) a třmínek (*stapes*).



Obrázek 34: Ventrální pohled na struktury středního a vnitřního ucha.

Vnitřní ucho

Hlavní strukturou vnitřního ucha (*auris interna*) je spirálovitá dutina naplněna endolymfou tzv. hlemýžď (cochlea). U hmyzožravých netopýřů, v porovnání s frugivorními netopýry, je hlemýžď velmi objemná struktura.

Sluch mají netopýři vysoce vyvinutý, jelikož sluchové systémy zpracovávají ozvěny produkované během echolokace. Jejich uši jsou citlivé a přizpůsobené pro detekci jemných rozdílů ve zvukových frekvencích. Jsou schopni vnímat frekvence v rozsahu od 1 kHz do 200 kHz.

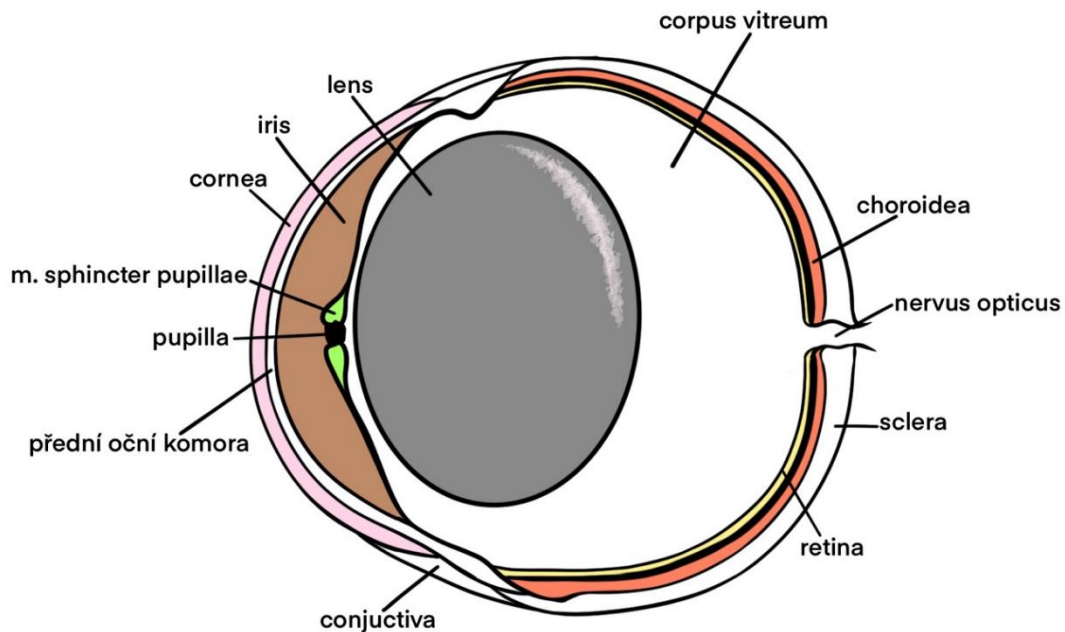


Obrázek 35: Detailnější pohled na cochleu (*Rhinolophus ferrumequinum*).

Oko a zrak

Hmyzožraví netopýři jakožto zvířata s noční aktivitou se spoléhají především na sluch, zrak mají omezený.

Oční bulva (*bulbus oculi*) je přibližně sférického tvaru a její velikost se liší v závislosti na druhu. Rohovka (*cornea*) pokrývá relativně velkou část přední části oka. Čočka (*lens*) je tlustá, není sférická a pokrývá přibližně polovinu průměru oka. Duhovka (*iris*) je tlustá a poměrně velká. Sítnice (*retina*), tedy vnitřní vrstva bulbu, bývá velmi tenká a avaskulární. Cévnatka (*choroidea*) je značně pigmentovaná s hladkým povrchem. Bělina (*sclera*) je také tlustá a vysoce pigmentovaná. Cévnatka a bělina jsou od sebe téměř neodlišitelné. *Tapetum lucidum* nebývá přítomno, navzdory tomu se můžeme setkat u některých druhů s odrazem světla.

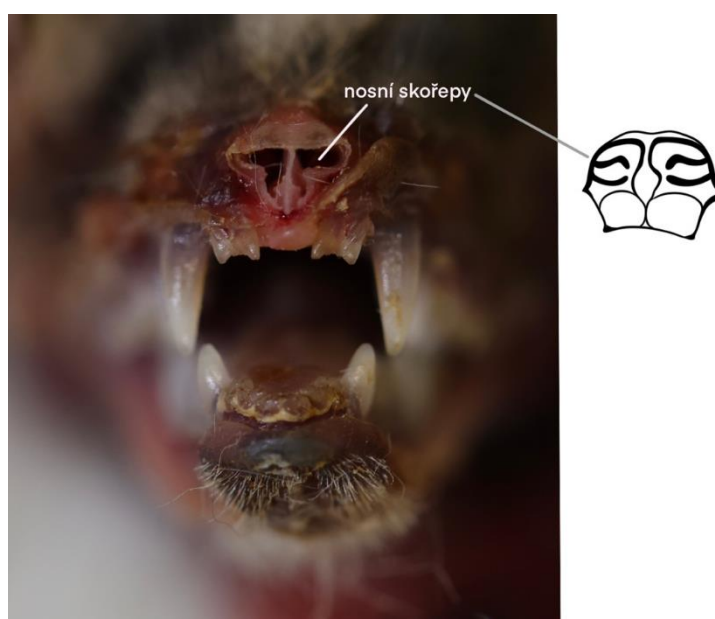


Obrázek 36: Schematické znázornění struktur oka.

Nos a čich

Nos savců má dvě základní funkce – regulace teploty a vlhkosti vdechovaného vzduchu a rozpoznávání pachů.

Nos začíná dvěma nozdrami, které jsou odděleny septem. Nosní dutina je vystlána čichovým epitelem, díky čemu jsou netopýři schopni rozlišovat různé pachy, což sehrává významnou roli v komunikaci a/nebo sexuálním chování. Dále se nachází nosní skořepy, které zodpovídají za regulaci proudění vzduchu nosem. U hmyzožravých netopýřů nejsou tvořeny kostí, nýbrž kožními záhyby.



Obrázek 37: Nosní skořepy (*Myotis myotis*).

Kardiovaskulární systém a respirační systém

Vývoj křídel u netopýrů způsobil, že orgánové systémy zabývající se zejména výměnou plynů a termoregulací prošly různými změnami. Na dlouhé vzdálenosti je létání nejefektivnější typ lokomoce, avšak vyžaduje velké množství energie. Kardiovaskulární systém a respirační systém netopýrů jsou adaptovány tak, aby dokázaly pokrýt tyto energeticky vysoce náročné požadavky.

Krevní cévy zabezpečují v organismu transport dýchacích plynů, různých živin nebo odpadních látek. Orgány vysoce metabolicky aktivní jako játra, ledviny nebo mozek jsou dobře zásobovány krví díky velkému množství kapilár. Na základě hustoty kapilár je možné odhadnout důležitost orgánu pro zvíře. Například struktura v mozku, která je součástí sluchové dráhy (*colliculus inferior*, spodní párový hrbolek) je u netopýrů velmi hustě kapilárně zásobena. Také prsní svaly nebo srdce netopýrů jsou kapilárně zásobeny mnohem hustěji než u jakéhokoli jiného savce.

Kardiovaskulární systém

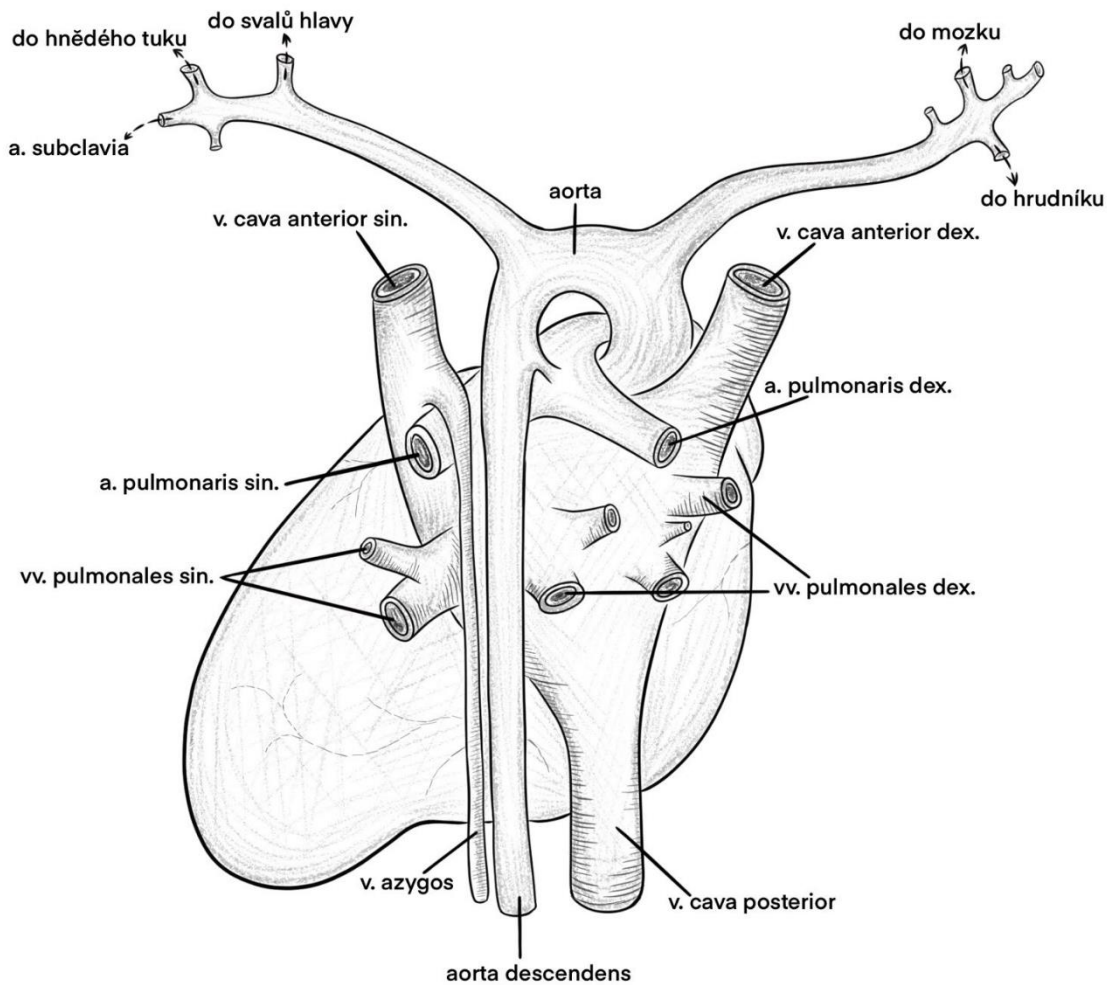
Srdce

Vysoké nároky organismu na kyslík během letu jsou reflektovány na vlastnostech srdce. Srdce (*cor*) netopýrů je stejně jako u všech savců čtyřkomorové – dvě síně a dvě komory. Je uložené v hrudní dutině, mezi plícemi. Levá strana srdce přijímá okysličenou krev z plic a pumpuje ji do těla, zatímco pravá strana přijímá odkysličenou krev z těla a posílá ji do plic k okysličení. Relativně mají netopýři největší a nejsvalnatější srdce ze všech savců. Představuje přibližně 0,6-1,3 % hmotnosti těla. V porovnání s myší stejné velikosti je netopýří srdce 2krát až 3krát těžší. Zvětšení srdce je viditelné zejména na pravé straně (pravá předsíň i komora), čím se přizpůsobilo výrazně zvýšenému venóznímu návratu během letu a je schopno efektivně krev pumpovat dále do plic. Srdeční sval má tenčí vlákna než u jiných savců, díky tomu jich ve stejném objemu může být mnohem víc, čímž je dosažena efektivnější svalová kontrakce.



Obrázek 38: Uložení srdce a plic v dutině hrudní (*Myotis myotis*).

Srdce obaluje dvouvrstvá membrána nazývaná osrdečník (perikard, *pericardium*). U netopýrů není perikard pevně ukotven k bránici.



Obrázek 39: Základní stavba srdce a uložení významných cév.

Krevní cévy

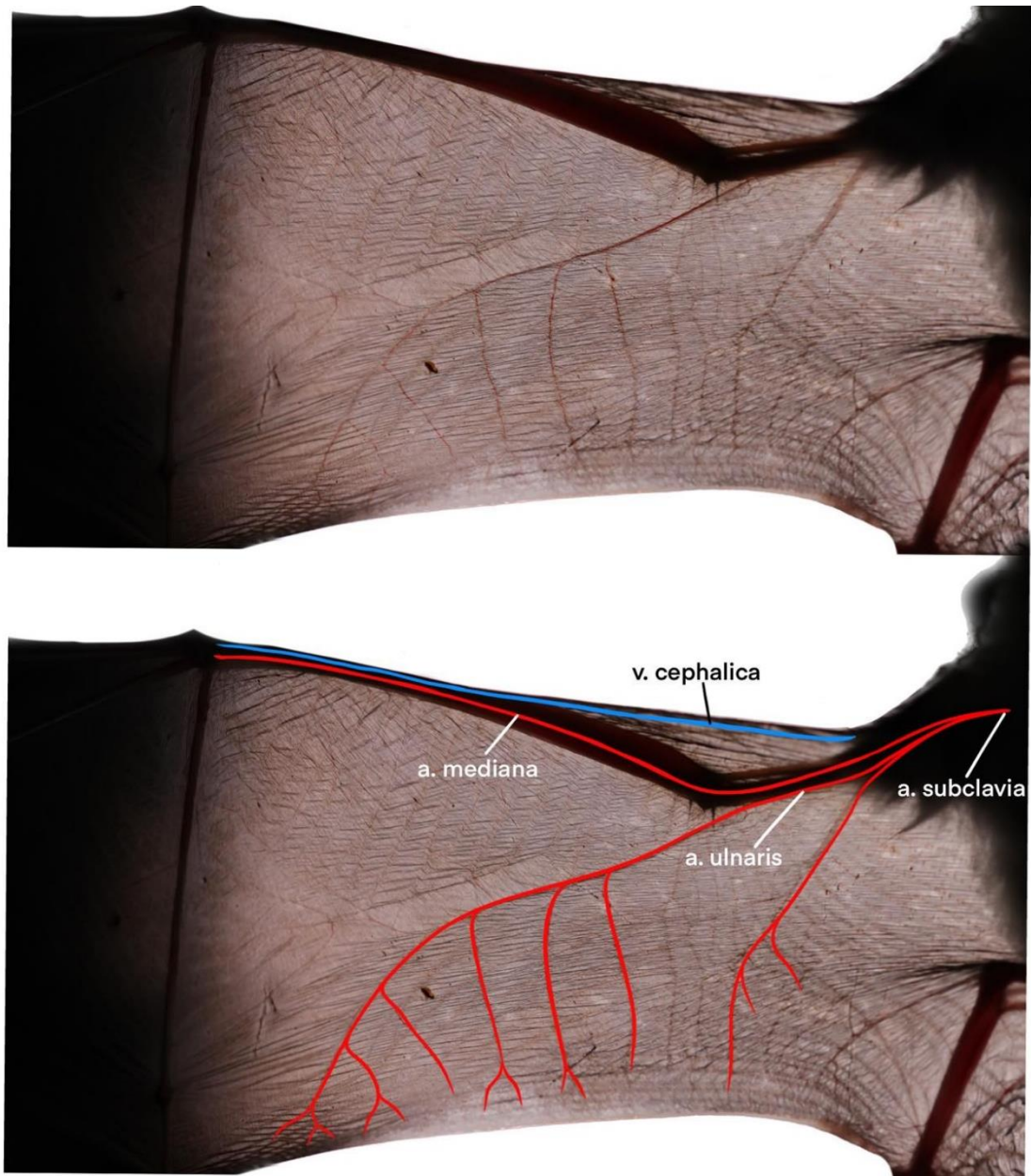
Tlustostěnné krevní cévy nazývané artérie transportují okysličenou krev. Největší z nich je aorta, která vystupuje z levé komory. Dále se větví na menší arterioly.

Žíly zabezpečují návrat odkysličené krve do srdce. U netopýrů se setkáváme s párovými předními dutými žilami (*venae cavae anterior*) a jednou zadní dutou žílou (*vena cava posterior*), které vstupují do pravé předsíně. Dále se větví na menší venuly.

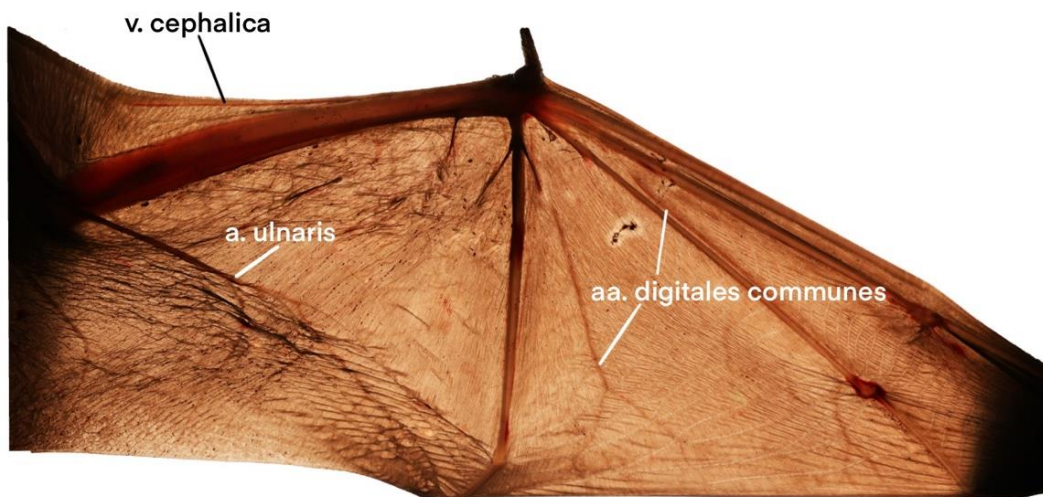
Kapiláry jsou nejmenšími a nejtenčími cévami. Tvoří spletité sítě v tkáních a orgánech.

Krvení křídel

Podobně jako ostatní druhy savců i netopýři musí extremity zásobovat krví. V jejich případě je však potřeba zásobení častější v závislosti na vzdálenosti letu. Létací blána zaujímá poměrně velkou plochu a vyžaduje dobré krevní zásobení, které zajišťují větve *arteria subclavia*.

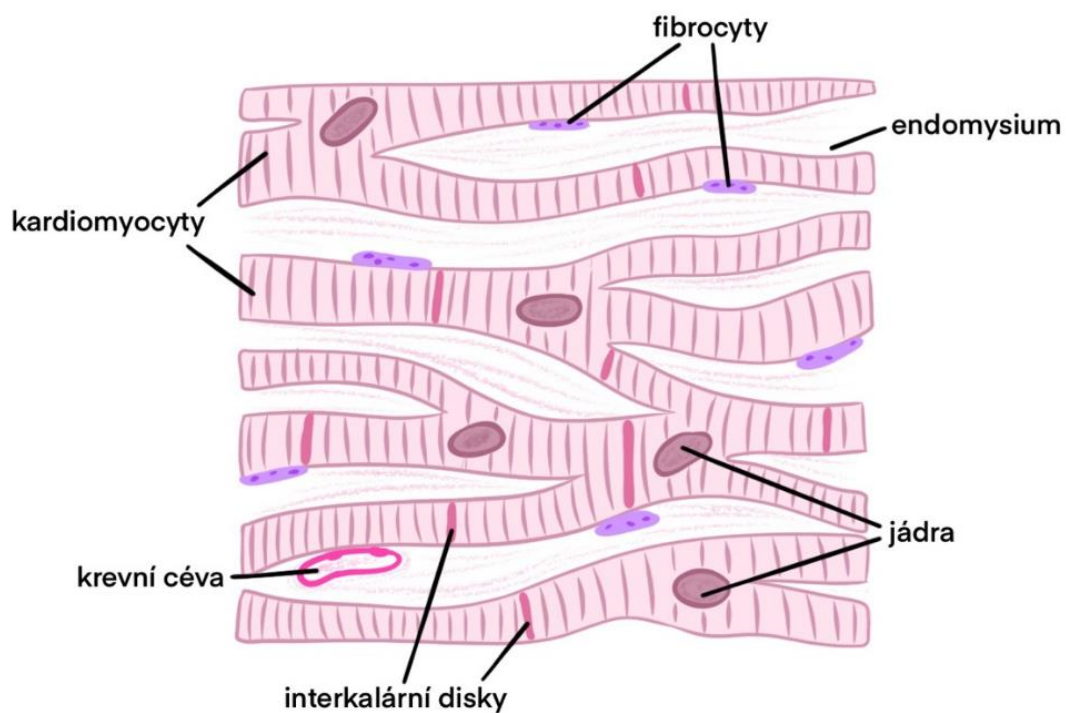


Obrázek 40: Schematické znázornění základního krvení křídel (*Myotis myotis*).

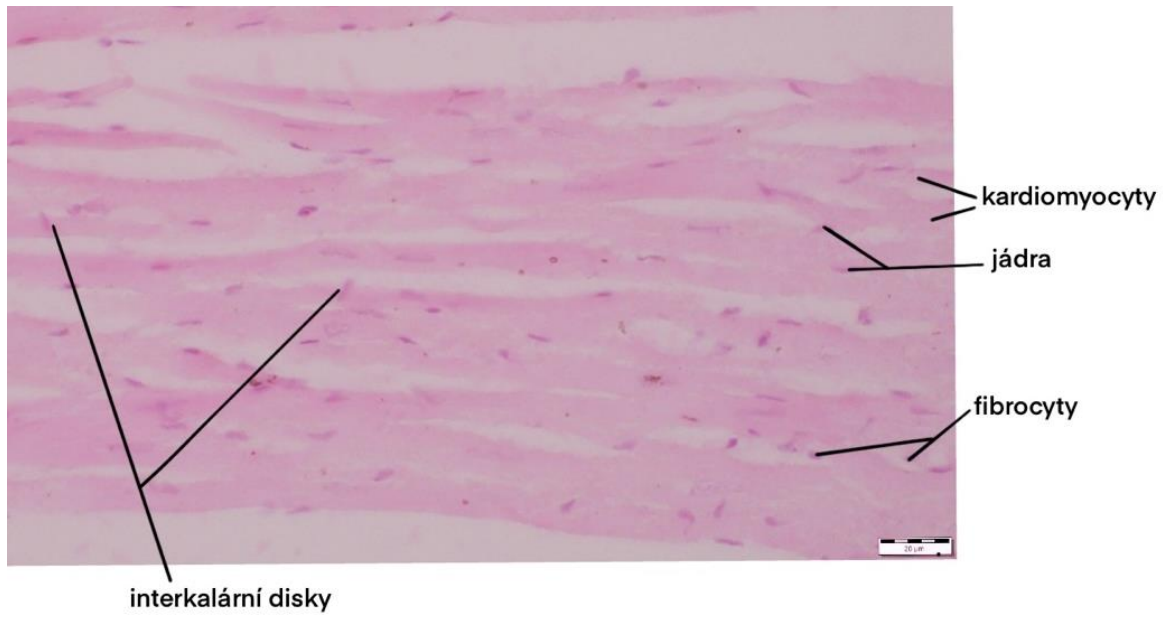


Obrázek 41: Základní krvení křídel (*Nyctalus noctula*).

Základní histologická struktura srdečního svalu



Obrázek 42: Schematické zobrazení struktury srdečního svalu.



Obrázek 43: Histologický preparát srdečního svalu (*Myotis myotis*), barvení hematoxylin-eozin.

Respirační systém

Nosní dutina

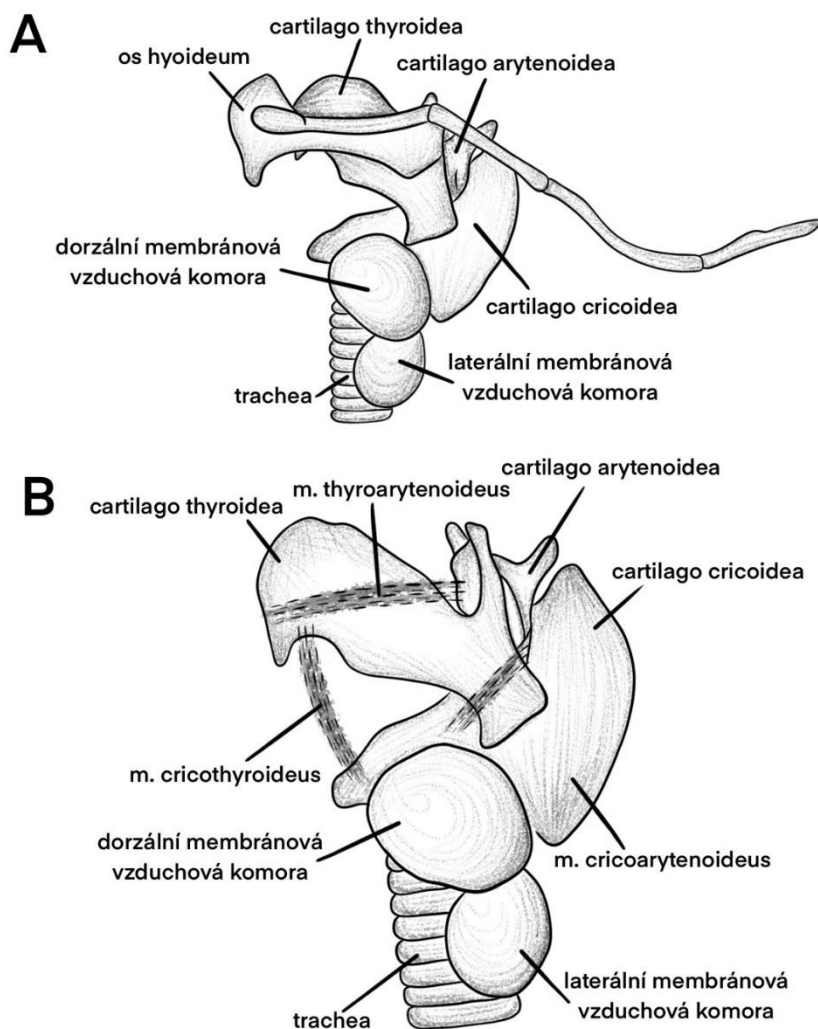
Nosní dutina (*cavitas nasi*) je počátkem respiračního systému, obsahuje jemné chloupky (*vibrissae*), které zabraňují vnikání částic do dutiny nosní.

Hltan

Hltan (*pharynx*) jakožto svalová trubice tvoří křižovatku mezi trávicí a dýchací soustavou.

Hrtan

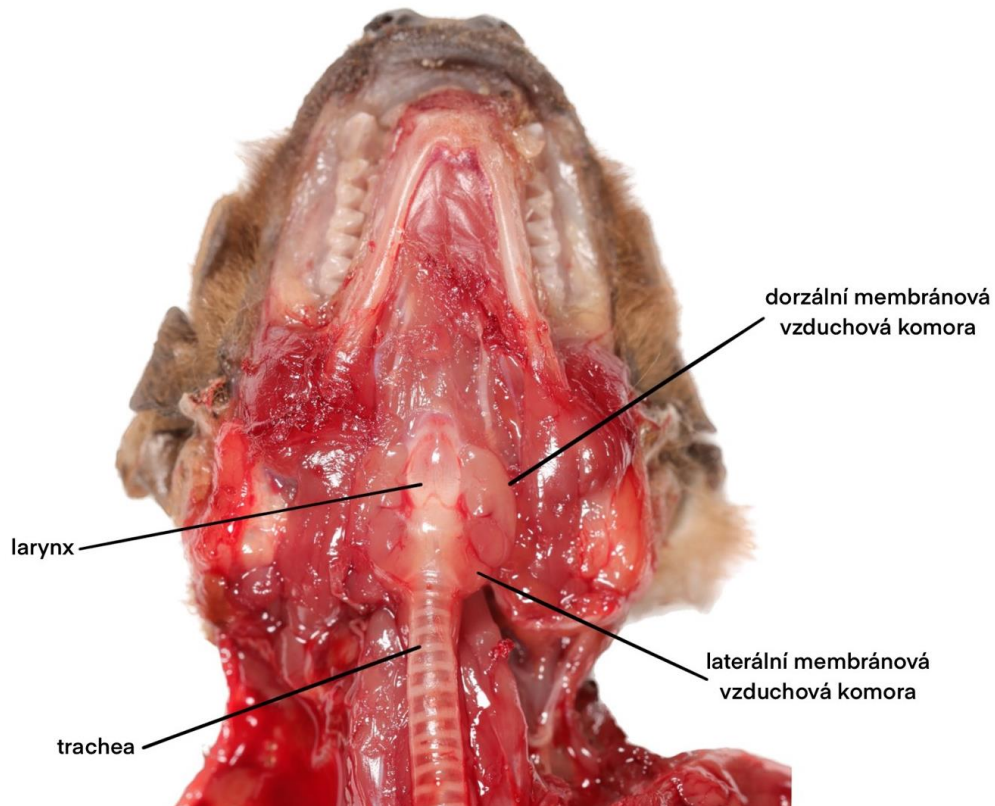
Hrtan (*larynx*) je nepárový orgán uložený z ventrální strany krční krajiny. Slouží k respiraci i k fonaci.



Obrázek 44: Stavba hrtanu, A: přítomna jazykka, B: po odstranění jazykky.

Průdušnice

Průdušnice (*trachea*) navazuje na hrtan, jedná se o rigidní trubici tvořenou chrupavčitými prstenci vedoucí vzduch až do plic.



Obrázek 45: Uložení hrtanu a průdušnice (*Nyctalus noctula*).

Průdušky

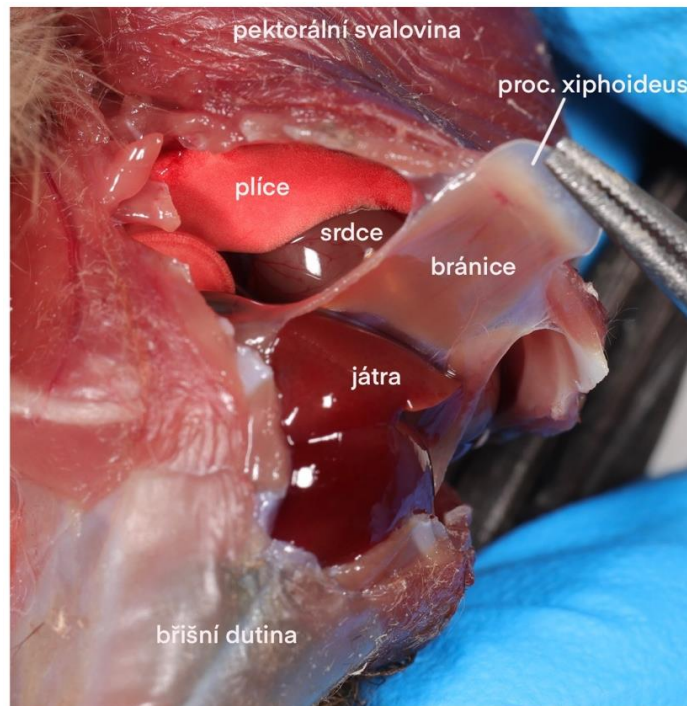
Průdušky (*bronchi*) jsou větvicím se pokračováním průdušnice, přičemž se chrupavky postupně zmenšují.

Plíce

Netopýří plíce (*pulmo*) jsou uzpůsobeny pro účinné dýchání během letu, jsou relativně velké v poměru k tělesné velikosti, a tudíž dokáží lépe zásobovat tkáň dostatečným množstvím kyslíku. Tento párový orgán uložený v pleurální dutině je obalen tenkou blánou nazývanou poplicnice (*pleura*).

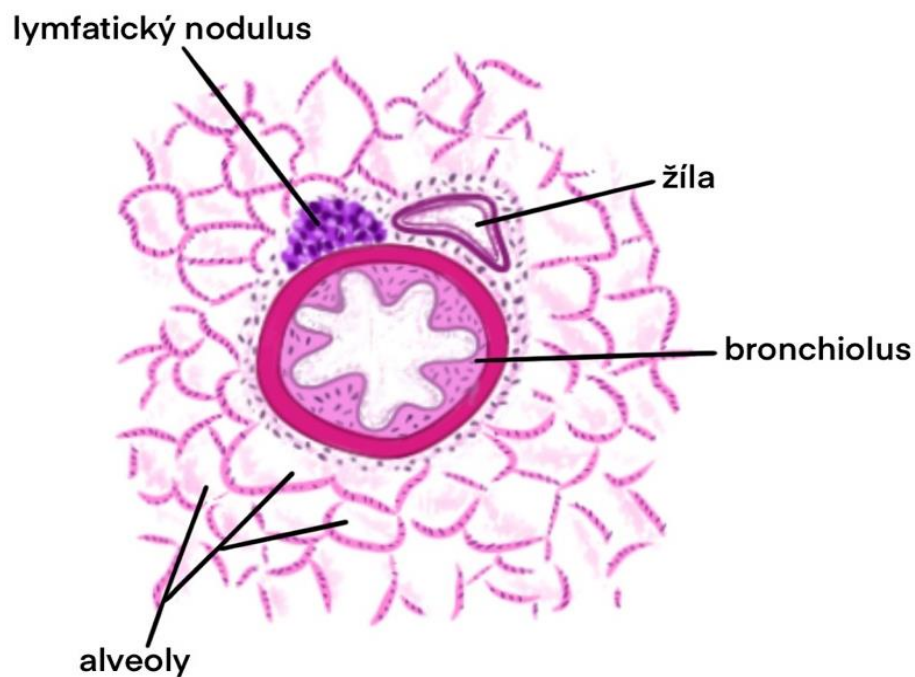
Bránice

Bránice (*diaphragma*) je kupolovitě vyklenutá blána oddělující hrudní a břišní dutinu. Obecně má zásadní roli při dýchání a u netopýrů tomu není jinak.

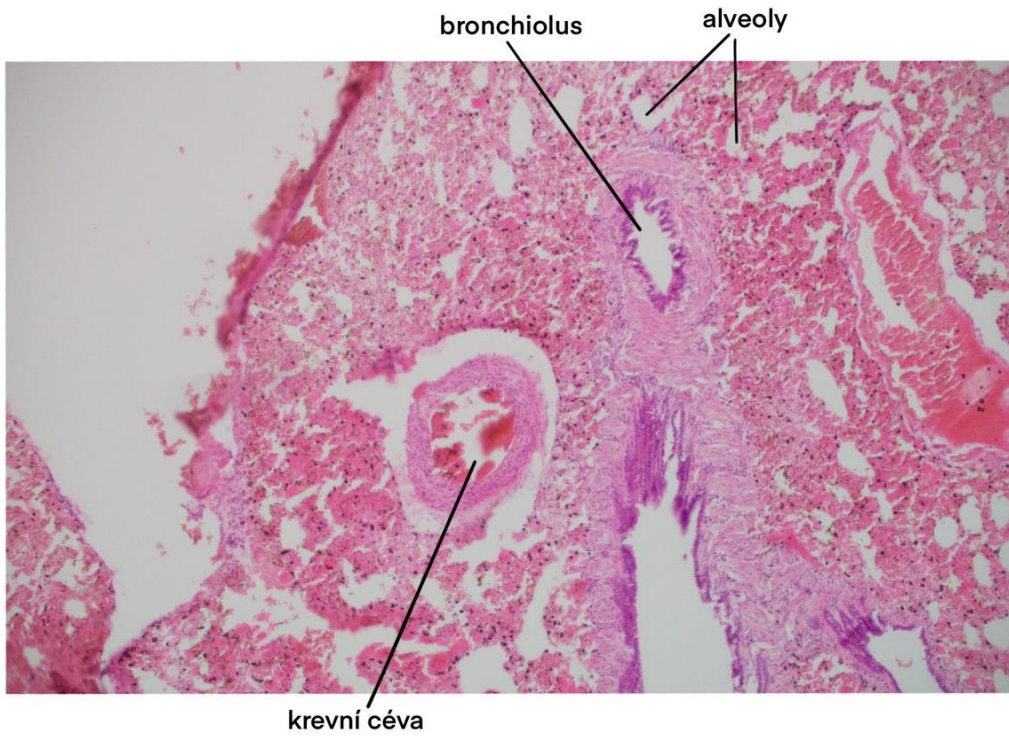


Obrázek 46: Uložení bránice (*Nyctalus noctula*).

Základní histologická struktura plic



Obrázek 47: Schematické zobrazení struktury plic.



Obrázek 48: Histologický preparát plic (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.

Gastrointestinální trakt (GIT)

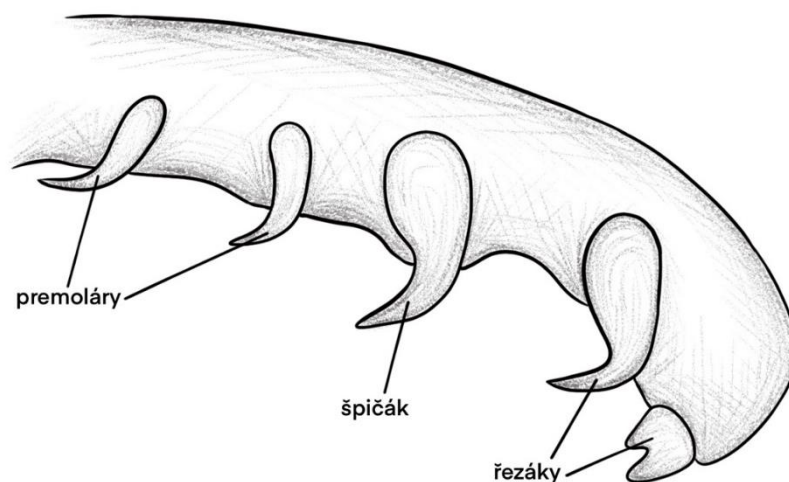
GIT hmyzožravých netopýřů je přizpůsoben jejich stravě. Obsahuje specializované trávicí enzymy, které umožňují efektivně extrahovat a následně zpracovávat živiny z hmyzu.

Netopýři se v průběhu vývoje přizpůsobili svým specifickým potravním potřebám. Jejich čelist je zkrácená, což umožňuje silný skus. Kvůli zkrácení čelisti je ale více omezen prostor pro zuby a netopýři tak mívají počet zubů zredukován, nanejvýš na 38 zubů. U jiných savců můžeme nalézt až 44 zubů.

Dentice

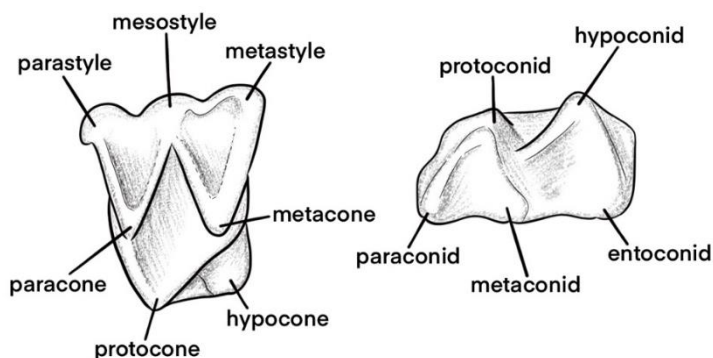
Tvar zubů různých druhů hmyzožravých netopýřů je velmi podobný. Trvale přítomny jsou špičáky, poslední premolár a první molár. První horní řezák, první horní a dolní premolár vždy chybí. I přes tyto stabilní nálezy je známo více než 50 zubních vzorců, možné jsou totiž změny zubních proporcí a různá absence nebo naopak přítomnost zubů ostatních.

Deciduální chrup je u většiny netopýřů vyvinut již při narození a poměrně rychle je nahrazen chrupem trvalým, obvykle v čase, kdy mládě začíná létat, tedy cca 3-6 týdnů po narození. U některých druhů se mláďata rodí bez mléčných zubů (jsou vyvinuty a resorbovány ještě před porodem), ale zato mají již permanentní špičáky. Mléčné zuby jsou prekurzory řezáků (*dentes incisivi*), špičáků (*dentes canini*) a třenových zubů (premoláry, *dentes premolares*), jsou vysoce specializované a obecně nepřipomínají trvalé zuby. Deciduální dentice se mírně mezidruhově liší. Obecně jsou ale zuby štíhlé, špičaté, více či méně ostře zakřivené. Řezáky jsou nejvíce variabilní. Zakřivení souvisí se schopností mláděte pevně se držet bradavek samice, což je zásadní pro jeho přežití.

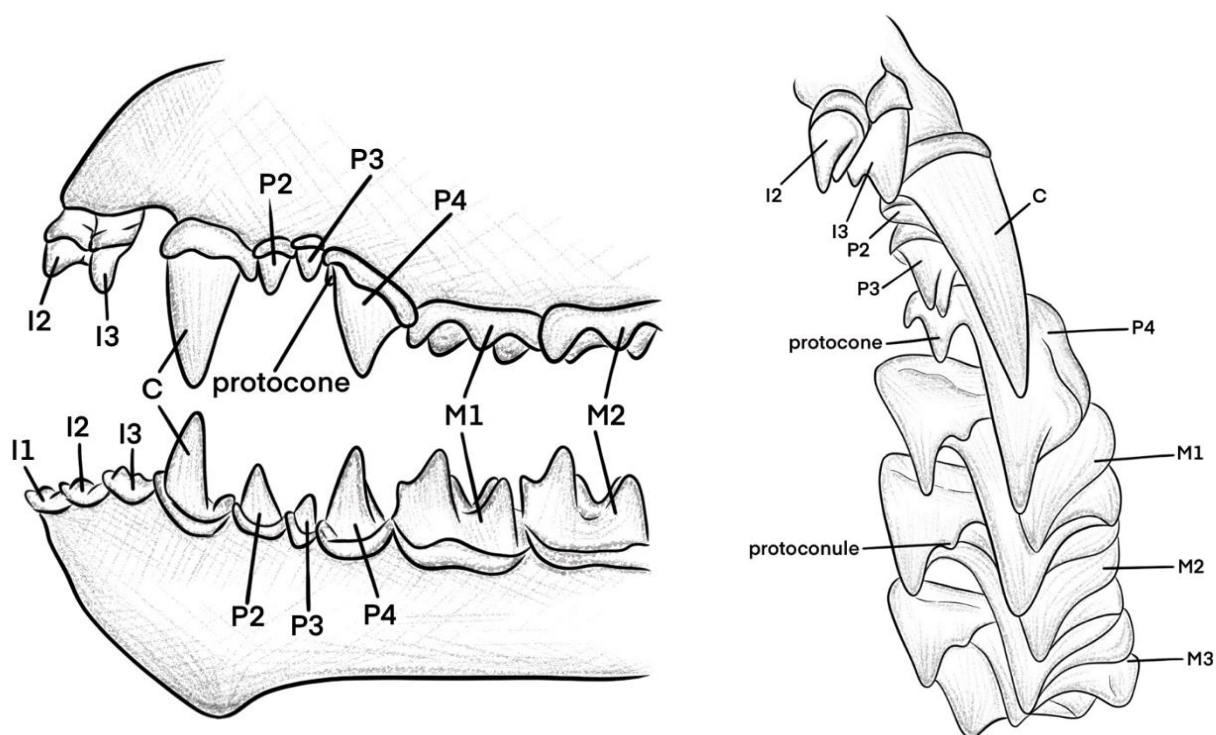


Obrázek 49: Deciduální dentice horní čelisti, laterální pohled.

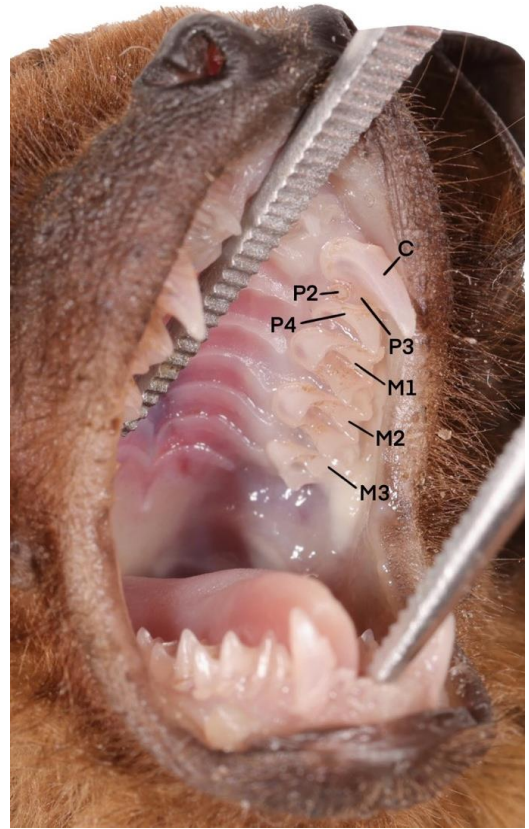
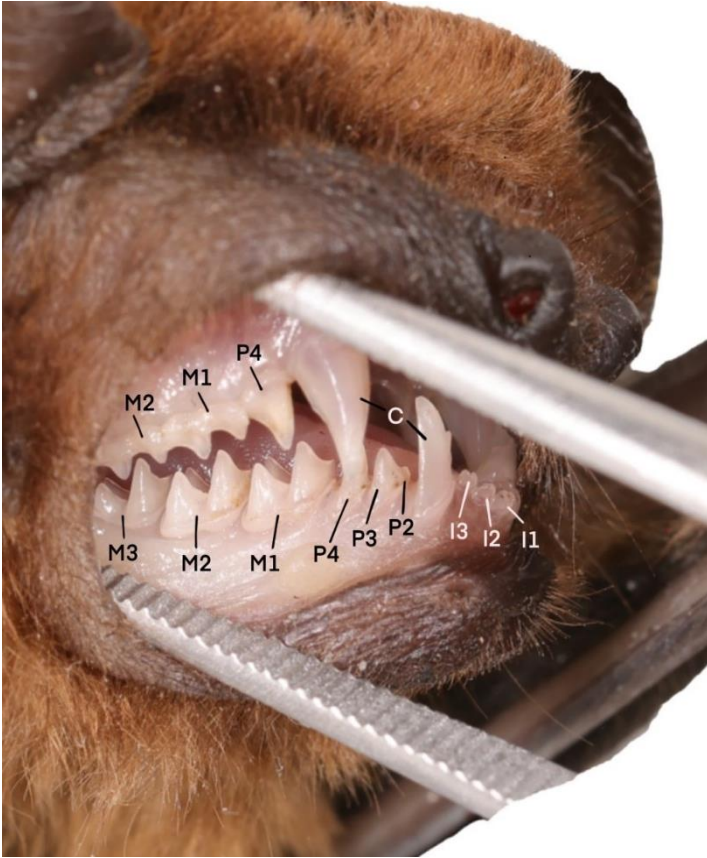
Stoličky (moláry, *dentes molares*) jsou tvořeny až jako trvalé zuby, připomínají dentici rejsků, jsou tuberkulosektorové, okluzní plochy se skládají z hrbolků a hřebenů, které pomáhají rozdělovat a sekát potravu. Horní moláry mají pět prominentních hrbolků, které jsou spojeny čtyřmi ostrými hřebeny, spolu vytváří vzor ve tvaru písmene W. Dolní moláry mají z pohledu na okluzi tvar dvou částečně se překrývajících trojúhelníků a typicky nesou dva boční a tři mediální hroty. Okluze je schopná stříhání nebo sekání.



Obrázek 50: Typická struktura okluzní plochy, vlevo pohled na levou stranu první horní stoličky, vpravo pohled na pravou stranu první spodní stoličky.



Obrázek 51: Schematické zobrazení dentice, vlevo laterální pohled, vpravo ventrální pohled na horní čelist.



Obrázek 52: Zobrazení dentice, vlevo laterální pohled, vpravo ventrální pohled na horní čelist (*Nyctalus noctula*).



Obrázek 53: Zobrazení řezáků a špičáků (*Nyctalus noctula*).

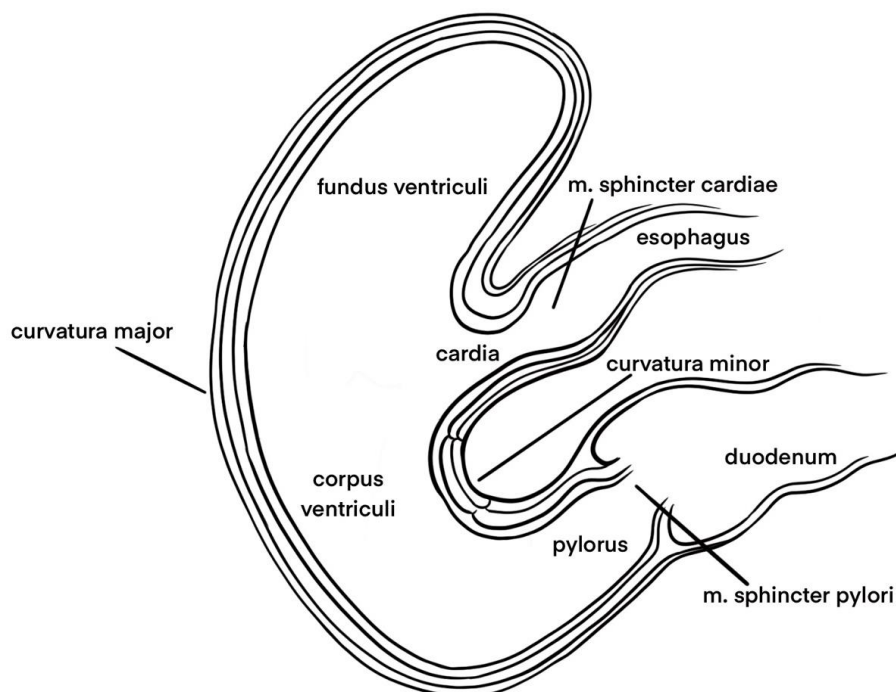
Sliny jsou významné pro zvlhčování potravy a zahájení trávicího procesu. U některých druhů jsou slinné žlázy relativně velké.

Jícen

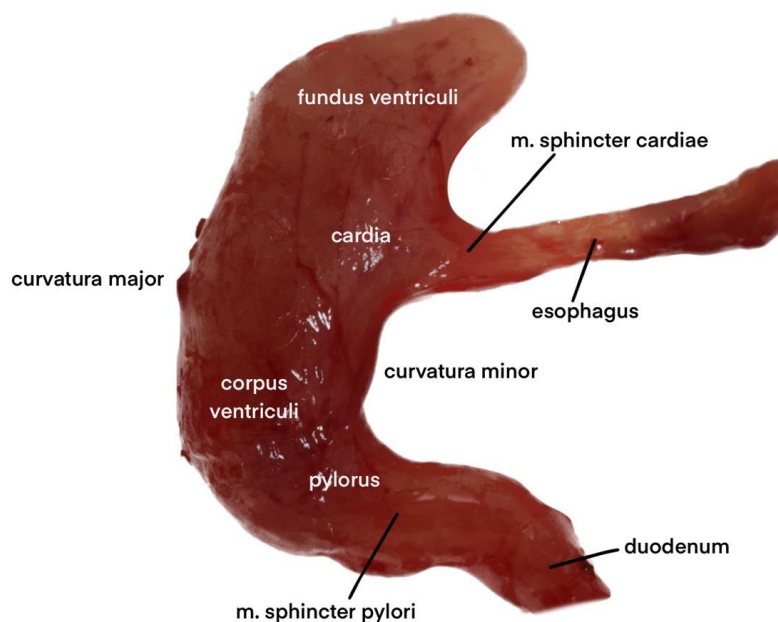
Jícen (*esophagus*) slouží jako kanál pro přesun potravy z dutiny ústní do žaludku. Chitinový exoskelet hmyzu může být velmi tvrdý, a i když je potrava při kousání rozmělněna na menší částice může dojít při průchodu jícnem k poškození sliznice. Právě proto je u některých inaktivních netopýrů horní třetina jícnu vystlána keratinizovaným epitelem.

Žaludek

Žaludek (*ventriculus, gaster*) netopýrů je jednoduchý a můžeme ho rozdělit na stejné kompartmenty jako u jiných savců. Oblast kardií je malá a obklopuje vstup do žaludku; vakovitá část fundus se rozprostírá nad kardií; tělo žaludku je úsek mezi vchodem do žaludku a východem ze žaludku. Oblast napojení žaludku na duodenum nazýváme pylorus. Vyznačuje se vysokou roztažitelností a schopností uskladnit velké množství potravy přijaté během krátké doby díky longitudinálním záhybům. Žaludek hmyzožravých netopýrů musí být přizpůsoben na trávení chitinového exoskeletu hmyzu, čemuž napomáhá také silná žaludeční kyselina.



Obrázek 54: Schematické znázornění stavby žaludku.



Obrázek 55: Anatomie žaludku (*Rhinolophus hipposideros*).

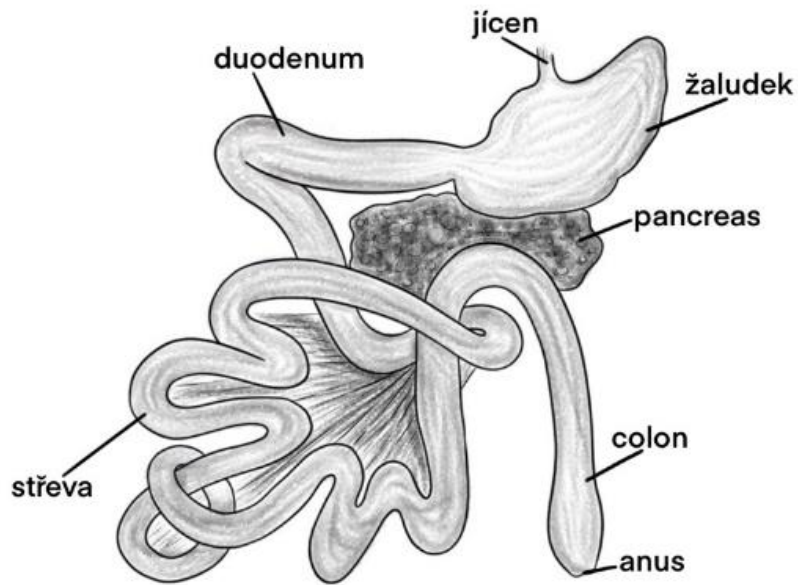
Střeva

Střeva se rozlišují na tenké střevo (*intestinum tenue*), které se dále dělí na dvanáctník (*duodenum*), lačník (*jejunum*) a kyčelník (*ileum*); a střevo tlusté (*intestinum crassum*). U většiny druhů je duodenum velmi krátké stejně jako tlusté střevo. Tlusté střevo sestává jen z descendentního segmentu, ascendentní ani transverzální segment není přítomný. Slepé střevo také absentuje.

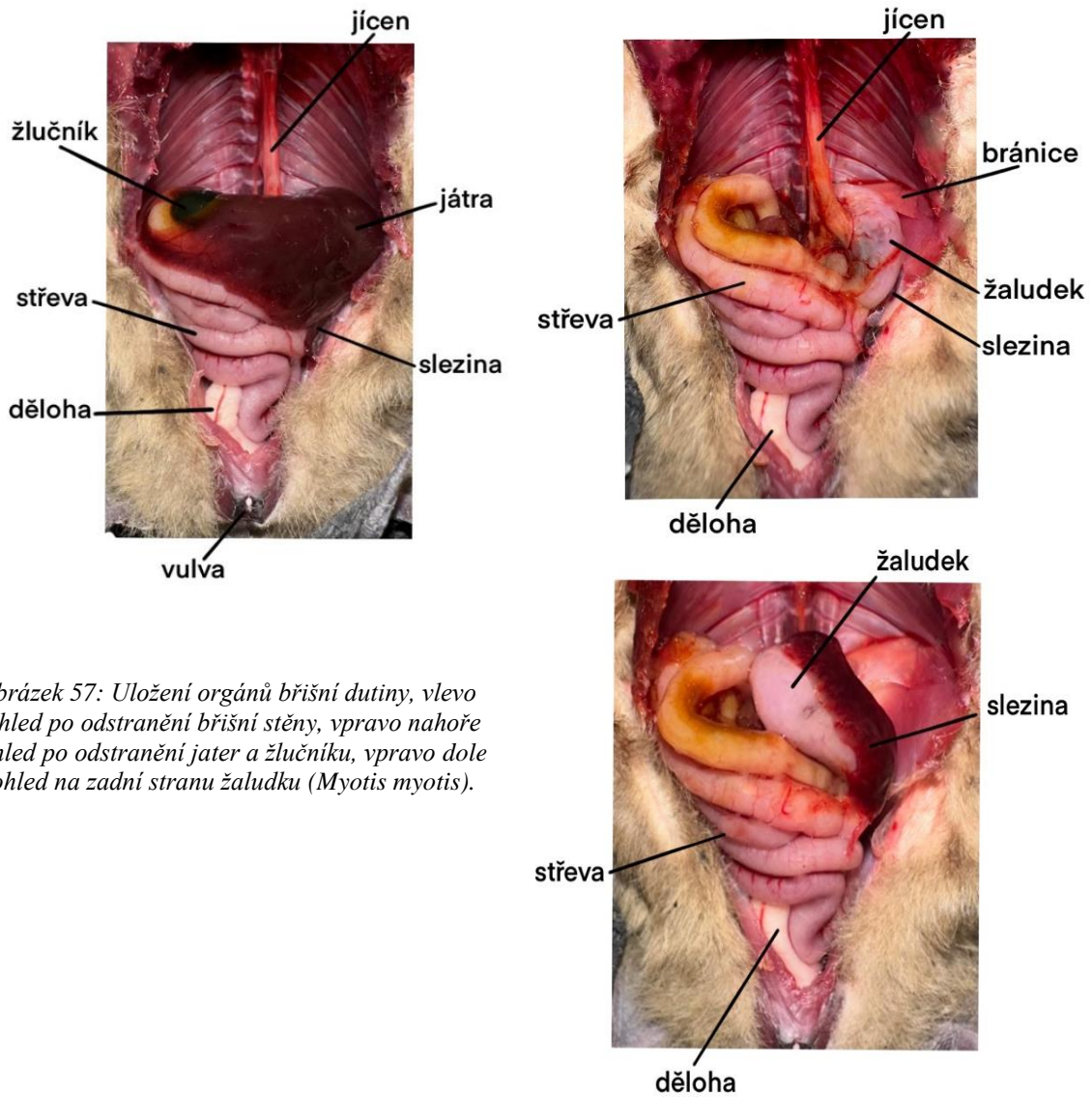
V tenkém střevě dochází k většině vstřebávání živin. U hmyzožravých netopýrů jsou tenká střeva krátká, kvůli zkrácení mají ale zvýšenou enzymatickou aktivitu.

Řitní otvor

Řitní otvor (*anus*) je koncový bod GIT, kterým jsou z těla vyloučeny nestrávené zbytky potravy a odpadní produkty. V okolí řitního otvoru se nachází párové paraanální žlázy (*gll. paraanales*).

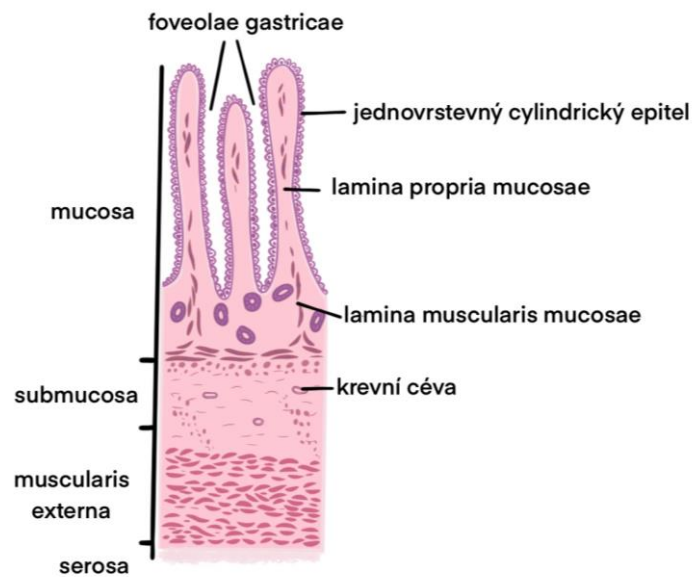


Obrázek 56: Schematické znázornění gastrointestinálního traktu.

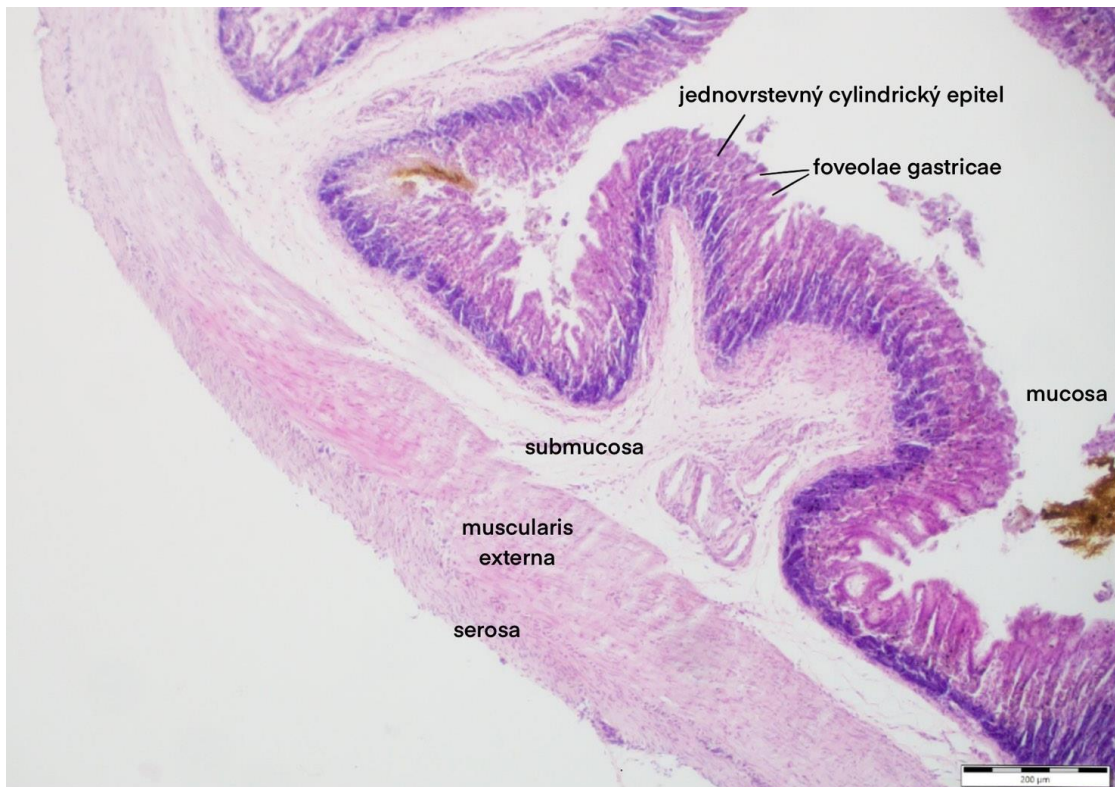


Obrázek 57: Uložení orgánů břišní dutiny, vlevo pohled po odstranění břišní stěny, vpravo nahoře pohled po odstranění jater a žlučníku, vpravo dole pohled na zadní stranu žaludku (Myotis myotis).

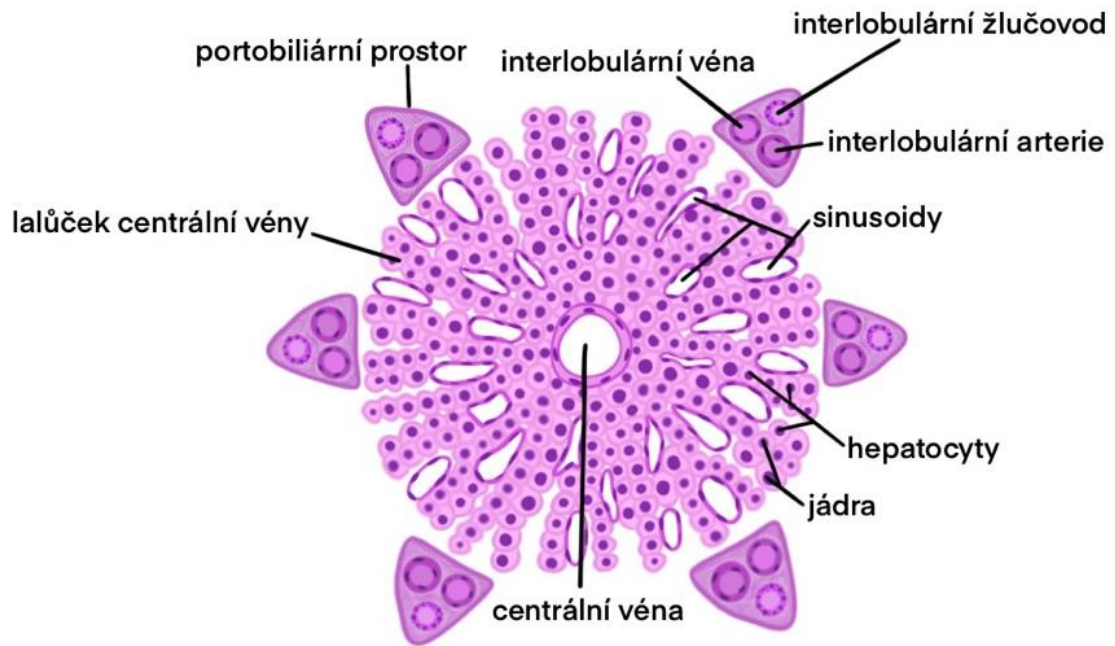
Základní histologická struktura žaludku, jater, sleziny a tenkého střeva



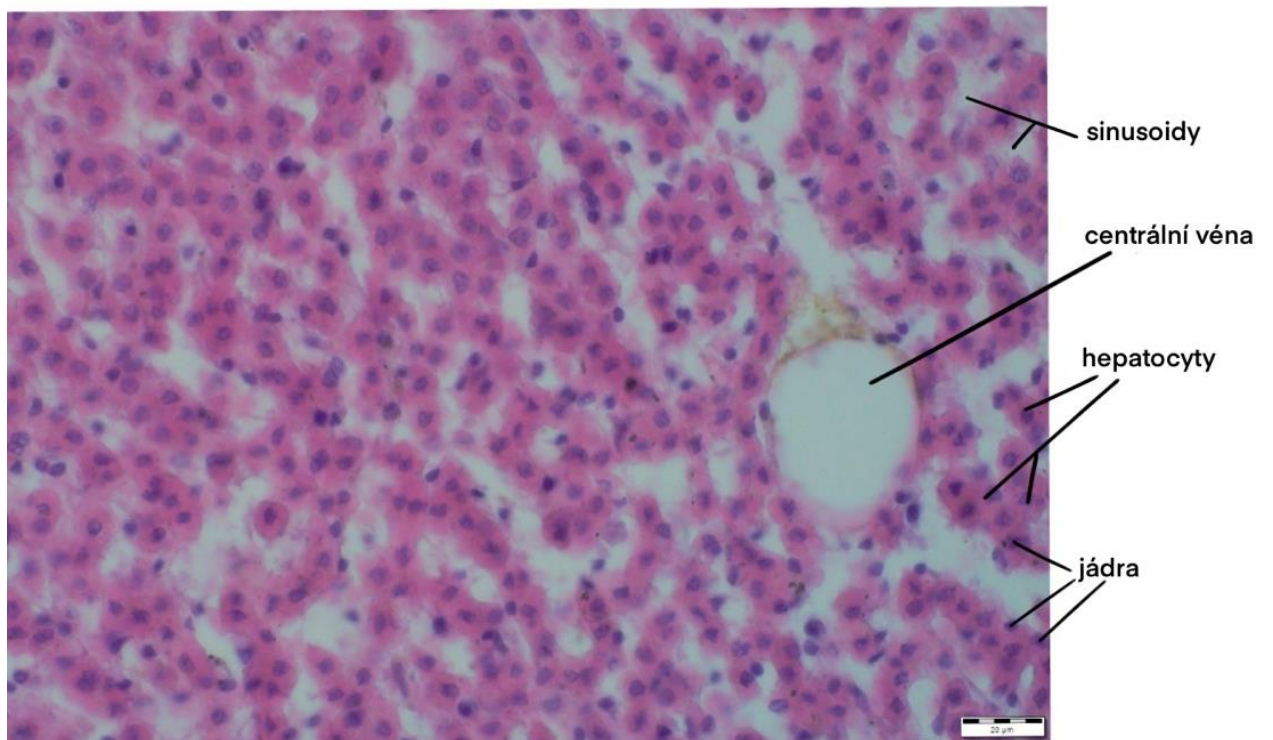
Obrázek 58: Schematické zobrazení struktury žaludku.



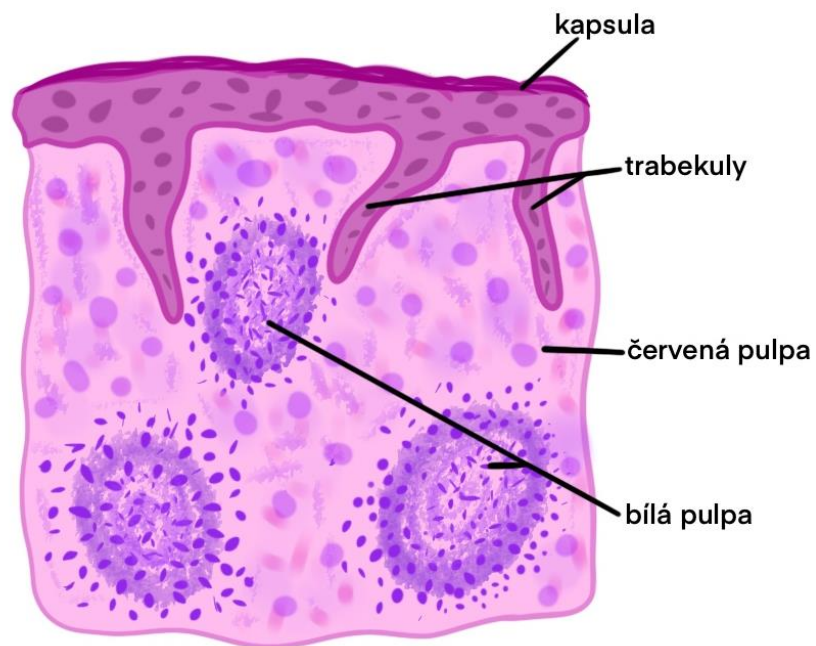
Obrázek 59: Histologický preparát žaludku (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.



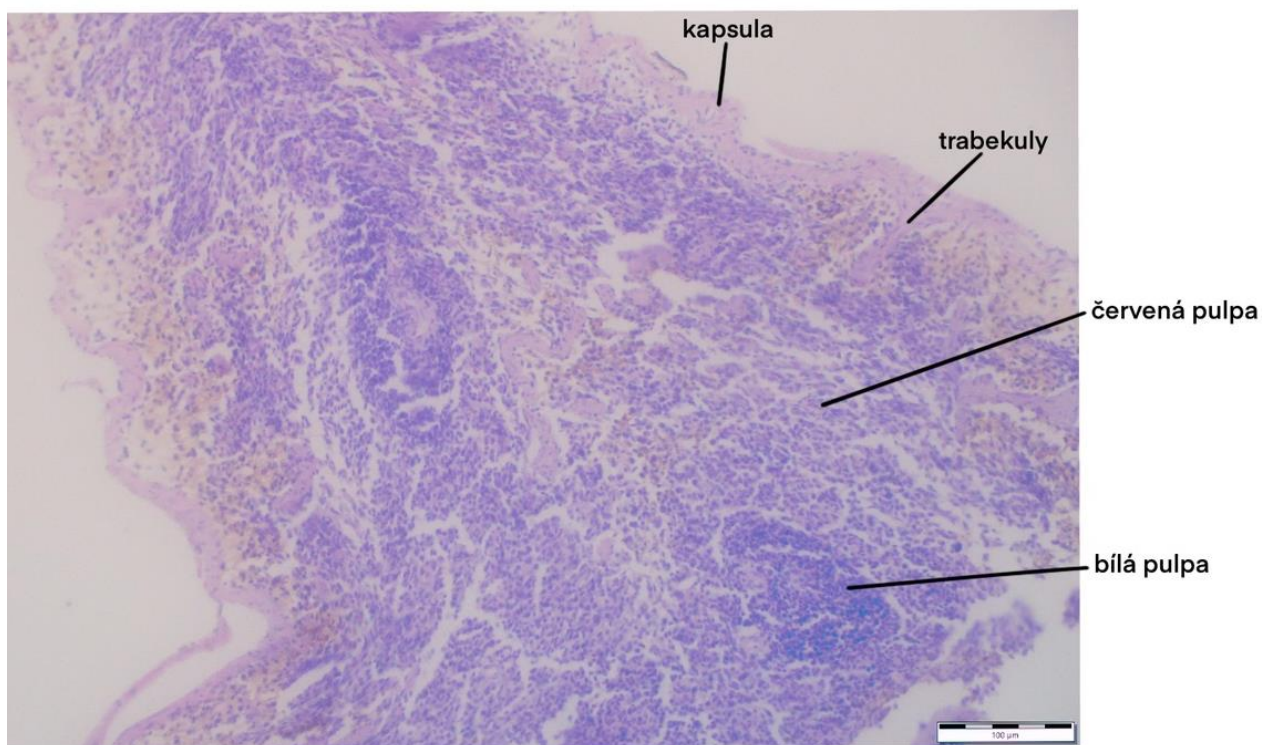
Obrázek 60: Schematické znázornění struktury jater.



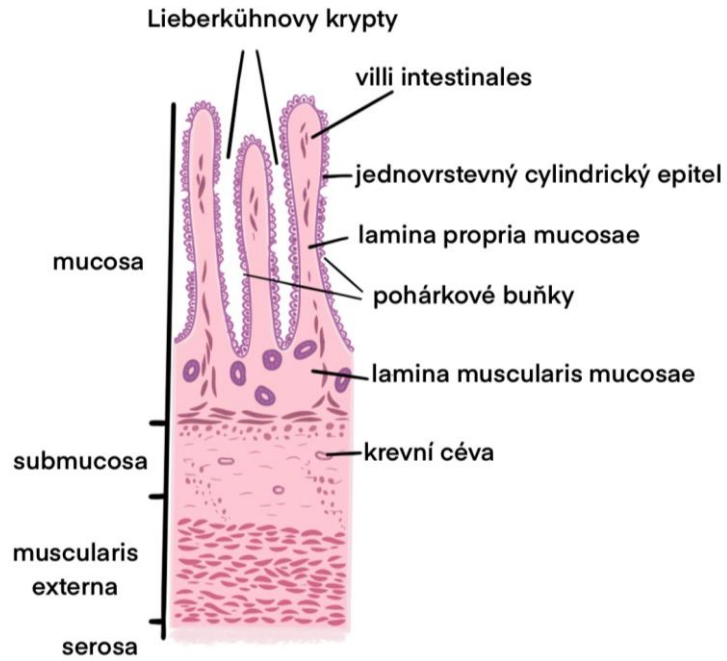
Obrázek 61: Histologický preparát jater (*Rhinolophus hipposideros*), barvení hematoxylin-eozin.



Obrázek 62: Schematické znázornění struktury sleziny.



Obrázek 63: Histologický preparát sleziny (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.



Obrázek 64: Schematické zobrazení struktury tenkého střeva.



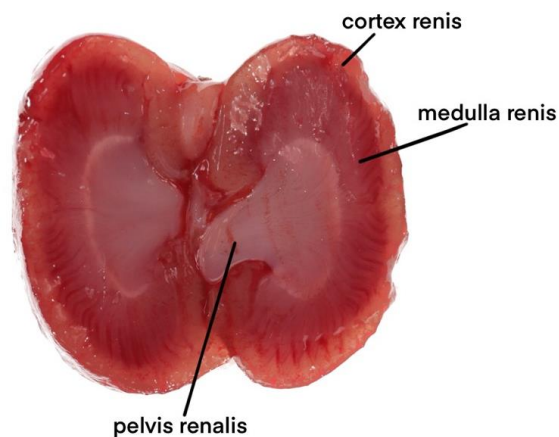
Obrázek 65: Histologický preparát tenkého střeva (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.

Uropoetický systém

Uropoetický neboli vylučovací systém plní zásadní funkci odstraňování odpadních látek z těla při zachování správného množství tekutin a koncentrace elektrolytů.

Ledviny

Ledviny (*ren, nefros*) jsou centrální součástí uropoetického systému. Je to párový orgán uložený v zadní části peritoneální dutiny. Tvar se může mírně mezidruhově lišit, nejčastěji se však setkáváme s konvexním tvarem s malou konkávností v oblasti hilu. Jsou zodpovědné za filtrování odpadních produktů a přebytečných látek, jako jsou vedlejší produkty metabolismu a elektrolyty z krve. V případě netopýrů hrají ledviny významnou roli při regulaci vodní a elektrolytové rovnováhy, což je nezbytné pro udržení celkového zdraví a homeostázy.



Obrázek 66: Struktura ledviny (*Nyctalus noctula*).

Močovody

Močovody (*ureter*) jsou úzké trubice, které transportují přefiltrovanou moč z ledvin do močového měchýře.

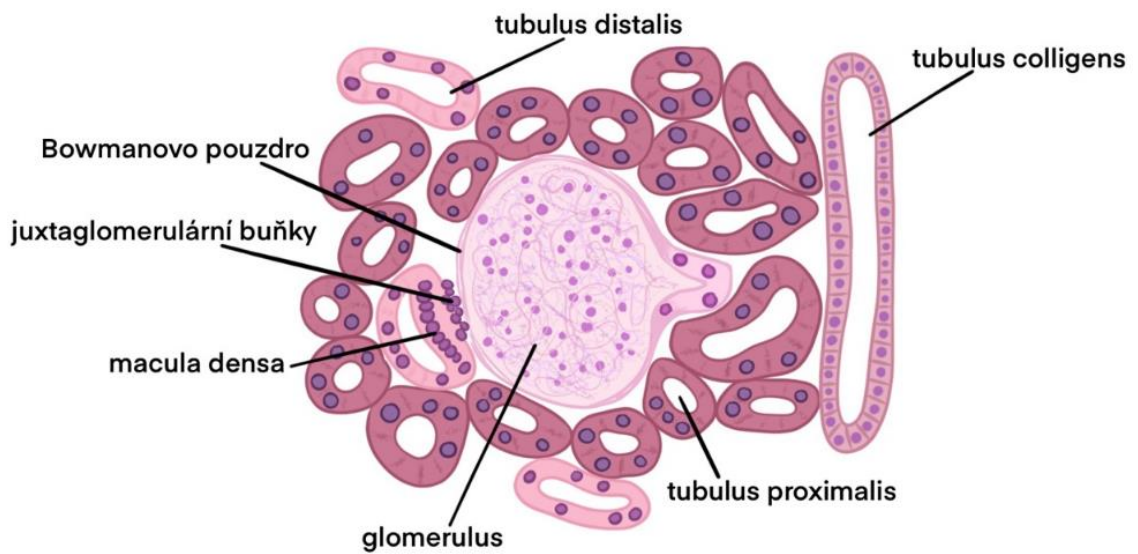
Močový měchýř

Močový měchýř (*vesica urinaria*) je vakovitý orgán v němž se uchovává moč, dokud není vyloučena. Velikost močového měchýře se může lišit v závislosti na stavu hydratace netopýra.

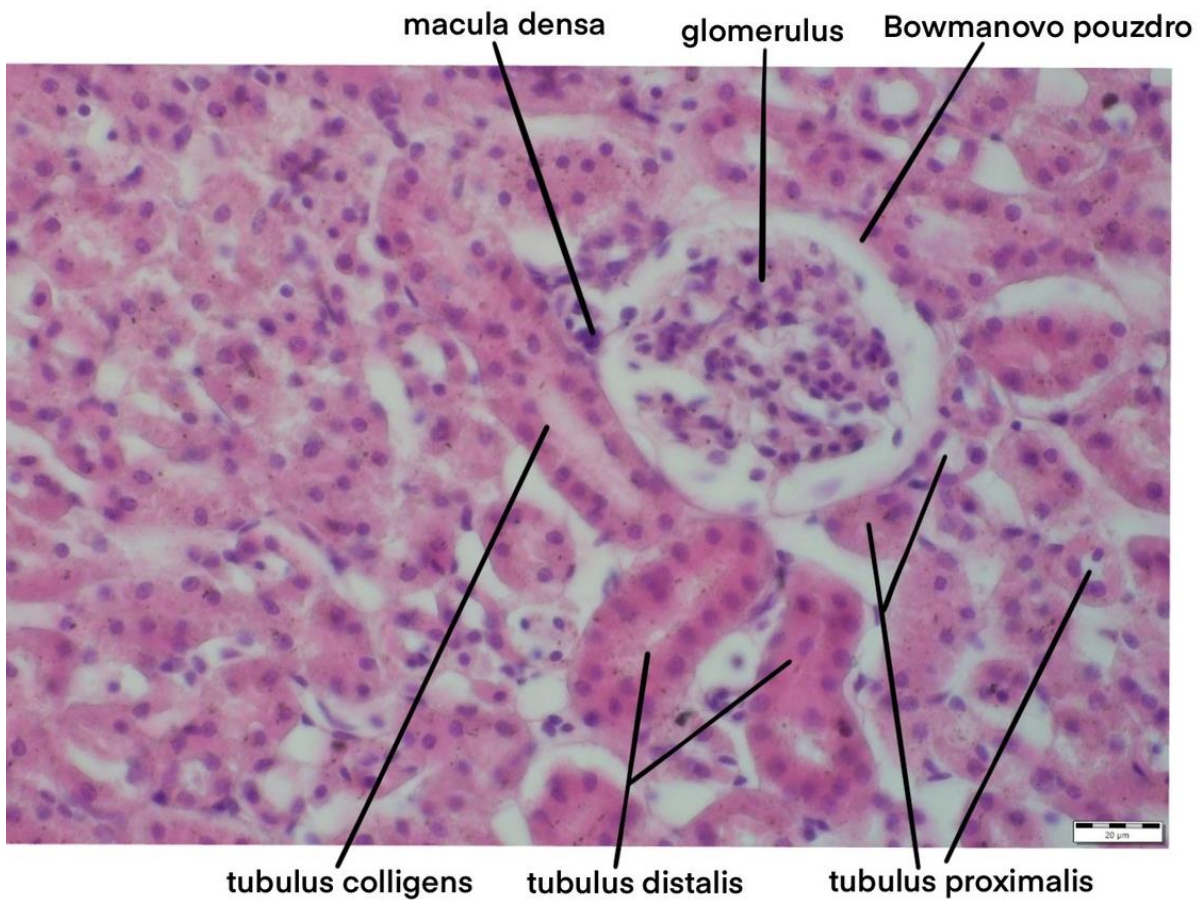
Močová trubice

Močová trubice (*urethra*) spojuje močový měchýř s vnějším prostředím a zajišťuje tedy vyloučení odpadních látek z těla.

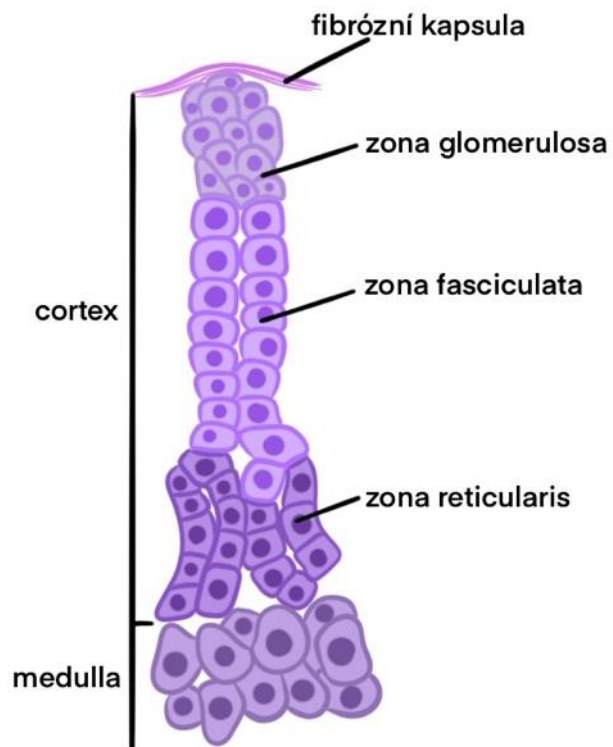
Základní histologická struktura ledvin a nadledvin



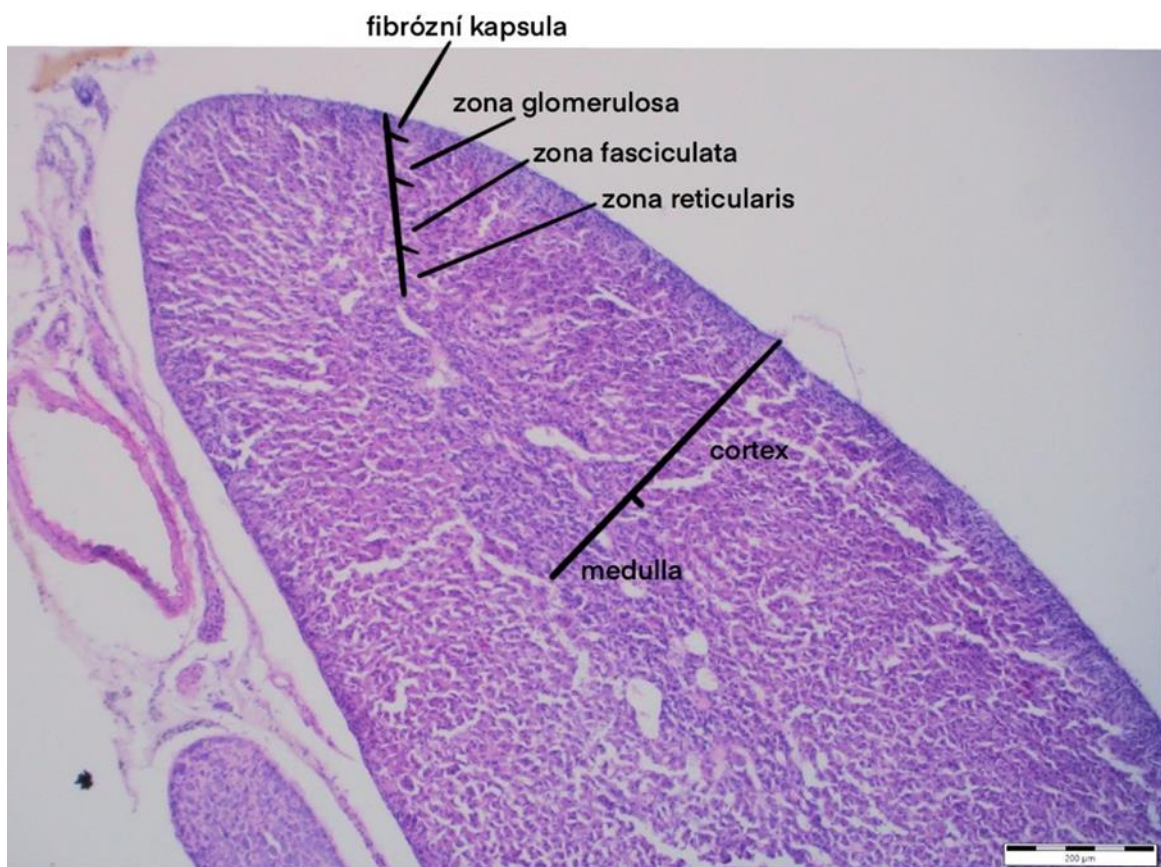
Obrázek 67: Schematické zobrazení struktury ledviny.



Obrázek 68: Histologický preparát ledviny (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.



Obrázek 69: Schematické zobrazení struktury nadledviny.



Obrázek 70: Histologický preparát nadledviny (*Nyctalus noctula*), barvení hematoxylin-eozin.

Reprodukční systém

Samec

Orgány samčího reprodukčního systému jsou uloženy v břišní dutině, ale zasahují i mimo tělní dutinu.

Varlata

Samci netopýrů mají dvě varlata (*testes*), což jsou primární samčí reprodukční orgány odpovědné za produkci spermií. Hmyzožraví netopýři mají obvykle varlata umístěná externě, při stehenní svalovině.

Nadvarlata

Spermie produkované ve varlatech putují do nadvarlat (*epididymis*), které tvoří stočená trubice umístěná na povrchu varlat. Zde spermie dozrávají a jsou uchovávány do doby ejakulace nebo rozpadu.

Chámovod

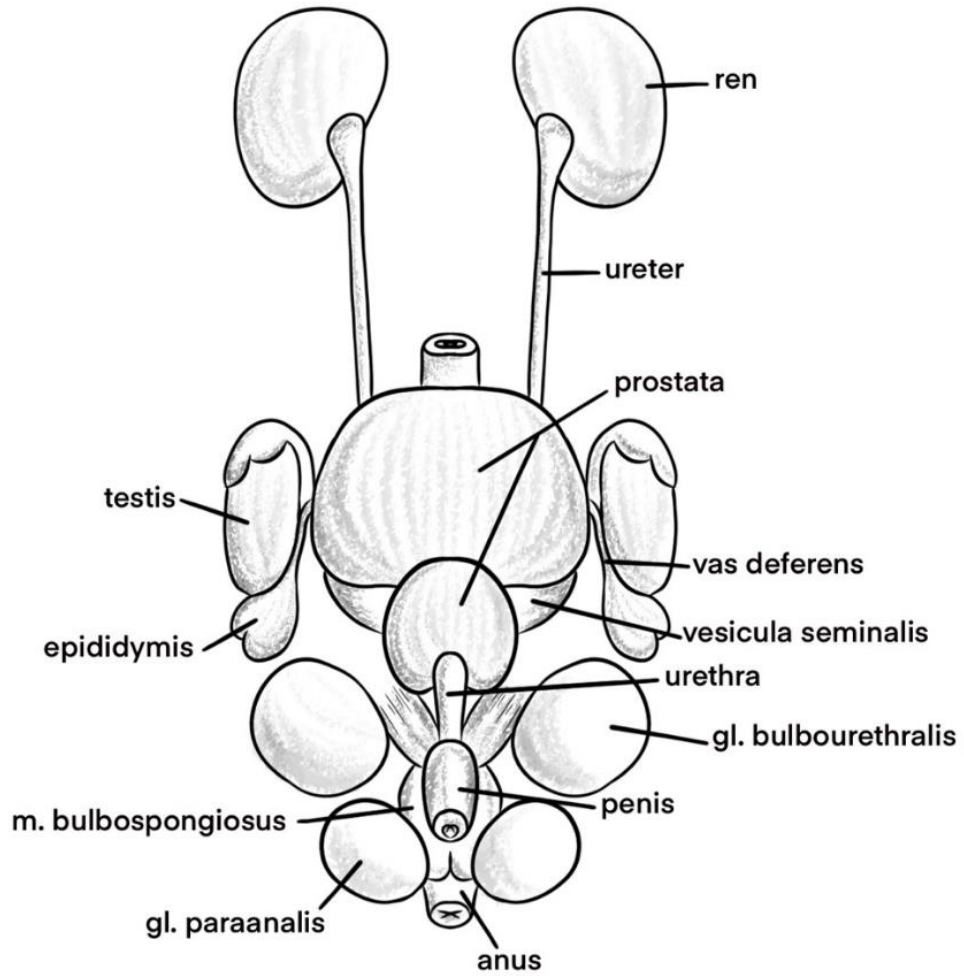
Chámovod (*vas deferens*) je svalová trubice, která spojuje *epididymis* s močovou trubicí. Během ejakulace jsou spermie transportovány přes *vas deferens* a smíchány se semennými tekutinami produkovanými přídatnými reprodukčními žlázami.

Pomocné reprodukční žlázy

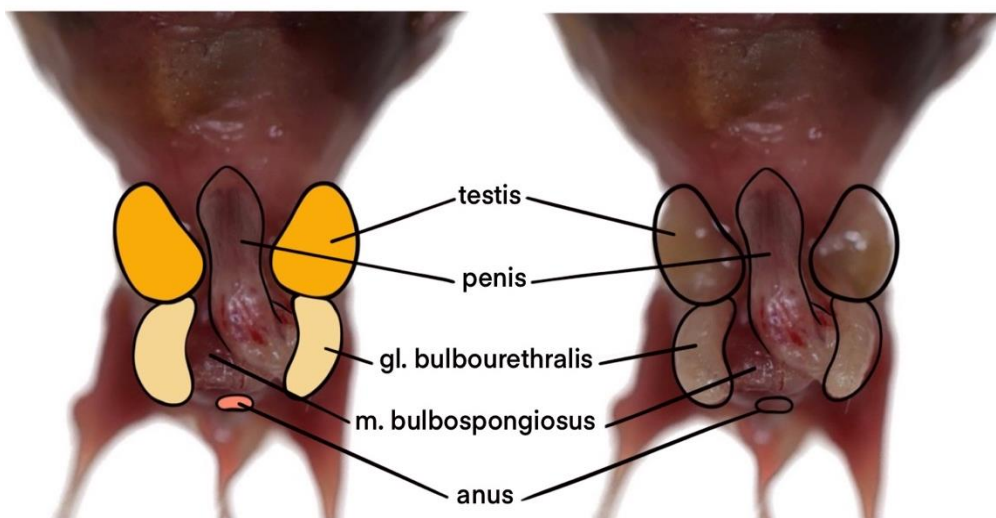
Netopýři mají několik pomocných reprodukčních žláz, které produkují semenné tekutiny obsahující živiny a enzymy. Tyto tekutiny vyživují a podporují spermie během jejich cesty. Vyvinuté jsou semenné váčky (*vesiculae seminales*), prostata, která má kraniální a kaudální část a Cowperovy žlázy (*gll. bulbourethrales, gll. Cowperi*).

Penis

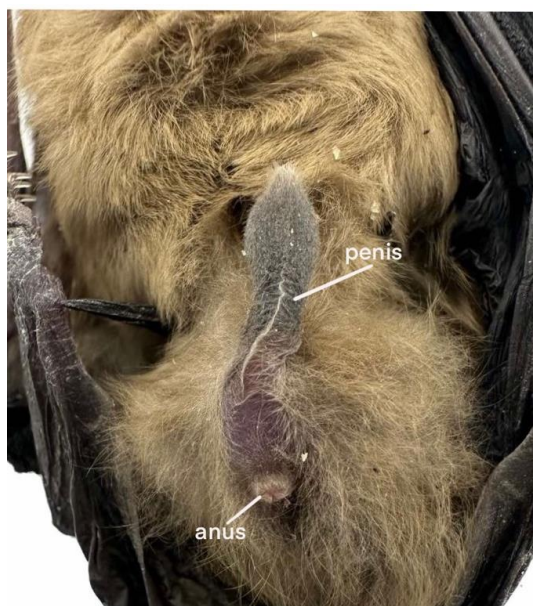
Samci netopýrů mají penis, který stejně jako u ostatních samců slouží k transportu spermatu do samčího reprodukčního traktu během kopulace. Tvar a struktura penisu se může u různých druhů netopýrů mírně lišit. Základní stavba však sestává z erektilní tkáně vyskytující se v topořivých tělesech (*corpora cavernosa*) a v houbovitém tělese penisu (*corpus spongiosum*). U některých druhů se můžeme setkat s vyztužením penisu malou kostí – pyjová kost, bakulum (*os penis*).



Obrázek 71: Schematické znázornění anatomie urogenitálního aparátu samců.



Obrázek 72: Uložení pohlavních žláz u samců (*Rhinolophus hipposideros*).



Obrázek 73: Uložení koncových částí pohlavního a vylučovacího aparátu samců (*Myotis myotis*).

Samice

Orgány samičího reprodukčního systému jsou uloženy v břišní dutině.

Vaječníky

Samice netopýrů mají dva vaječníky (*ovaria*), které jsou zodpovědné za produkci vajíček během reprodukčního cyklu. Vaječníky uvolňují zralá vajíčka do reprodukčního traktu.

Vejcovody

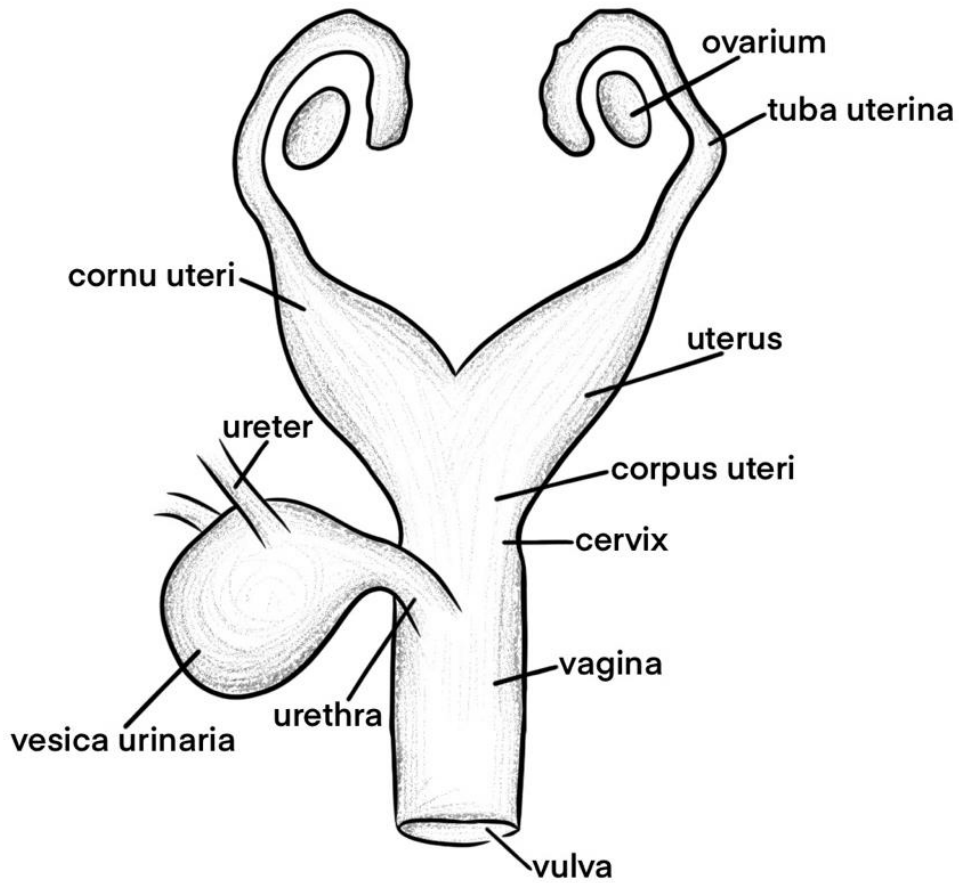
Vejcovody (*tubea uterinae*, *oviductus*, *salpinx*) jsou místem, kde obvykle dochází k oplodnění. Po ovulaci jsou vajíčka zachycena vejcovody a transportována do dělohy.

Děloha

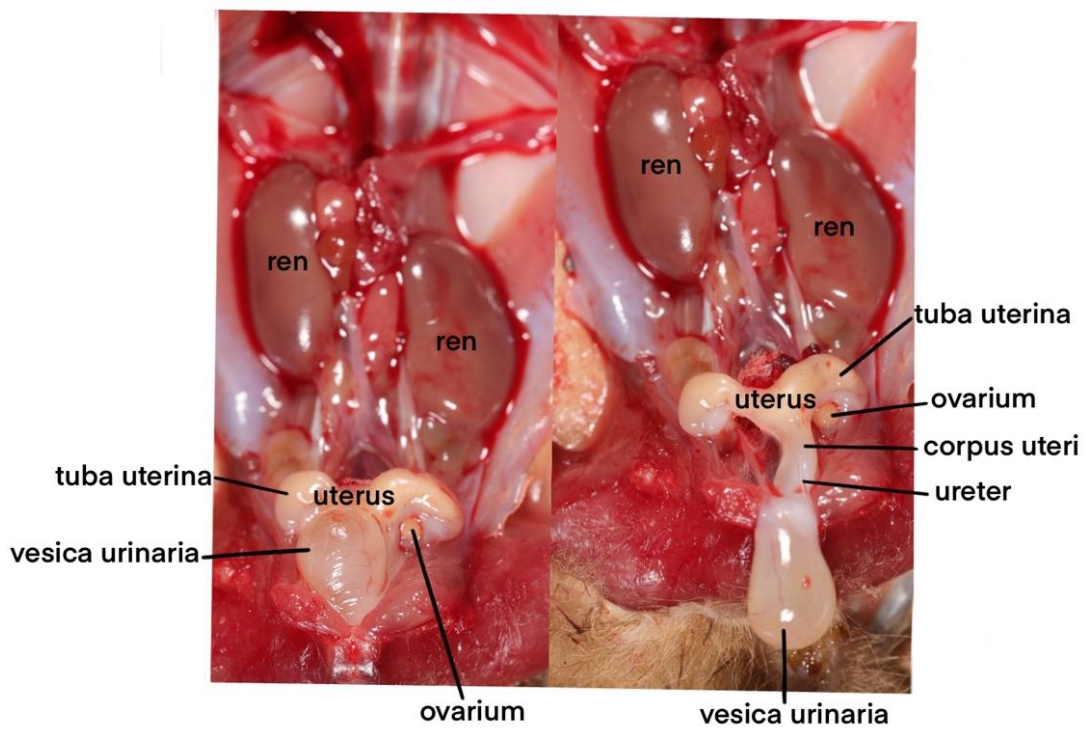
Děloha (*uterus*) je místo, kde se implantuje oplodněné vajíčko (zygota) a vyvine se v embryo. Hmyzožraví netopýři mají poměrně jednoduchou dělohu ve tvaru písmene Y. Setkáváme se však s mezidruhovými rozdíly ve stavbě v souvislosti s fúzí jednotlivých částí dělohy.

Vagína

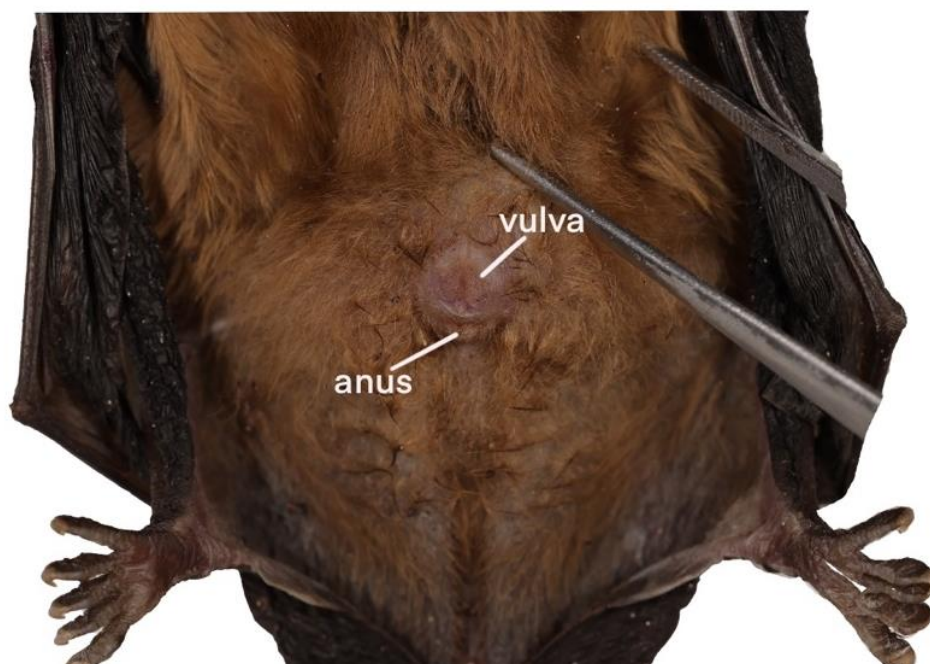
Vagína je průchod, kterým jsou spermie zavedeny během kopulace. Slouží také jako porodní cesta při porodu. Pohlavní aparát je ukončen vulvou.



Obrázek 74: Schematické znázornění anatomie urogenitálního aparátu samic.

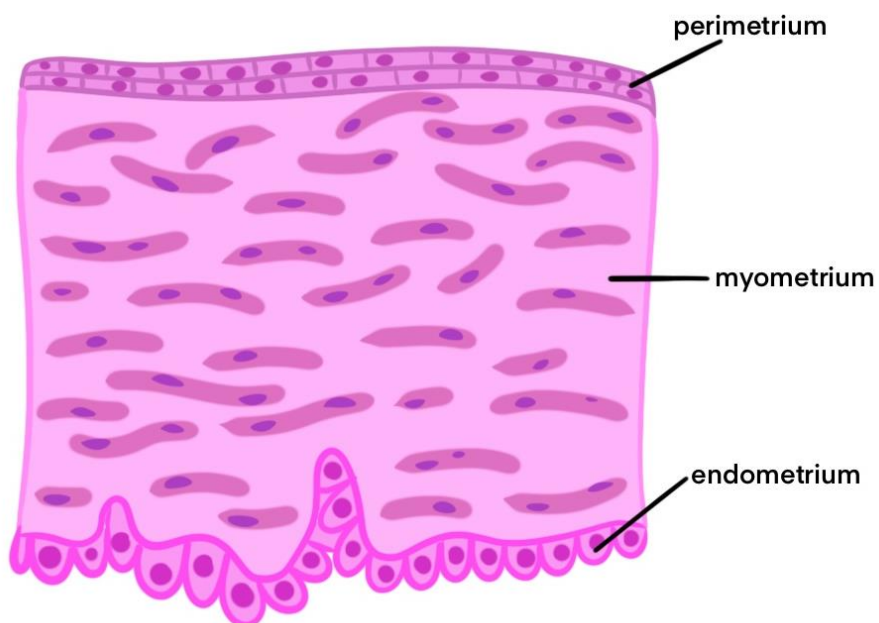


Obrázek 75: Uložení orgánů urogenitálního systému samic, vlevo pohled po odstranění střev, vpravo pohled po zdvihnutí močového měchýře (*Nyctalus noctula*).

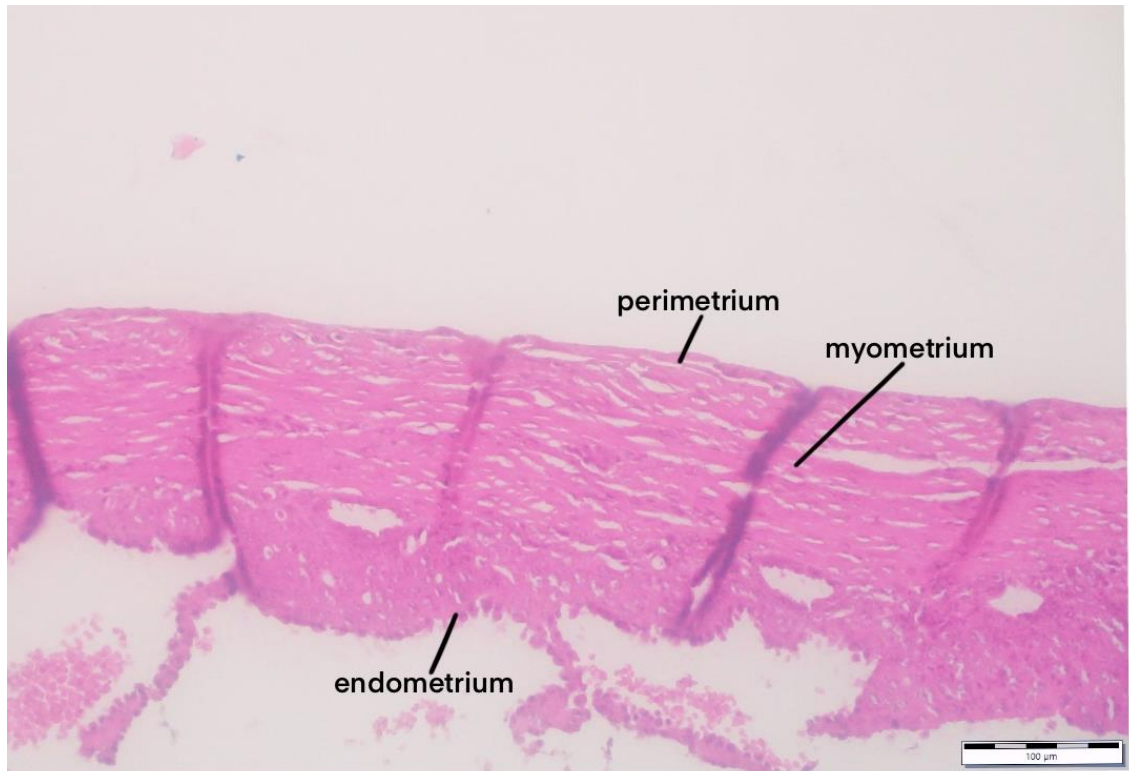


Obrázek 76: Uložení koncových částí pohlavního a vylučovacího aparátu samic (*Nyctalus noctula*).

Základní histologická struktura dělohy.

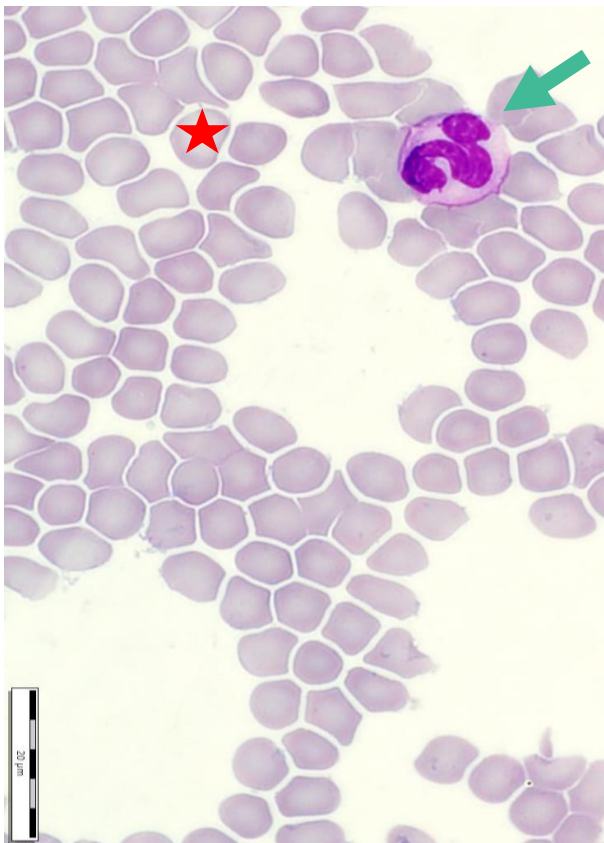


Obrázek 77: Schematické zobrazení struktury dělohy.



Obrázek 78: Histologický preparát dělohy (*Eptesicus serotinus*), barvení hematoxylin-eozin.

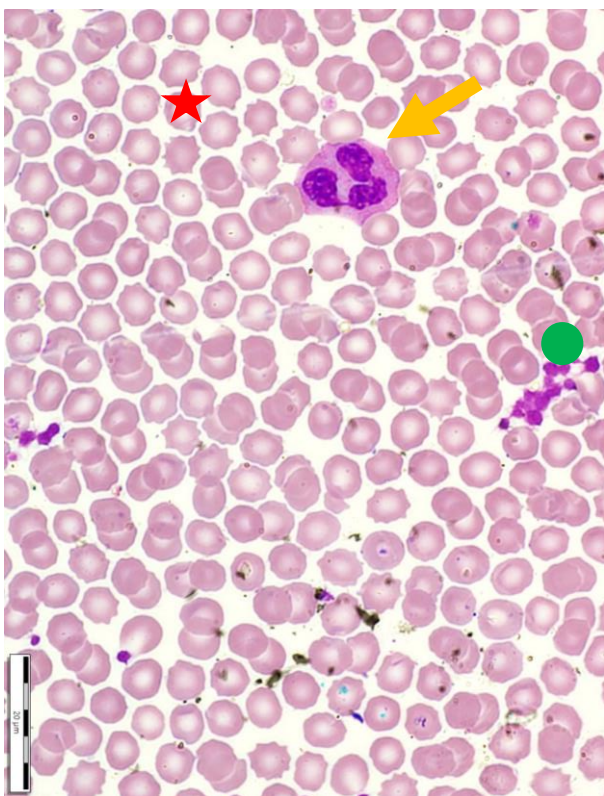
Nález na krevním nátěru



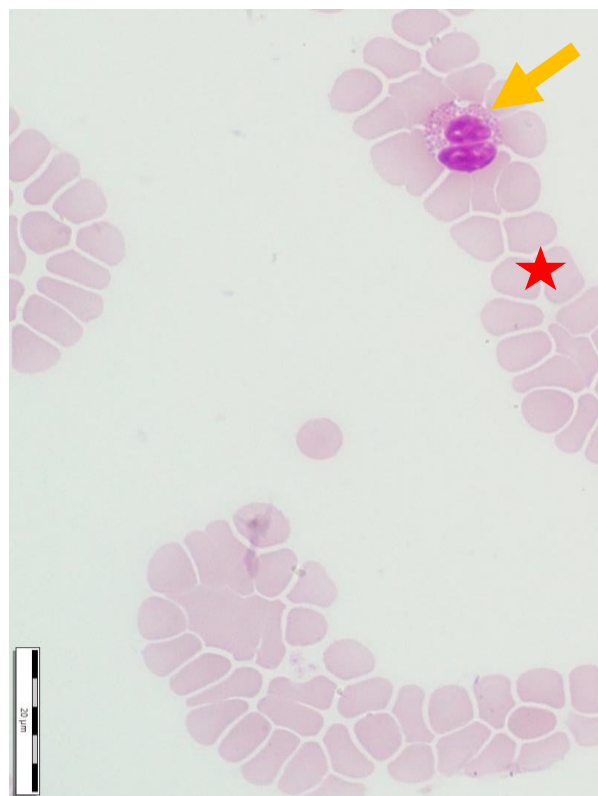
Obrázek 79: Krevní nátěr (*Myotis blythii*), neutrofil.



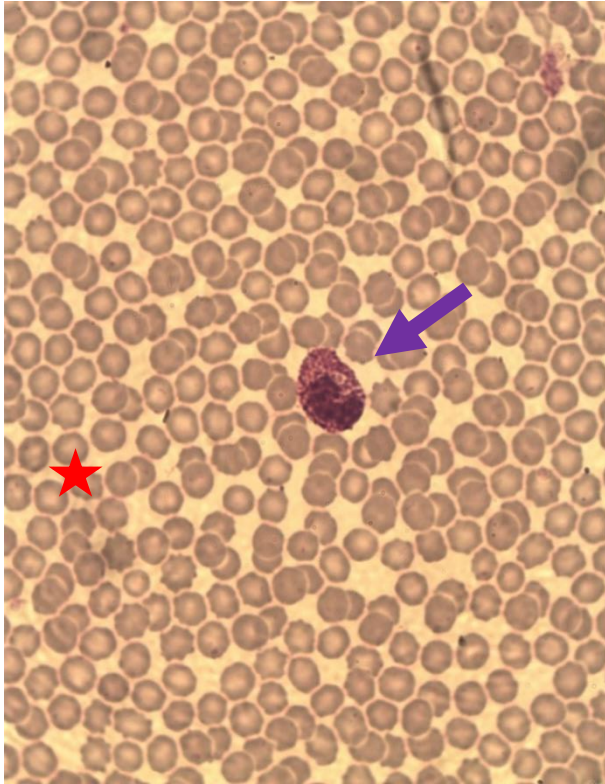
Obrázek 80: Krevní nátěr (*Myotis blythii*), neutrofil.



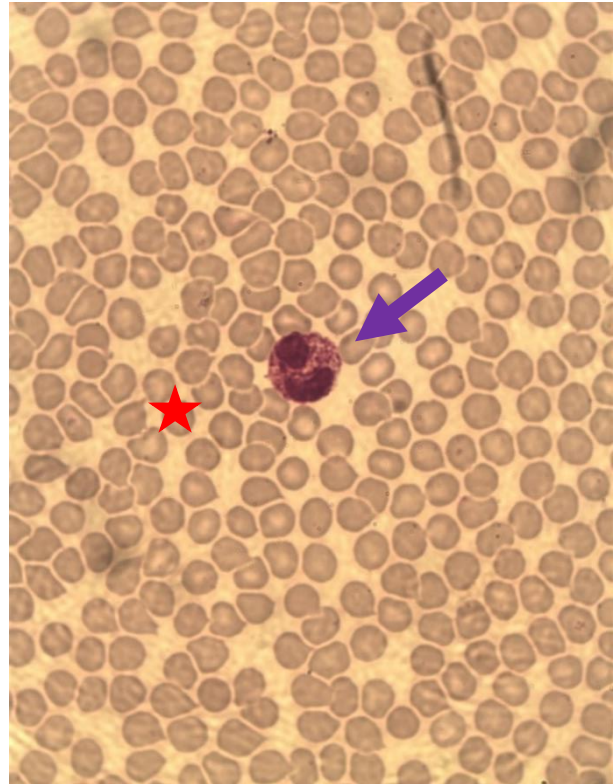
Obrázek 81: Krevní nátěr (*Myotis blythii*), eosinofil a trombocyty.



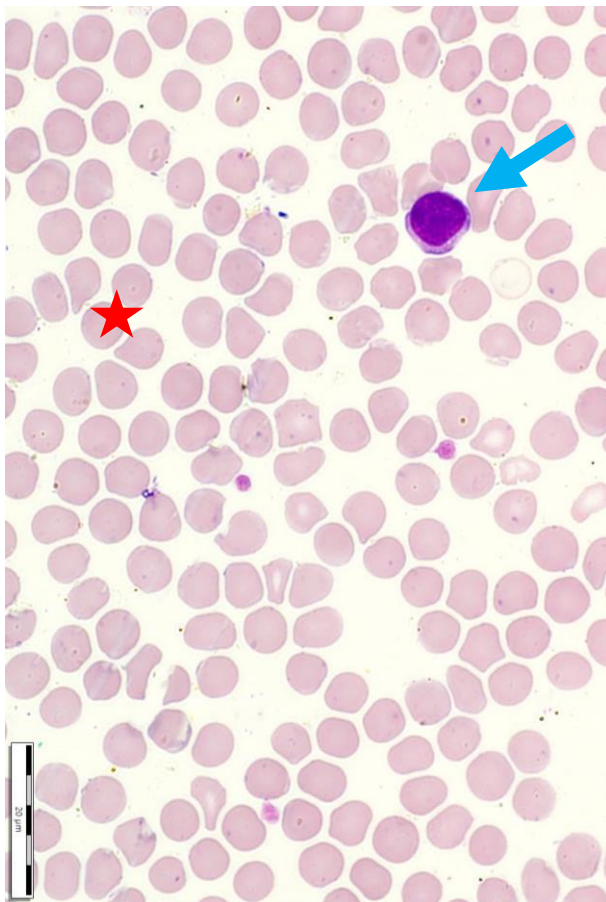
Obrázek 82: Krevní nátěr (*Myotis myotis*), eosinofil.



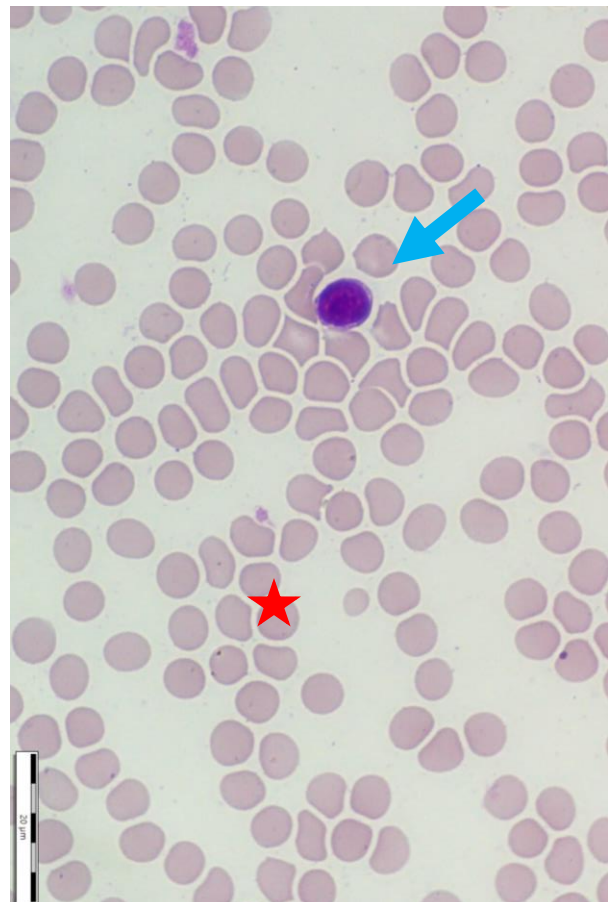
Obrázek 83: Krevní nátěr
(*Rhinolophus ferrumequinum*), bazofil.



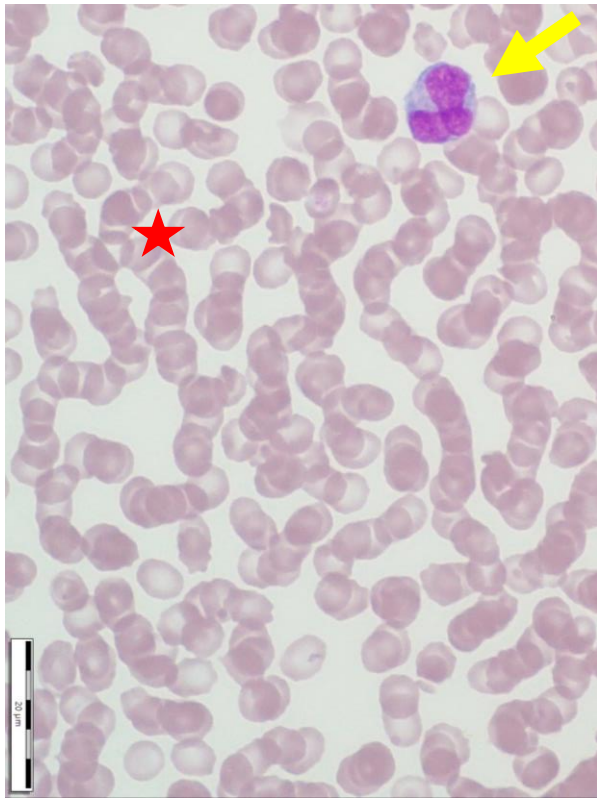
Obrázek 84: Krevní nátěr
(*Rhinolophus ferrumequinum*), bazofil.



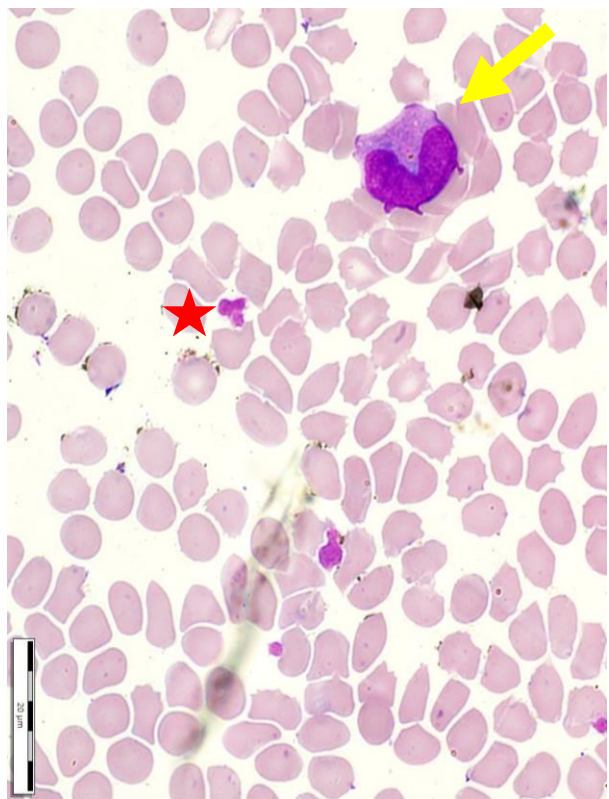
Obrázek 85: Krevní nátěr (*Myotis blythii*), lymfocyt.



Obrázek 86: Krevní nátěr (*Myotis blythii*), lymfocyt.




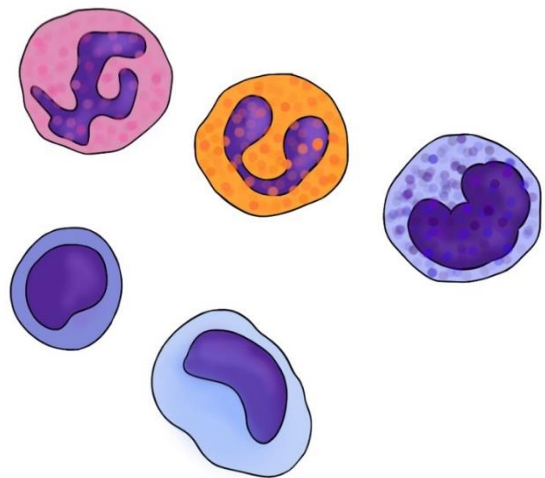
Obrázek 87: Krevní nátěr (*Myotis myotis*), monocyty a rouleaux.



Obrázek 88: Krevní nátěr (*Myotis blythii*), monocyty.

Vysvětlivky – krevní elementy

- **červená hvězda:** erytrocyty 
- leukocyty
 - granulocyty
 - **zelená šipka:** neutrofilny
 - **oranžová šipka:** eozinofily
 - **fialová šipka:** bazofily
 - agranulocyty
 - **modrá šipka:** lymfocyty
 - **žlutá šipka:** monocyty
- **zelená tečka:** trombocyty 



Seznam použitých obrázků a tabulek

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Základní roviny a směry těla | 8 |
| Obrázek 2: Základní směry těla. | 8 |
| Obrázek 3: Znázornění směrů incizí | 9 |
| Obrázek 4: Naznačení postupu odstranění | 9 |
| Obrázek 5: Pohled na otevřenou hrudní dutinu | 10 |
| Obrázek 6: Pohled na otevřenou břišní dutinu | 10 |
| Obrázek 7: Pohled na břišní dutinu po vyjmutí trávicího traktu | 10 |
| Obrázek 8: Speciální kožní oblasti a struktury | 11 |
| Obrázek 9: Pánevní končetina | 12 |
| Obrázek 10: Hrudní končetina, dráp na prvním prstu | 12 |
| Obrázek 11: Meziidruhová rozmanitost struktur uší a nosu | 14 |
| Obrázek 12: Základní anatomie křídla | 14 |
| Obrázek 13: Zobrazení uropatagia | 15 |
| Obrázek 14: Schematické zobrazení struktury kůže | 15 |
| Obrázek 15: Histologický preparát kůže | 16 |
| Obrázek 16: Schematické znázornění kostry | 17 |
| Obrázek 17: Stavba hrudního koše | 18 |
| Obrázek 18: Schematické znázornění kostry | 19 |
| Obrázek 19: Stavba pánve | 20 |
| Obrázek 20: Základní stavba lebky, nahoře laterální pohled, dole ventrální pohled | 21 |
| Obrázek 21: Svalstvo z ventrální strany těla | 22 |
| Obrázek 22: Svalstvo, ventrální pohled | 23 |
| Obrázek 23: Svalstvo z dorzální strany těla | 23 |
| Obrázek 24: Pohled na podpůrnou muskulaturu. | 24 |
| Obrázek 25: Uložení svalů křídla při extenzi. | 24 |
| Obrázek 26: Zapojení svalů při letu. | 25 |
| Obrázek 27: Anatomie svalů | 25 |
| Obrázek 28: Schematické zobrazení struktury kosterního svalu | 26 |
| Obrázek 29: Histologický preparát kosterního svalu | 26 |
| Obrázek 30: Schematické zobrazení struktur mozku | 28 |
| Obrázek 31: Dorzální pohled na struktury mozku. | 28 |
| Obrázek 32: Schematické zobrazení struktury mozku. | 30 |
| Obrázek 33: Histologický preparát mozku | 30 |
| Obrázek 34: Ventrální pohled na struktury středního a vnitřního ucha | 31 |
| Obrázek 35: Detailnější pohled na cochleu | 32 |
| Obrázek 36: Schematické znázornění struktur oka | 33 |
| Obrázek 37: Nosní skořepky | 33 |
| Obrázek 38: Uložení srdce a plic | 34 |
| Obrázek 39: Základní stavba srdce a uložení významných cév. | 35 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 40: Schematické znázornění základního krvení křídel | 36 |
| Obrázek 41: Základní krvení křídel | 37 |
| Obrázek 42: Schematické zobrazení struktury srdečního svalu. | 37 |
| Obrázek 43: Histologický preparát srdečního svalu..... | 38 |
| Obrázek 44: Stavba hrtanu. | 39 |
| Obrázek 45: Uložení hrtanu a průdušnice. | 40 |
| Obrázek 46: Uložení bránice..... | 41 |
| Obrázek 47: Schematické zobrazení struktury plic..... | 41 |
| Obrázek 48: Histologický preparát plic..... | 42 |
| Obrázek 49: Deciduální dentice horní čelisti | 43 |
| Obrázek 50: Typická struktura okluzní plochy stoliček..... | 44 |
| Obrázek 51: Schematické zobrazení dentice..... | 44 |
| Obrázek 52: Zobrazení dentice | 45 |
| Obrázek 53: Zobrazení řezáků a špičáků | 45 |
| Obrázek 54: Schematické znázornění stavby žaludku | 46 |
| Obrázek 55: Anatomie žaludku | 47 |
| Obrázek 56: Schematické znázornění gastrointestinálního traktu..... | 48 |
| Obrázek 57: Uložení orgánů břišní dutiny. | 48 |
| Obrázek 58: Schematické zobrazení struktury žaludku. | 49 |
| Obrázek 59: Histologický preparát žaludku. | 49 |
| Obrázek 60: Schematické znázornění struktury jater. | 50 |
| Obrázek 61: Histologický preparát jater | 50 |
| Obrázek 62: Schematické znázornění struktury sleziny..... | 51 |
| Obrázek 63: Histologický preparát sleziny | 51 |
| Obrázek 64: Schematické zobrazení struktury tenkého střeva | 52 |
| Obrázek 65: Histologický preparát tenkého střeva | 52 |
| Obrázek 66: Struktura ledviny | 53 |
| Obrázek 67: Schematické zobrazení struktury ledviny. | 54 |
| Obrázek 68: Histologický preparát ledviny..... | 54 |
| Obrázek 69: Schematické zobrazení struktury nadledviny. | 55 |
| Obrázek 70: Histologický preparát nadledviny..... | 55 |
| Obrázek 71: Schematické znázornění anatomie urogenitálního aparátu samců..... | 57 |
| Obrázek 72: Uložení pohlavních žláz u samců | 57 |
| Obrázek 73: Uložení koncových částí pohlavního a vylučovacího aparátu samců | 58 |
| Obrázek 74: Schematické znázornění anatomie urogenitálního aparátu samic..... | 59 |
| Obrázek 75: Uložení orgánů urogenitálního systému samic | 59 |
| Obrázek 76: Uložení koncových částí pohlavního a vylučovacího aparátu samic..... | 60 |
| Obrázek 77: Schematické zobrazení struktury dělohy. | 60 |
| Obrázek 78: Histologický preparát dělohy..... | 61 |
| Obrázek 79: Krevní nátěr (Myotis blythii), neutrofil..... | 62 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 80: Krevní nátěr (Myotis blythii), neutrofil..... | 62 |
| Obrázek 81: Krevní nátěr (Myotis blythii), eosinofil a trombocyty..... | 62 |
| Obrázek 82: Krevní nátěr (Myotis myotis), eosinofil..... | 62 |
| Obrázek 83: Krevní nátěr (Rhinolophus ferrumequinum), bazofil..... | 63 |
| Obrázek 84: Krevní nátěr (Rhinolophus ferrumequinum), bazofil..... | 63 |
| Obrázek 85: Krevní nátěr (Myotis blythii), lymfocyt..... | 63 |
| Obrázek 86: Krevní nátěr (Myotis blythii), lymfocyt..... | 63 |
| Obrázek 87: Krevní nátěr (Myotis myotis), monocyt a rouleax..... | 64 |
| Obrázek 88: Krevní nátěr (Myotis blythii), monocyt..... | 64 |
| | |
| Tabulka 1: Základní směry těla..... | 7 |
| Tabulka 2: Základní roviny těla..... | 7 |
| Tabulka 3: Přehled hlavových nervů..... | 29 |



Tento materiál vznikl za podpory projektu IVA VETUNI 2023FVHE/2190/26.