

Chiropterologie



Kurz II

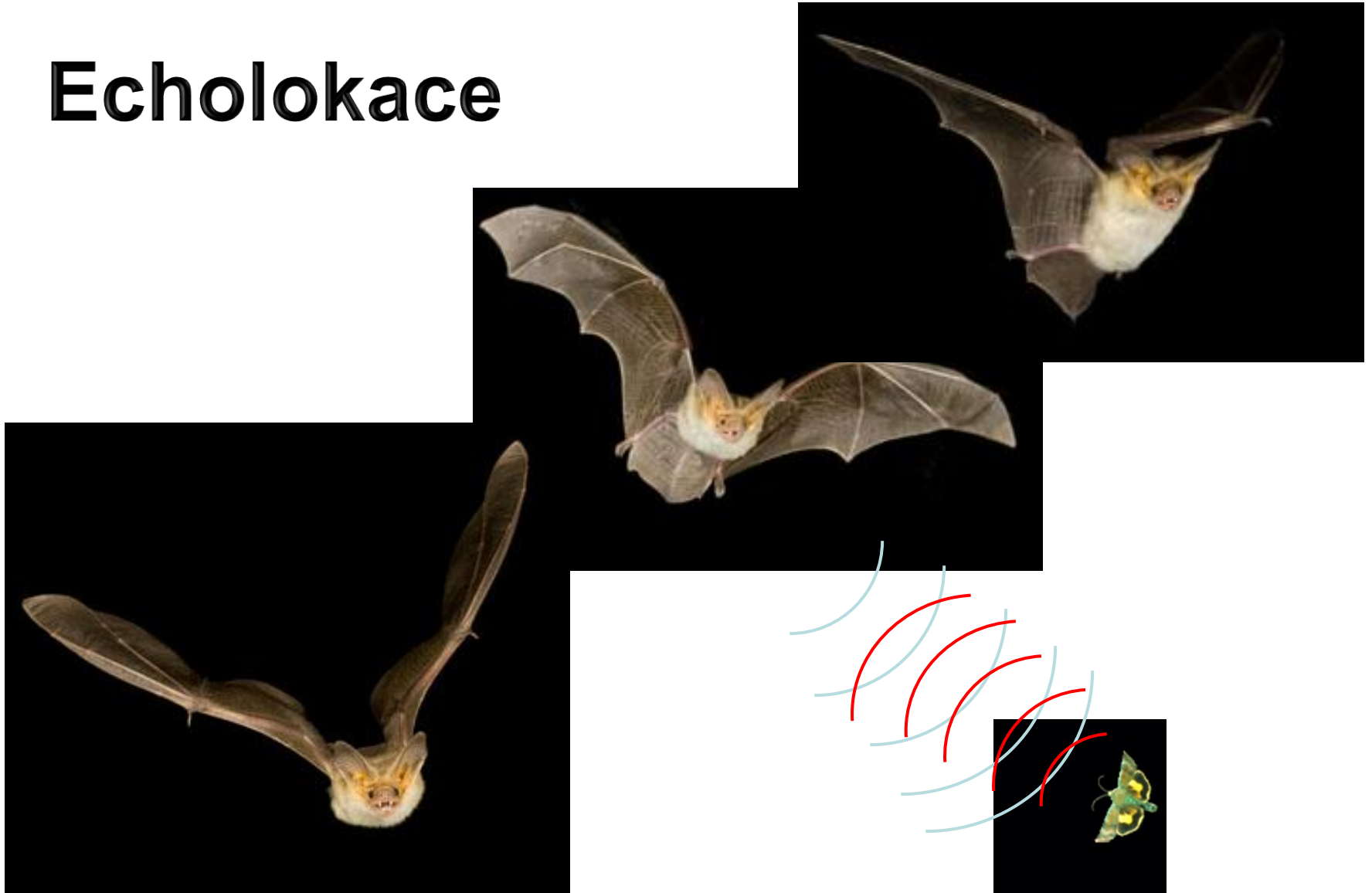
Tomáš Bartonička

Ústav botaniky a zoologie

Přf MU

rozdělení potravních nik souvisí s letovými a senzoryckými omezeními/dispozicemi k potravní základně

Echolokace



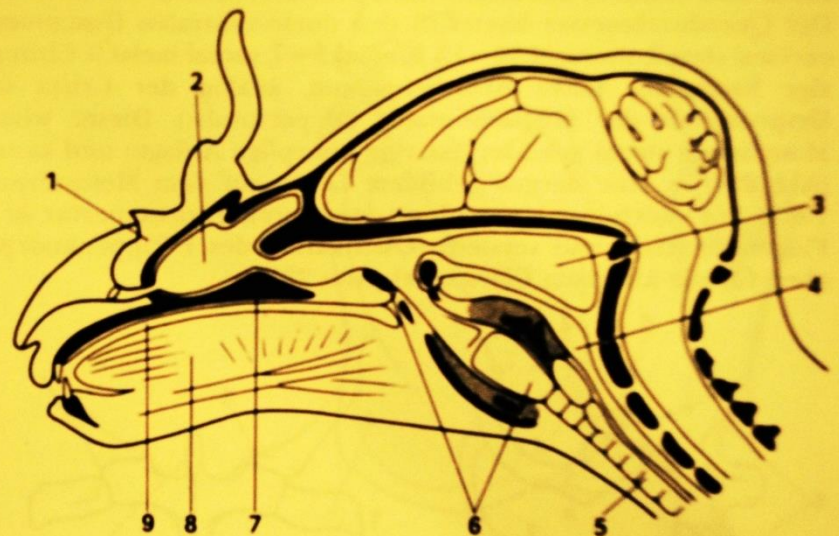
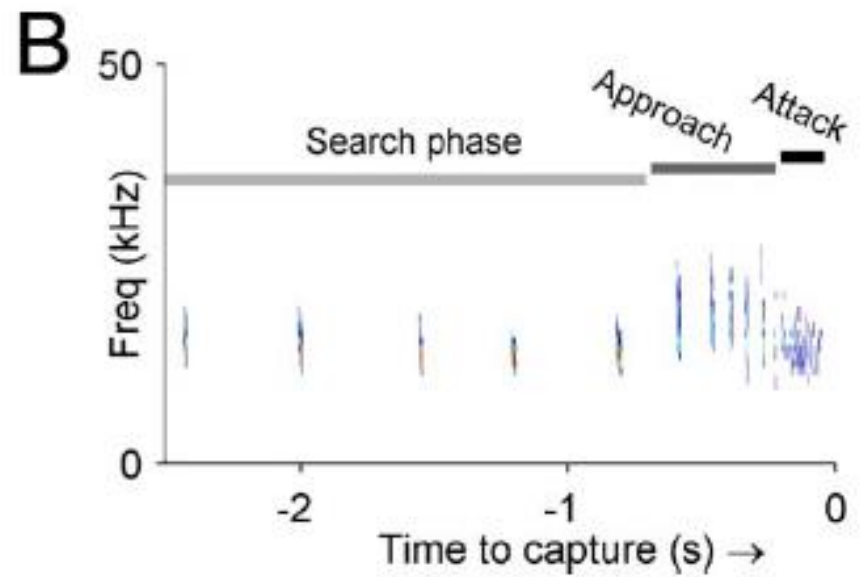
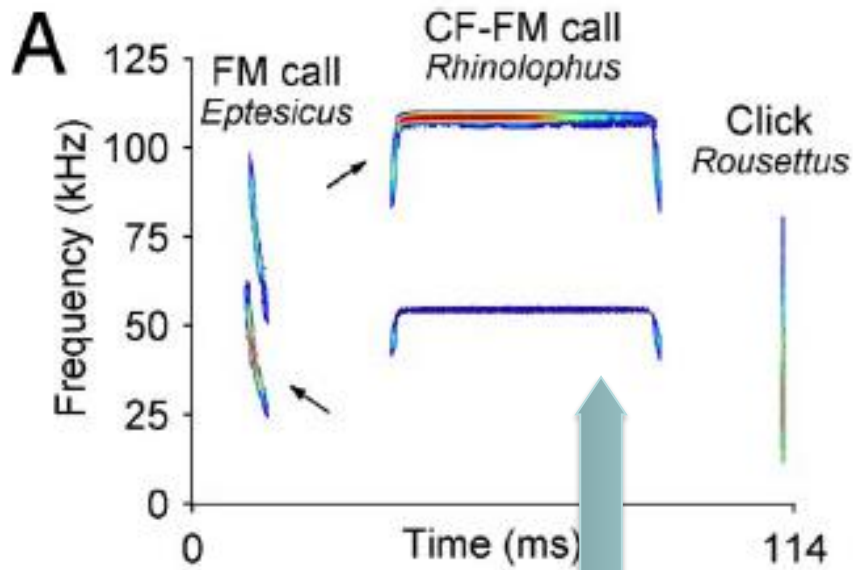
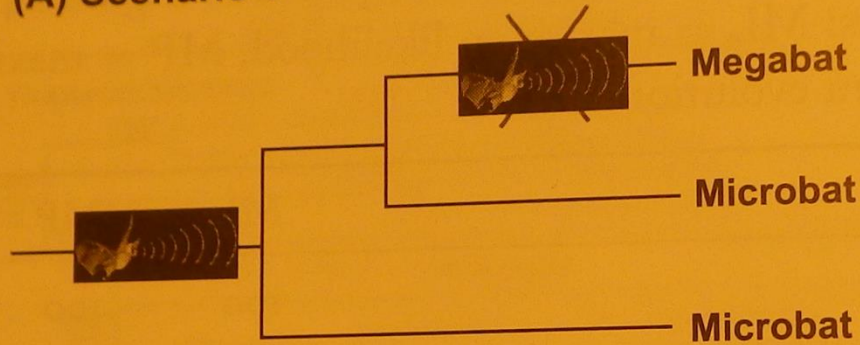


Abb. 230. Parasagittalschnitt durch den Kopf einer Kleinen Hufeisennase, *Rhinolophus hipposideros* (Microchiroptera, Rhinolophidae). Nach MÖHRES 1952.
1. Hufeisen, 2. Nasenhöhle, 3. Bursa pharyngica (Rec. pharyngis), 4. Oesophagus, 5. Trachea, 6. Larynx, 7. Gaumen, 8. Zunge, 9. Mundhöhle.

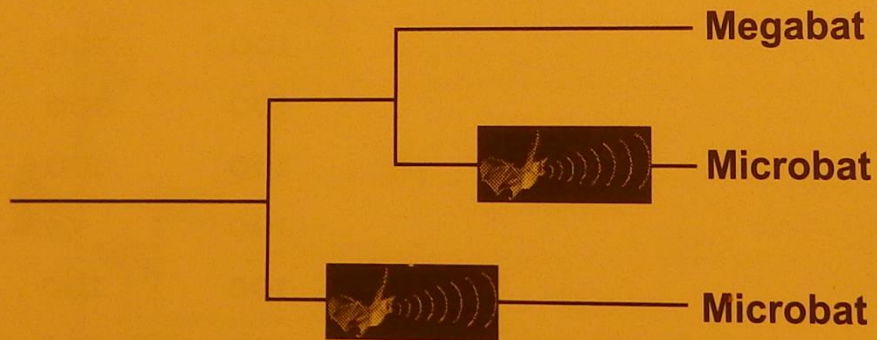
Otázka vzniku echolokace

(A) Scenario 1



Echolocation was gained once but was lost in megabats

(B) Scenario 2

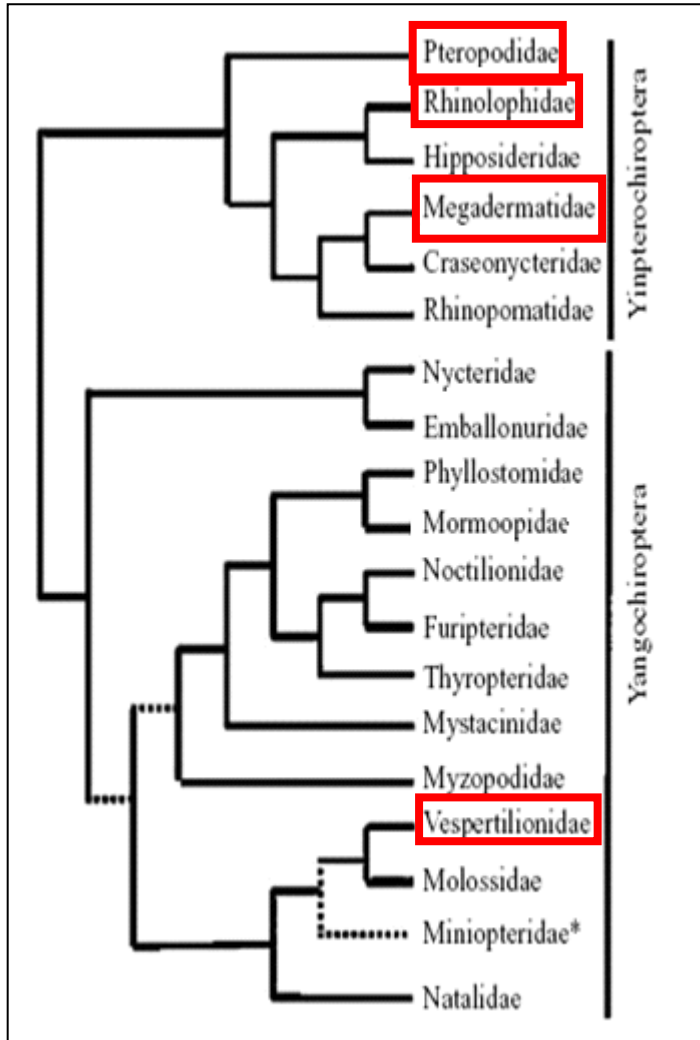


Echolocation was gained convergently at least more than once in bats

echolokační gen FOXP2 – velmi variabilní (vocal learning gen u člověka a ptáků)



konvergentní evoluce mezi vrápenci, pavrápenci a kytovci (Odontoceti)



Megadermatidae (Old World false vampire bats)



Photo by G. Jones



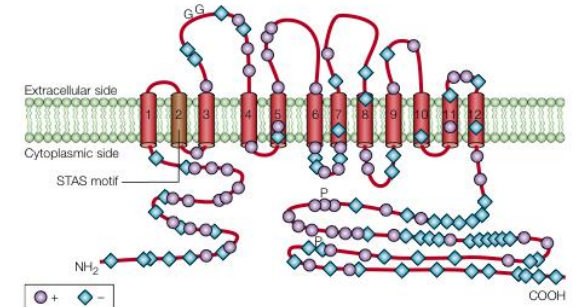
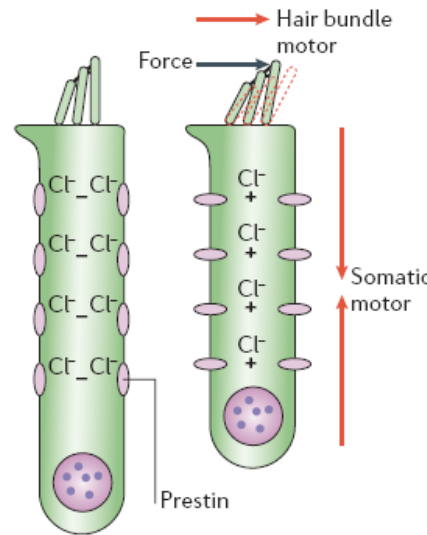
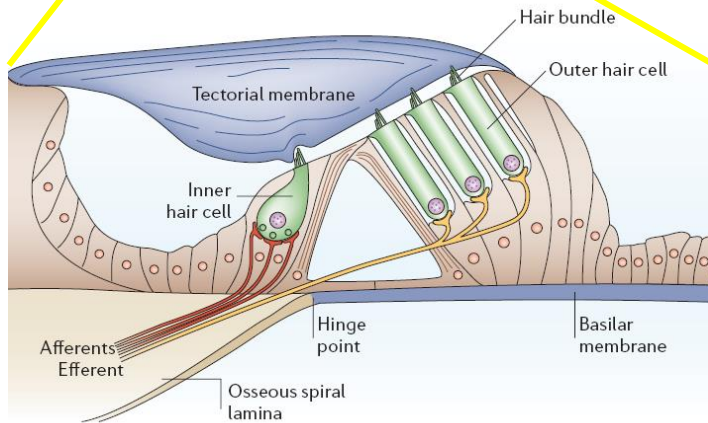
Prestin is the motor protein of cochlear outer hair cells

Jing Zheng*, Weixing Shen*, David Z. Z. He*, Kevin B. Long†, Laird D. Madison† & Peter Dallos*

* Auditory Physiology Laboratory (The Hugh Knowles Center), Departments of Neurobiology and Physiology and Communication Sciences and Disorders, Northwestern University, Evanston, Illinois 60208, USA

† Center for Endocrinology, Metabolism, and Molecular Medicine, Department of Medicine, Northwestern University Medical School, Chicago, Illinois 60611, USA

The outer and inner hair cells of the mammalian cochlea perform different functions. In response to changes in membrane potential, the cylindrical outer hair cell rapidly alters its length and stiffness. These mechanical changes, driven by putative molecular motors, are assumed to produce amplification of vibrations in the cochlea that are transduced by inner hair cells. Here we have identified an abundant complementary DNA from a gene, designated *Prestin*, which is specifically expressed in outer hair cells. Regions of the encoded protein show moderate sequence similarity to pendrin and related sulphate/anion transport proteins. Voltage-induced shape changes can be elicited in cultured human kidney cells that express prestin. The mechanical response of outer hair cells to voltage change is accompanied by a 'gating current', which is manifested as nonlinear capacitance. We also demonstrate this nonlinear capacitance in transfected kidney cells. We conclude that prestin is the motor protein of the cochlear outer hair cell.



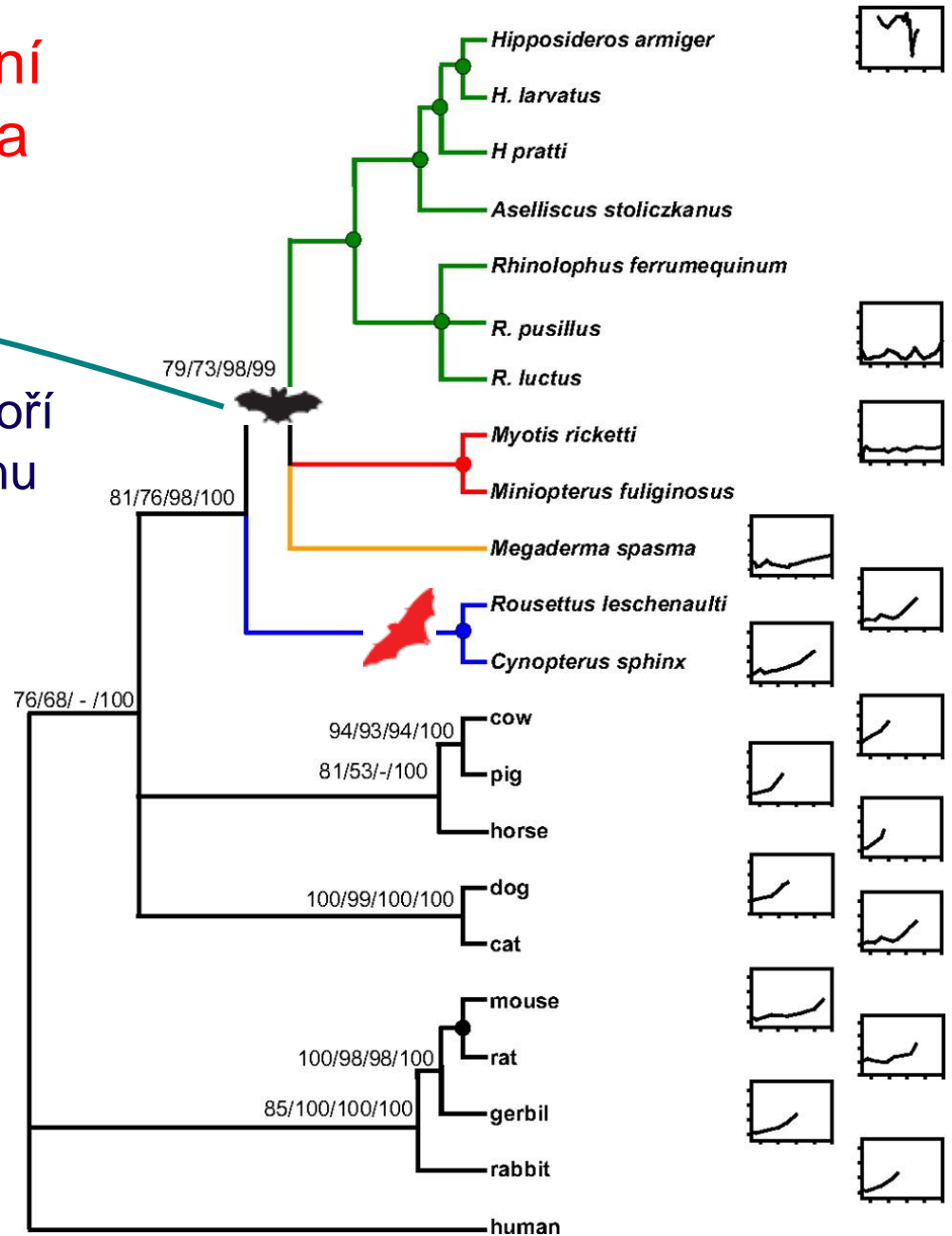
Record holder for highest frequency contraction of a motor protein

Prestin – bazální rozdělení na Mega a Microchiroptera

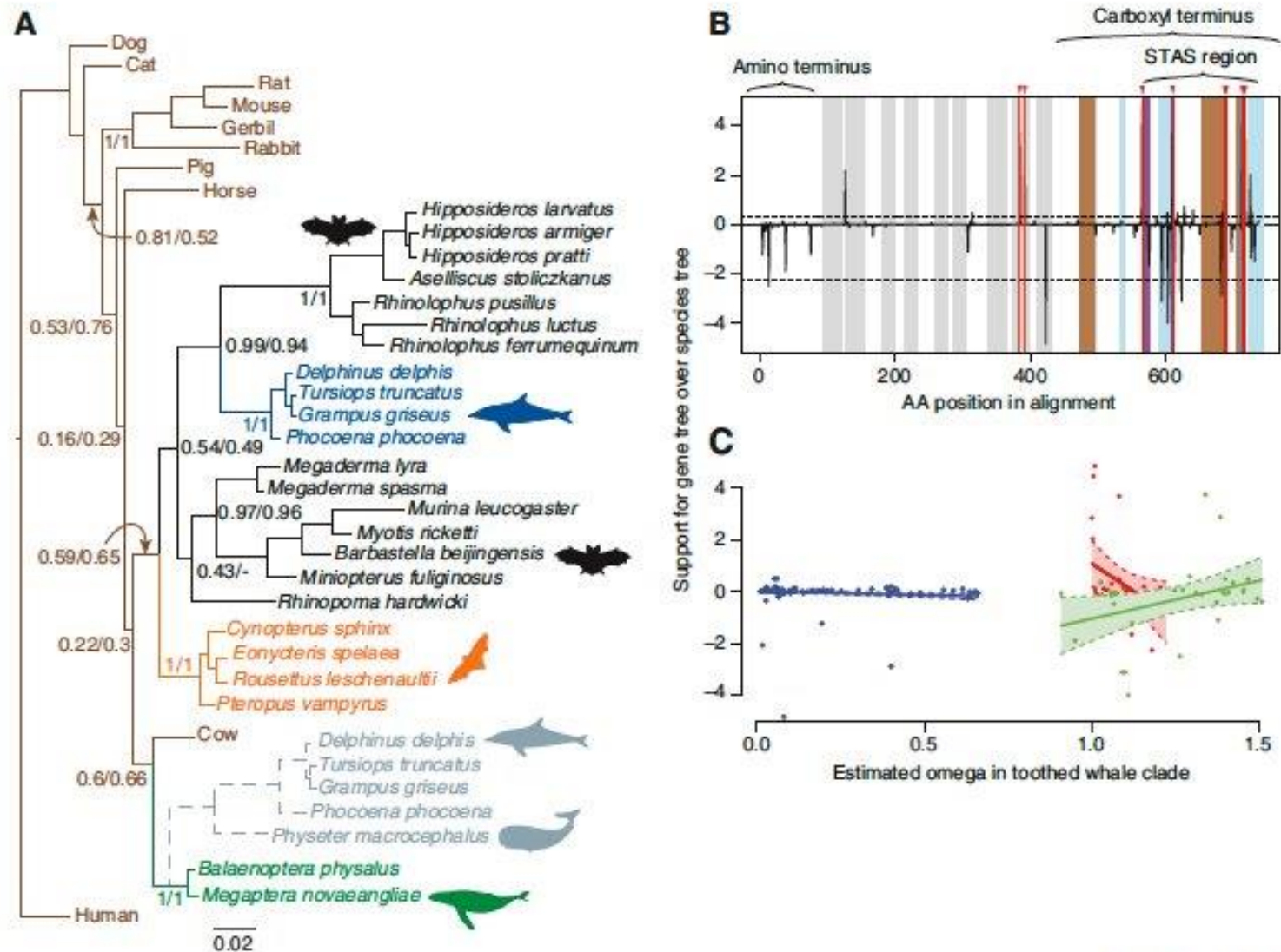
echolokující letouni tvoří monofyletickou skupinu

Prestin kodující gen u 22 savců, genetický strom

Vyplněný kroužek označuje 100% podporu napříč metodami a záporné znaménko (-) značí nedostatek podpory pro konkrétní metodu. Do rodu Yinpterochiroptera patří netopýři CF (zeleně), *Megaderma* (oranžově) a kaloňi Starého světa (modře), oba druhy rodu Yangochiroptera červené.

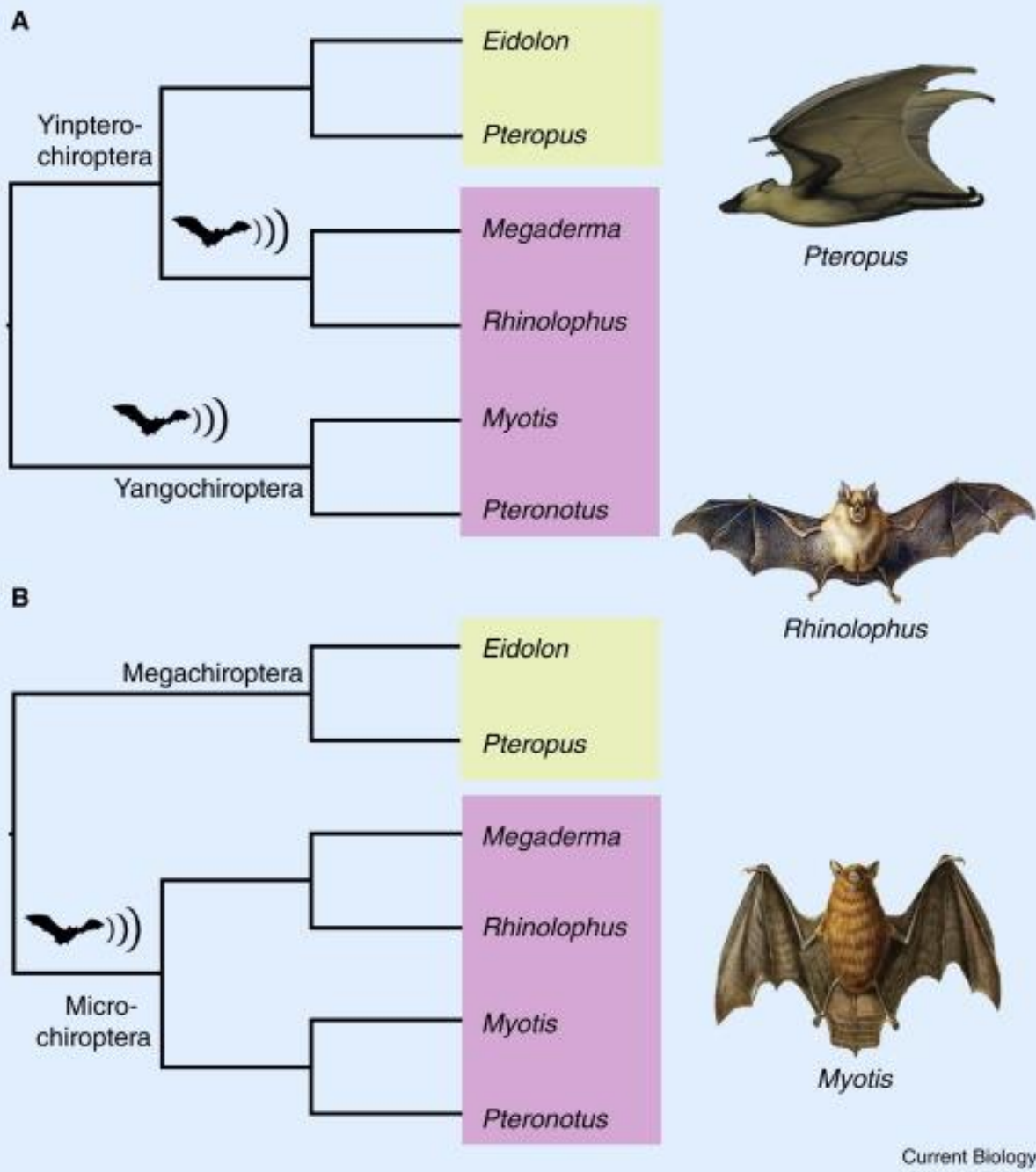


delfíni a sviňuchy sdílejí nejméně 14 odvozených aminokyselin v prestinu s echolokujícími netopýry FM, včetně 10 sdílených s vysoce specializovanými netopýry CF



Current Biology

Figure 1. Evidence of sequence convergence in the *Prestin* gene between dolphins and bats.



From the ultrasonic to the infrared: molecular evolution and the sensory biology of bats

Gareth Jones^{1*}, Emma C. Teeling² and Stephen J. Rossiter³






¹ School of Biological Sciences, University of Bristol, Bristol, UK
² LCD School of Biology and Environmental Science, University College Dublin, Dublin, Ireland
³ School of Biological and Chemical Sciences, Queen Mary University of London, London, UK

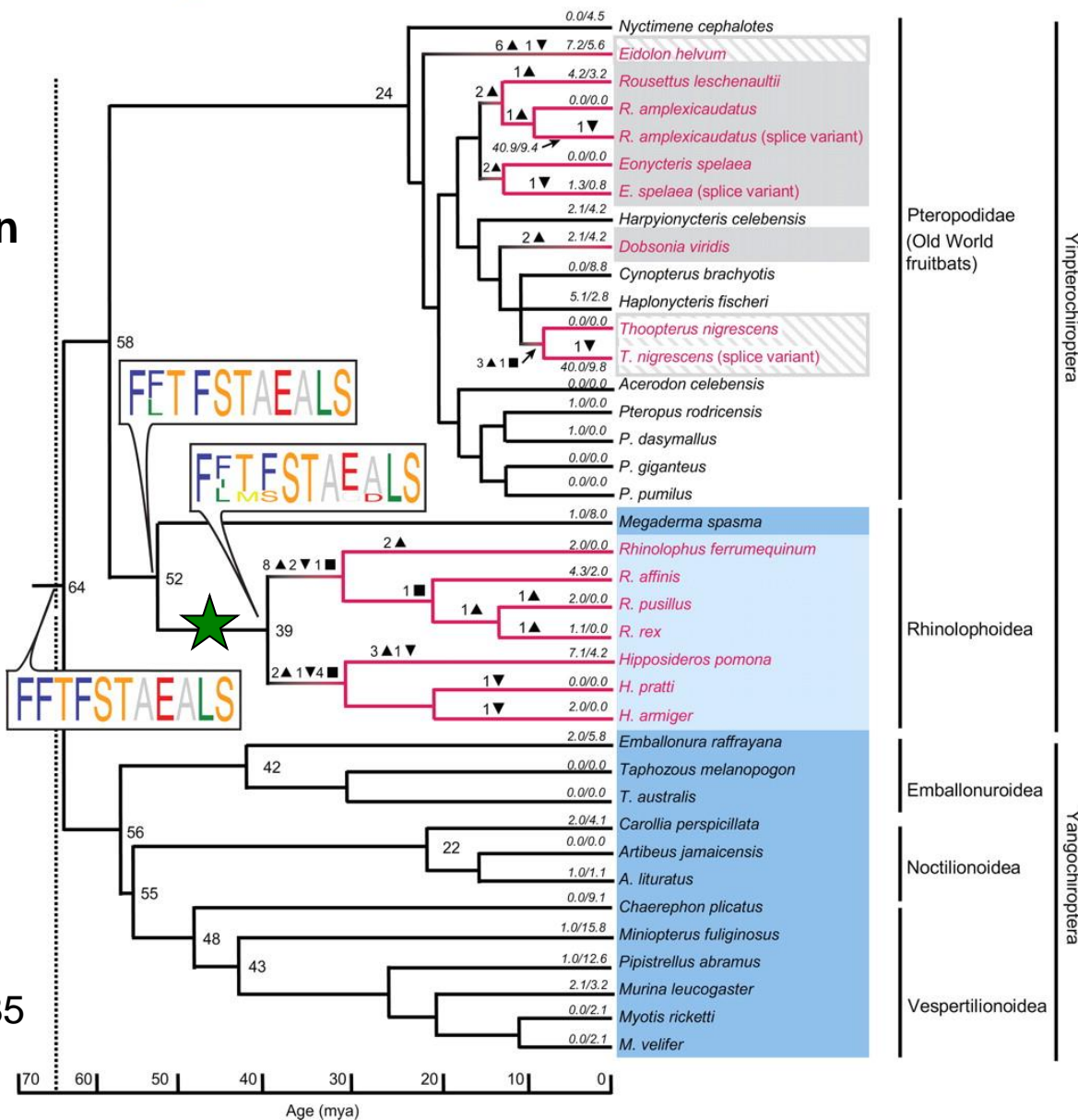
geny kódující rhodopsin a opsin
(citlivý na dlouhé a krátké vlny)

Ale..ty geny co kódují opsin
citlivé na **krátké vlny**

jsou u rhinolophoidních netopýrů
(vysokofrekvenční echolokace)
nefunkční

trade-off mezi
zrakem a sluchem

-  Roosts in caves
 -  Roosts in caves or trees (*Eidolon*) or roosting ecology not known (*Thoopterus*)
 -  Roosts in trees
 -  Low-duty-cycle echolocation
 -  High-duty-cycle echolocation
- Fruit bat roosting ecology
- Mode of laryngeal echolocation



Zhao *et al.* (2009) PNAS 106: 8980-8985

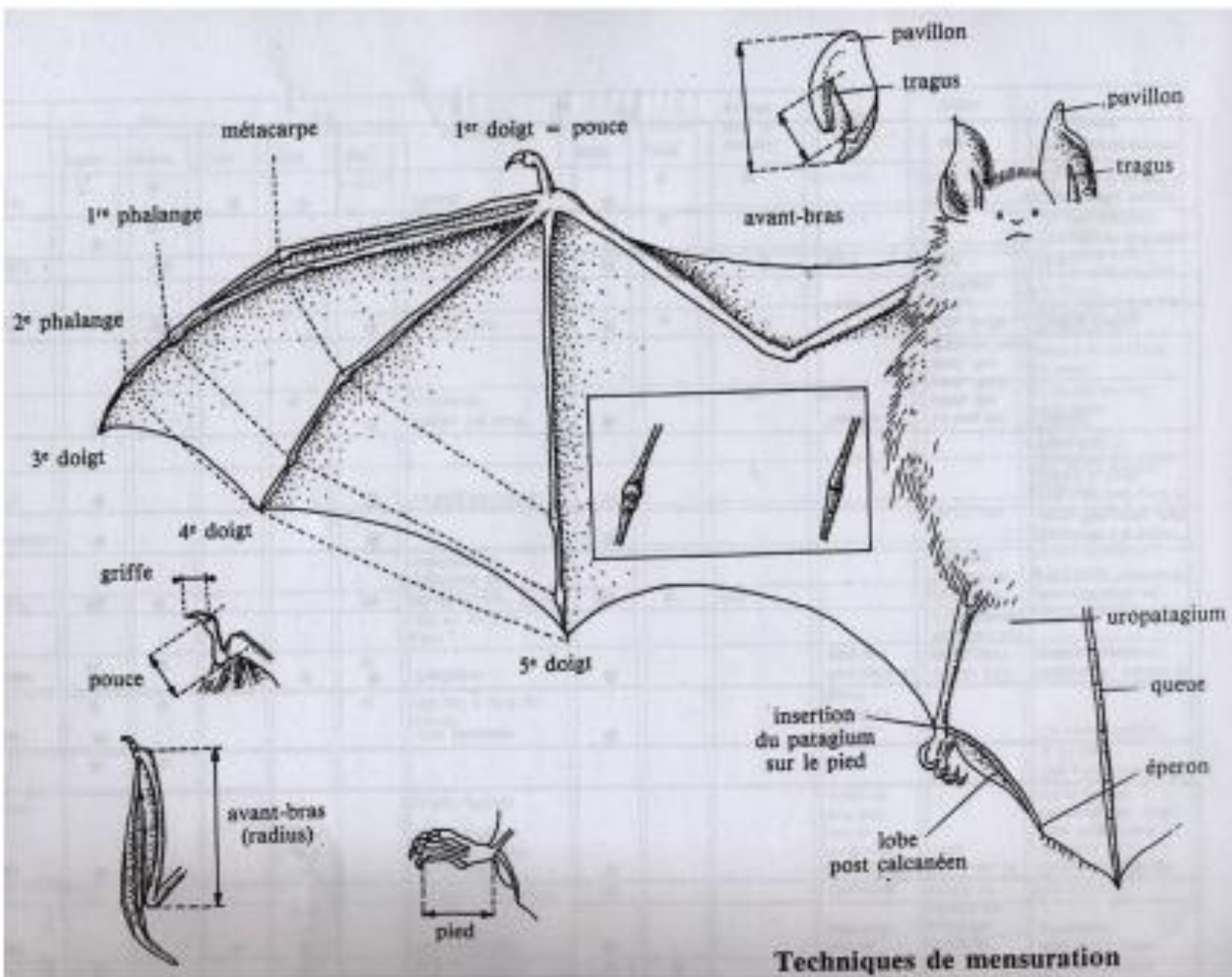
Zpět k morfologii

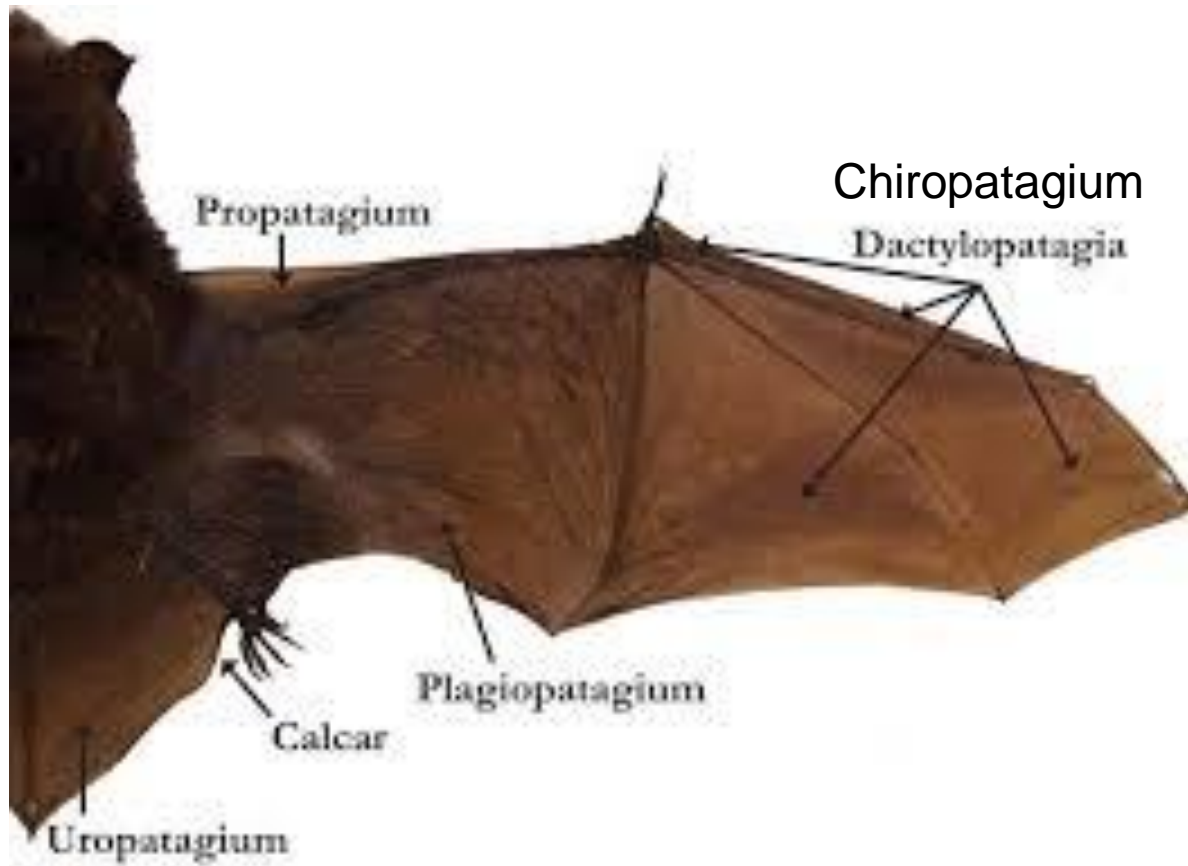


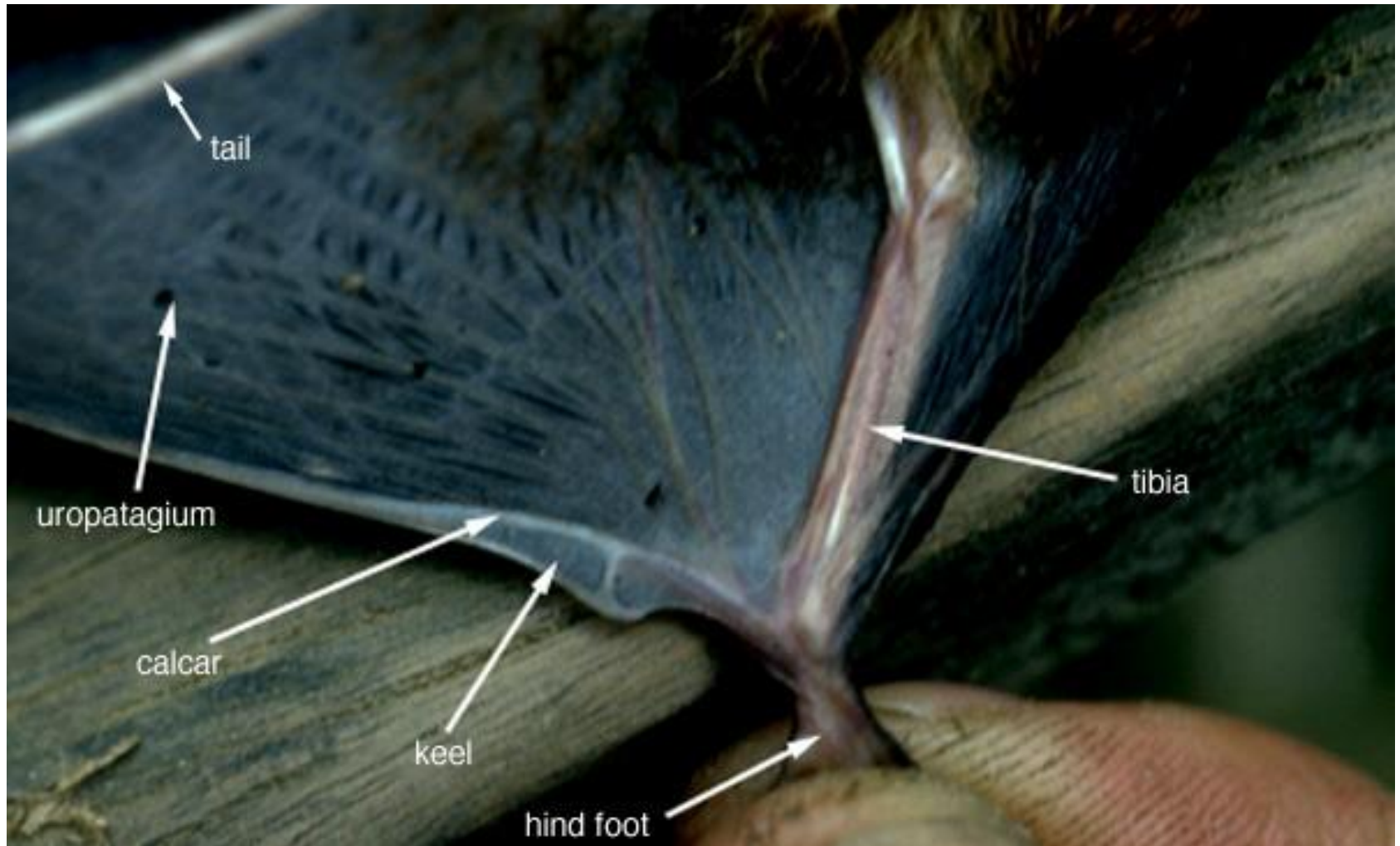
letouni (*Chiroptera*)

adaptace k letu

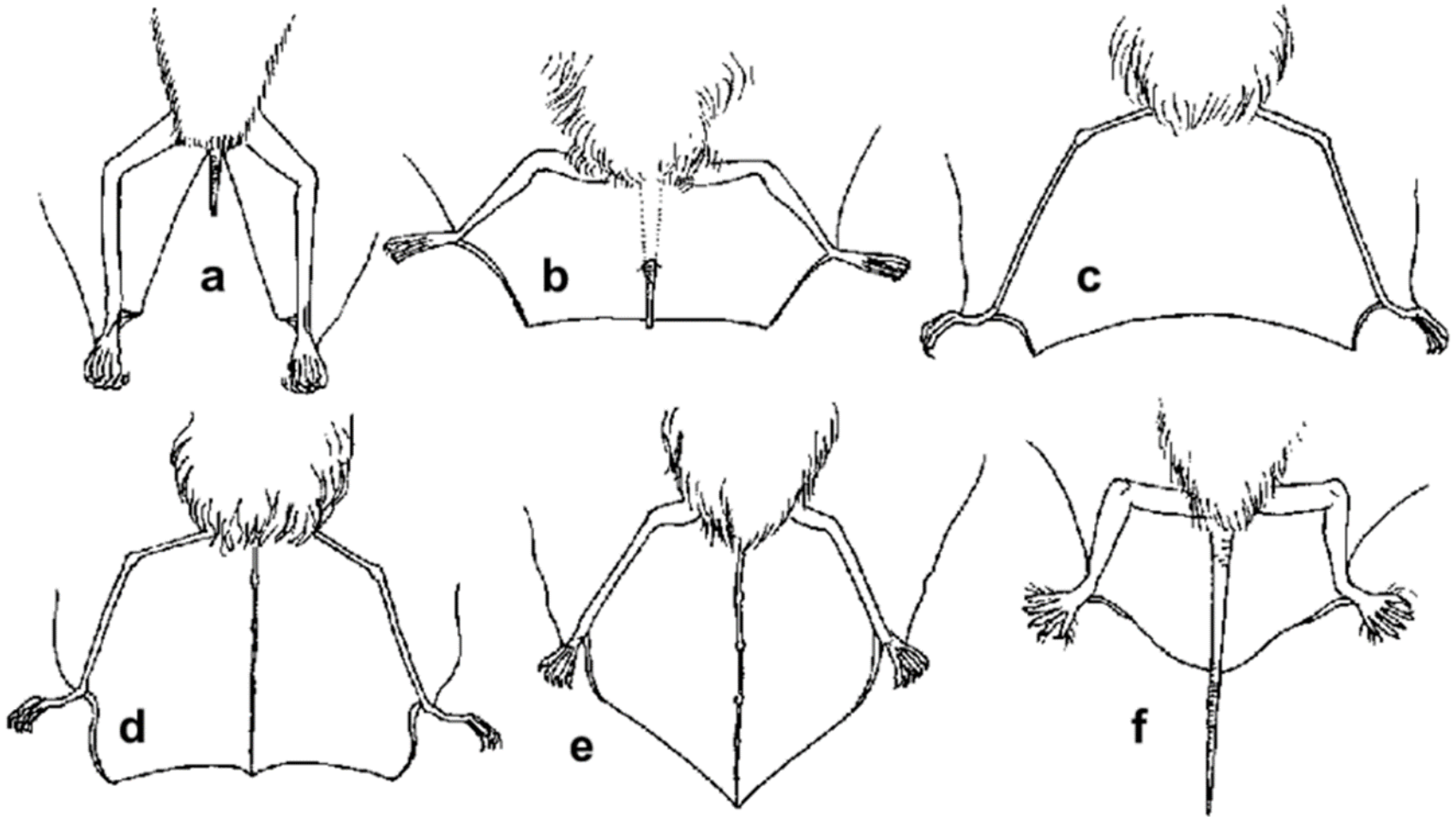
- přední končetina přeměněna v křídlo – kožní blána mezi předními a zadními končetinami (a ocasem), protažené články 2. a 3. prstu – kostra křídel
- zadní tlapky – k závěsu, pata směřuje dopředu







Keel (epiblema)



Structure of the interfemoral membrane (uropatagium) in Vietnamese bats (dorsal view). a) Pteropodidae (Eonycteris); b) Emballonuridae (Taphozous); c) Megadermatidae (Megaderma); d) Rhinolophidae (Rhinolophus); e) Vespertilionidae (Scotomanes); f) Molossidae (Chaerephon).

Cheiromeles torquatus (morous lysý)

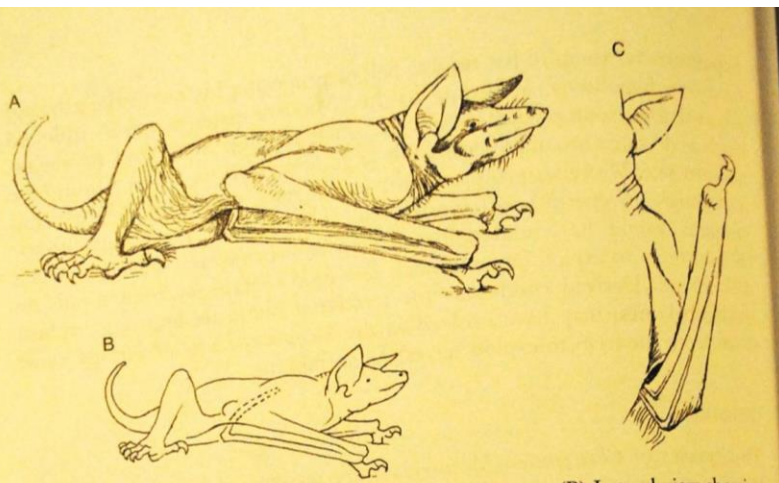


Figure 8.3 (A) Quadrupedal stance of *Cheiromeles torquatus*. (B) Lateral view showing the position of the phalanges III and IV inserted into the subaxillary "pouch." (C) Ventral view.

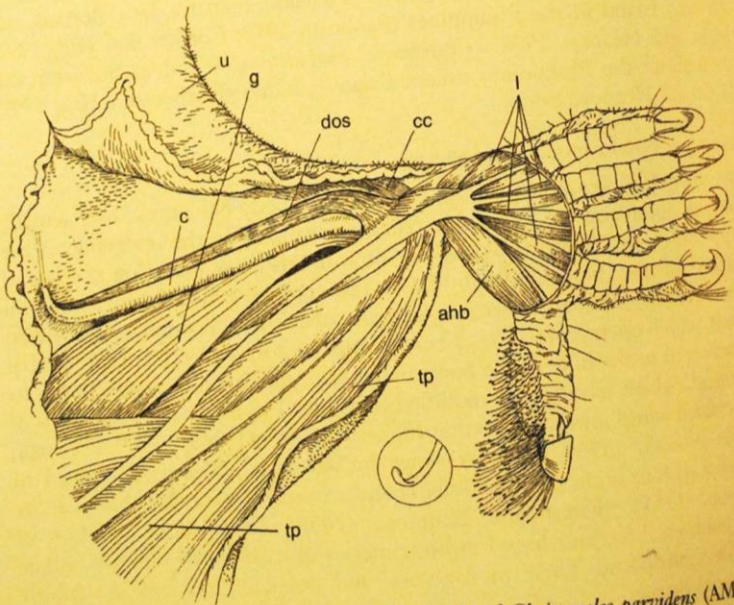
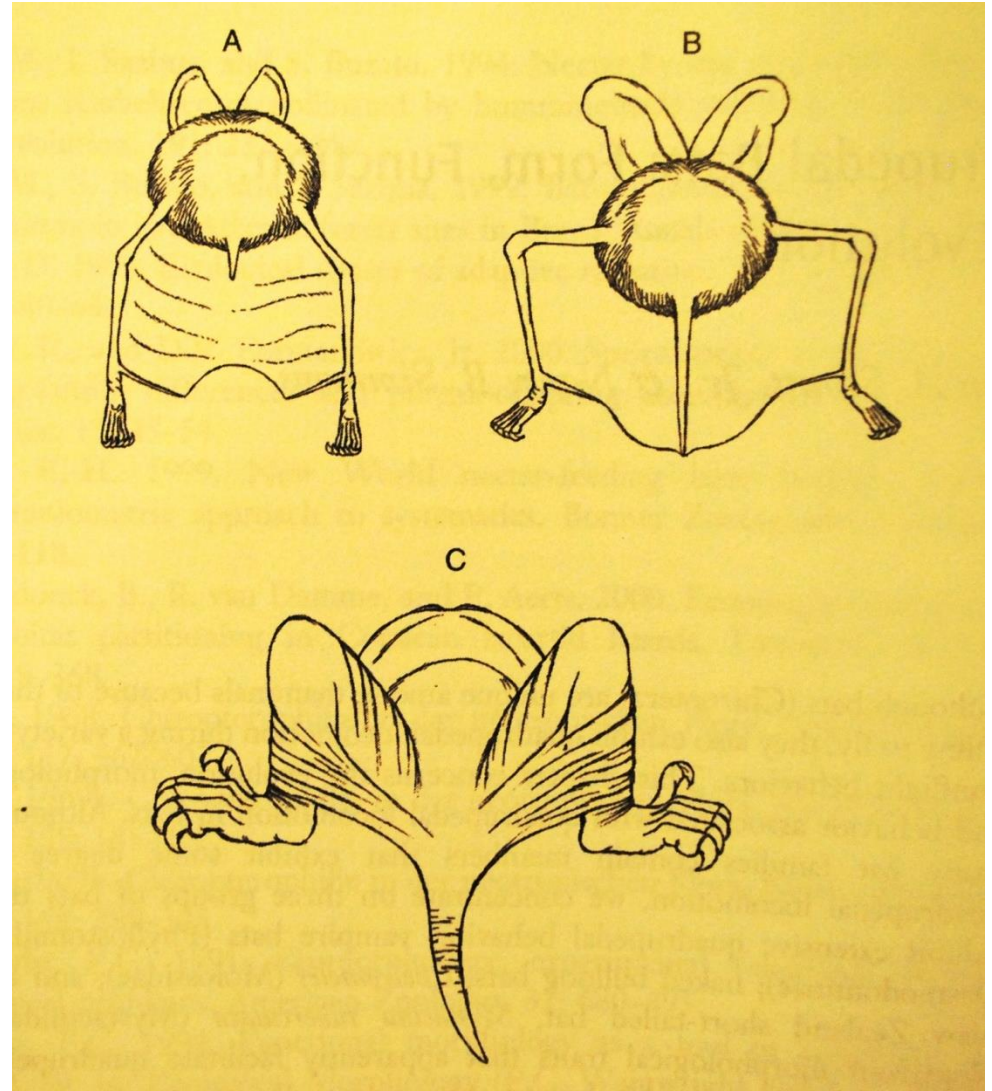
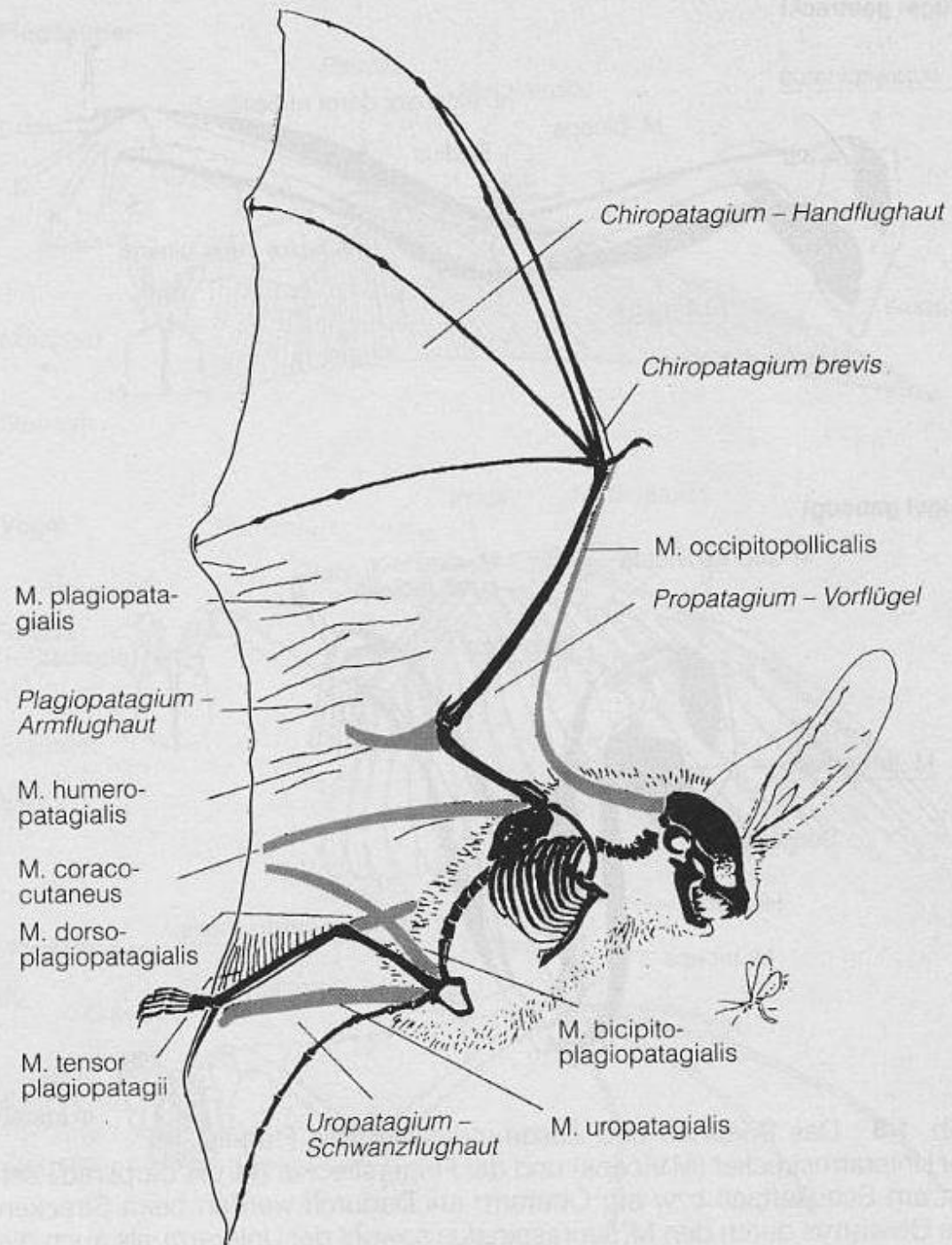


Figure 8.4 Plantar view of the dissected hindlimb of *Cheiromeles parvidens* (AM 241941). Note the position of the calcar, the opposable hallux (digit I), and spatulate bristles on digit I. The fascia binding the calcar to m. gastrocnemius has been removed. ahb, m. abductor hallucis brevis; c, calcar; cc, m. calcaneo-cutaneus; dos, m. depressor ossis styliformis; g, m. gastrocnemius; l, mm. lumbricales; tp, m. plagiopatagii; u, uropatagium.



svalstvo zadní končetiny

svalstvo



1853
K.F. & Co. - 1107
Commersonia maritima
H.F.
of Natural History
T.F.
St. Mori
1853



Sharon M. Schwartz

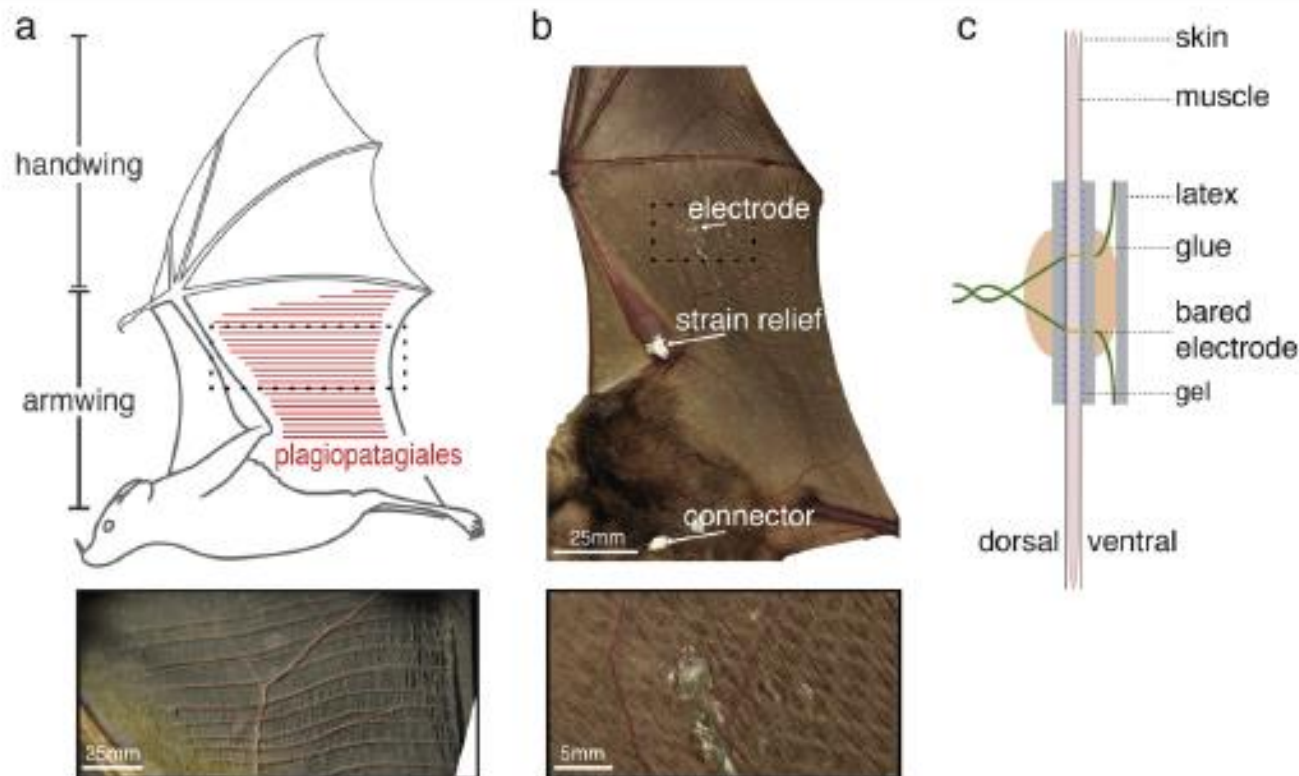


Figure 1. (a) Illustration of lateral view of flying bat at beginning of downstroke indicating location and orientation of the plagiopatagiales muscles. Dashed rectangle is location of plagiopatagiales photo, below, from a large pteropodid bat (*Eidolon helvum*; ~275 g). (b) *Arúbeus jamaicensis* experimental subject following EMG electrode implantation. The electrode was anchored to the back and forearm. At the forearm, the electrode wire was looped to allow for strain-free displacement. During experiments, the electrode was connected to a shielded cable running to an amplifier. Dashed rectangle is location of higher magnification photo below. (c) Design of EMG electrode as implanted in a wing cross-section.

plagiopatagiales proprii zvyšují tuhost membrány a snižují její deformaci, netopýr je může aktivovat synchronně, k maximalizaci sil (jeden je příliš slabý).

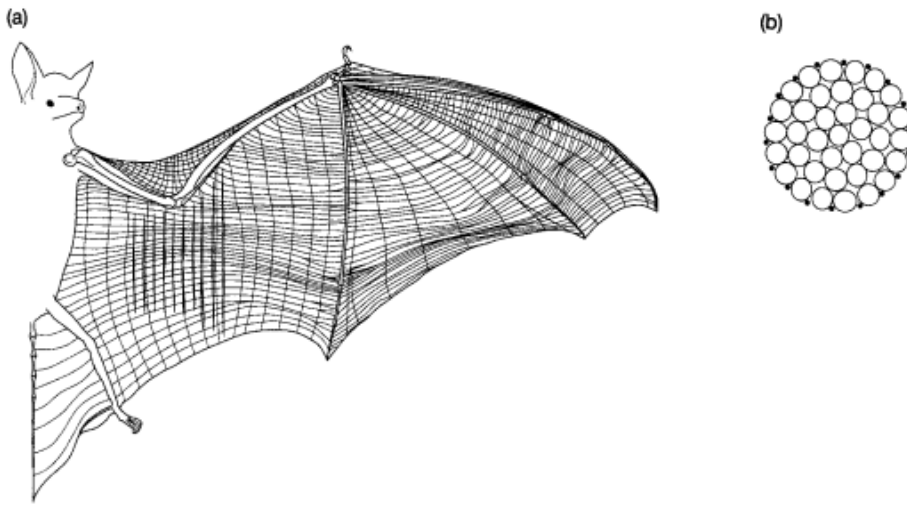


FIG. 2. (a) The layout of fibre bundles in a typical bat wing; craniocaudally running plagiopatagiales muscles are also illustrated. The details of this pattern vary among bat species. (b) Schematic of a cross-section through a typical wing membrane network fibre bundle; white fibres are elastin; black fibres are collagen (adapted from Holbrook & Odland, 1978).

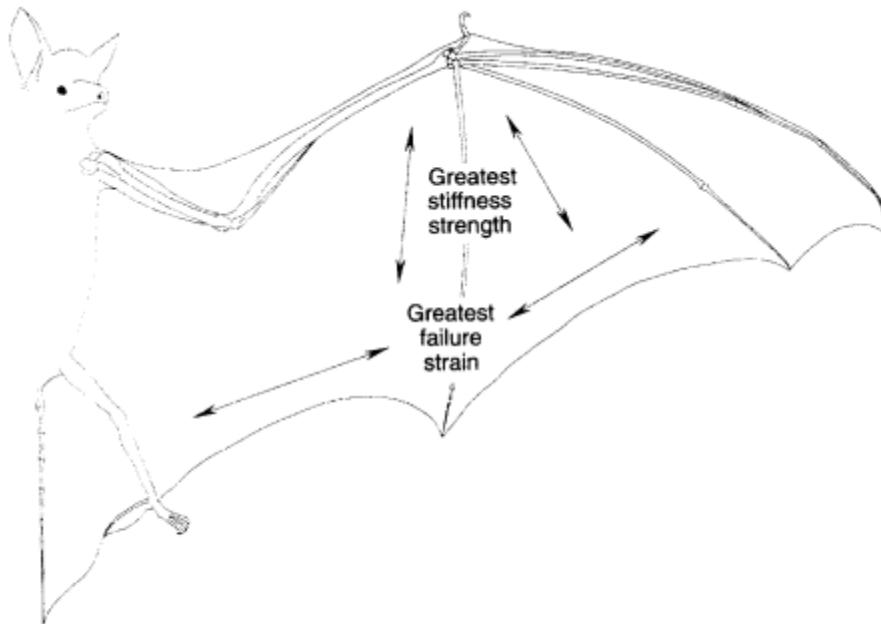


FIG. 7. Schematic of anisotropic variation in mechanical properties related to the wing's anatomical framework. Modulus, strength, maximum, and cross-sectional area are greatest parallel to the fifth digit; failure strain, in contrast, is greatest perpendicular to the fifth digit.

Přítomnost kolagenových vláken

Podél 5. prstu, největší síla a tuhost vláken

Na okraji největší odolnost proti protržení

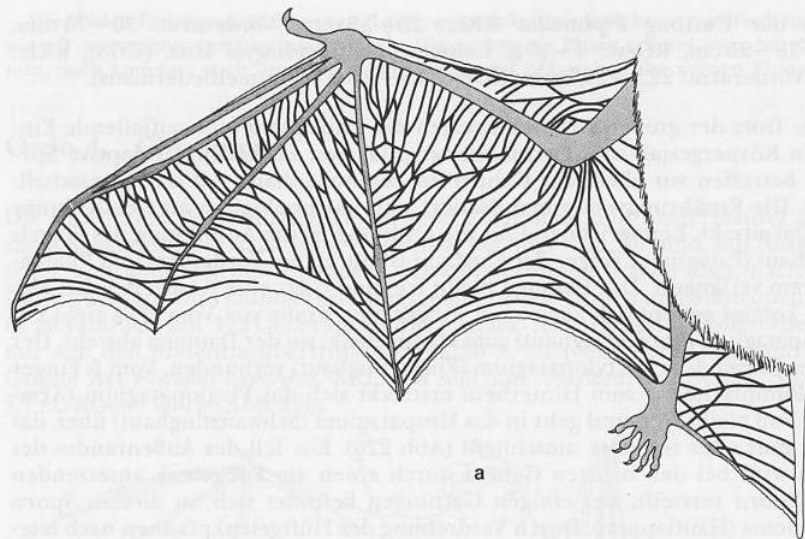
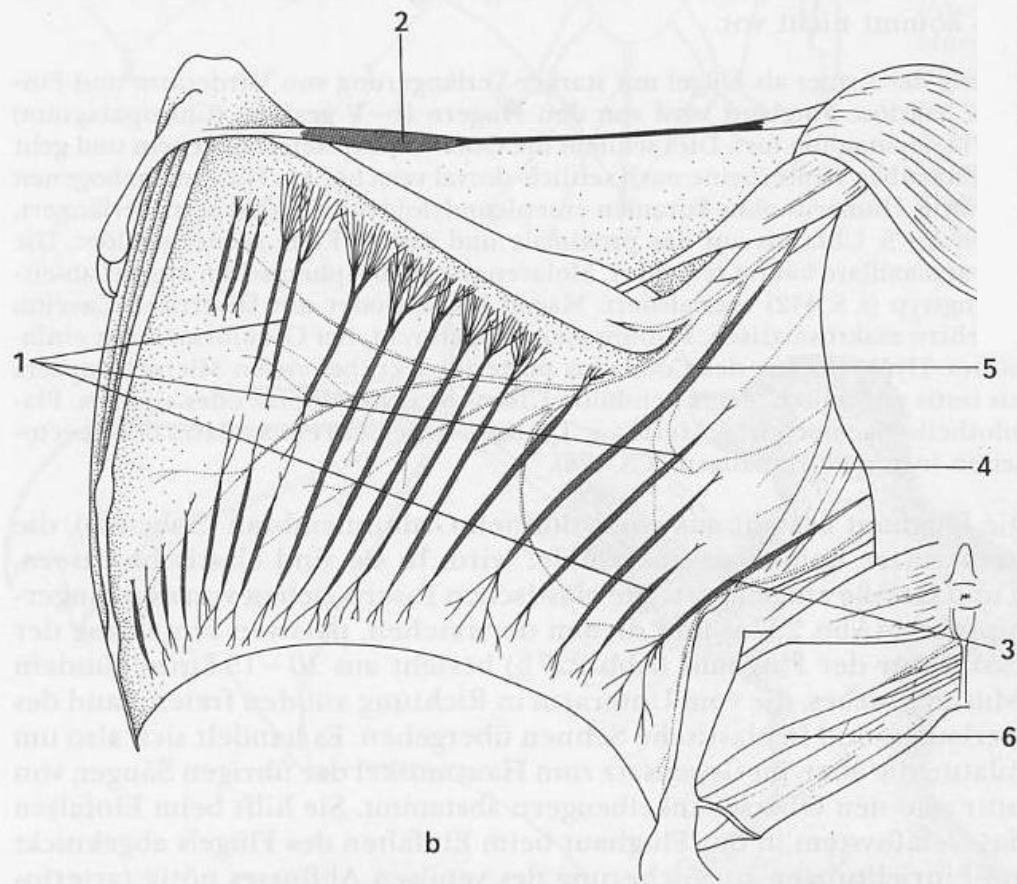
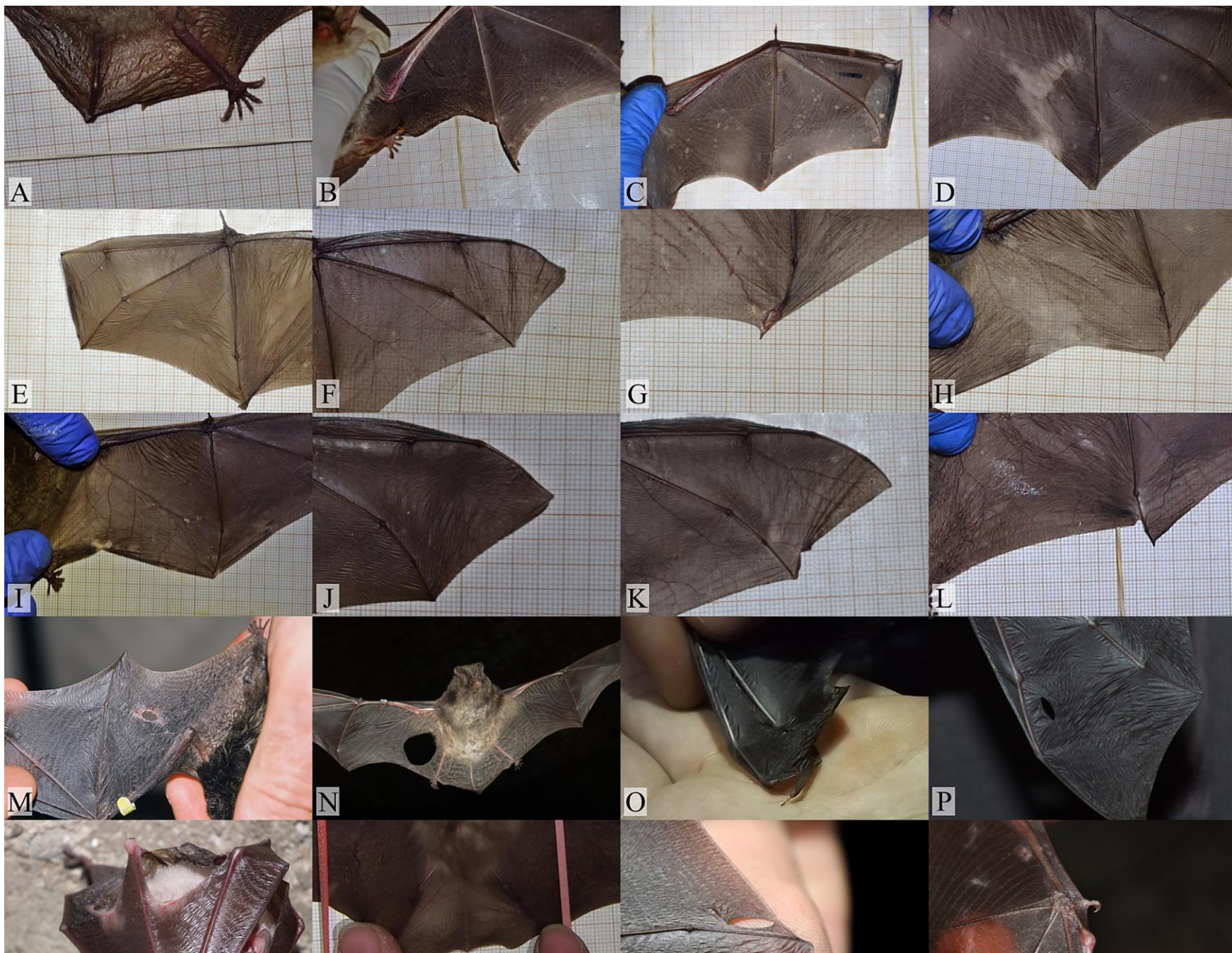


Abb. 227. a) *Vespertilio murinus* (Microchiroptera, Vespertilionidae). Darstellung der elastischen Balken in der Flughaut, b) *Pteropus spec.* (Megachiroptera), Muskulatur der Flughaut. Nach SCHUMACHER 1932.

1. Mm. plagiopatagii proprii, 2. M. propatagialis mit Sehne, 3. M. dorsoplagiopatagialis, 4. M. bicipitoplagiopatagialis, 5. M. coracoplagiopatagialis, 6. M. uropatagialis.

Kožní membrána



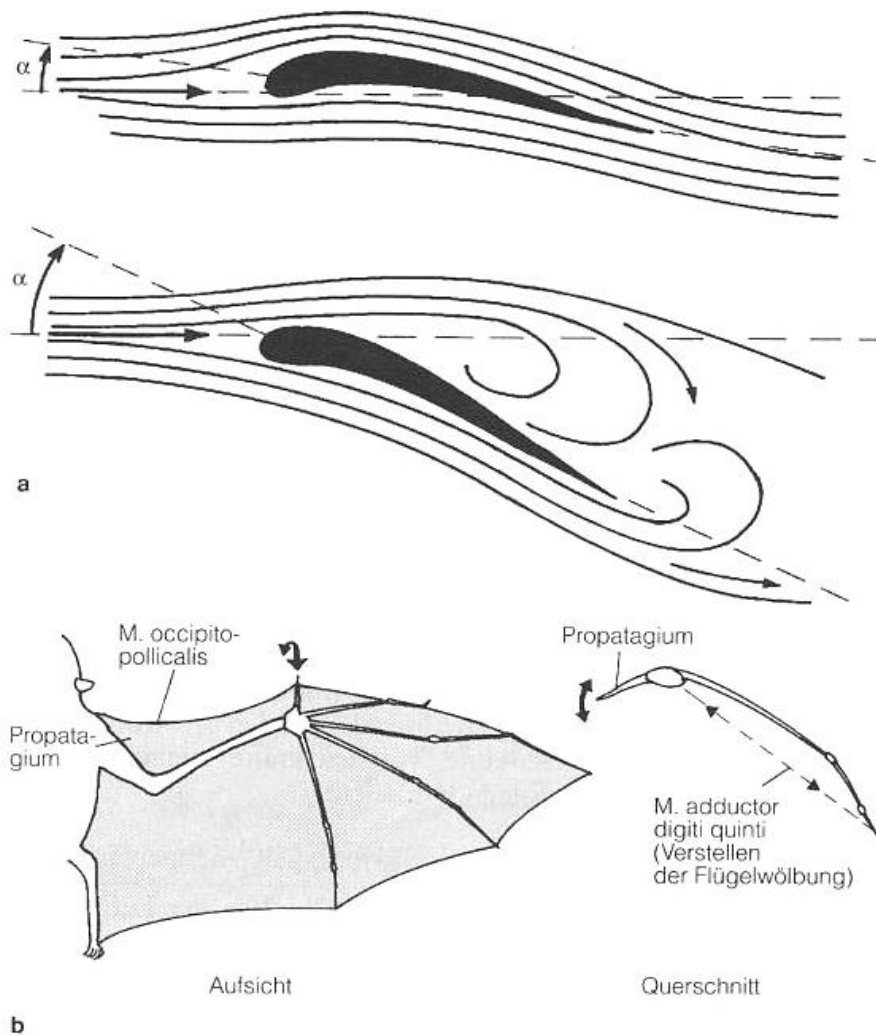
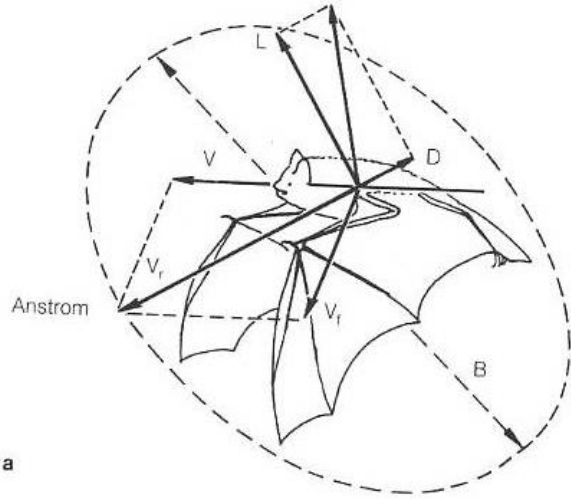
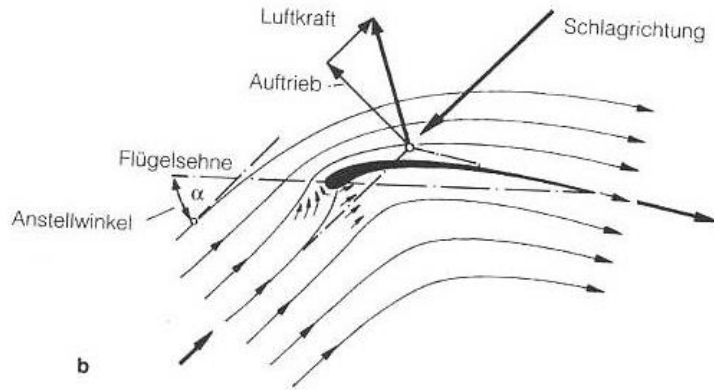


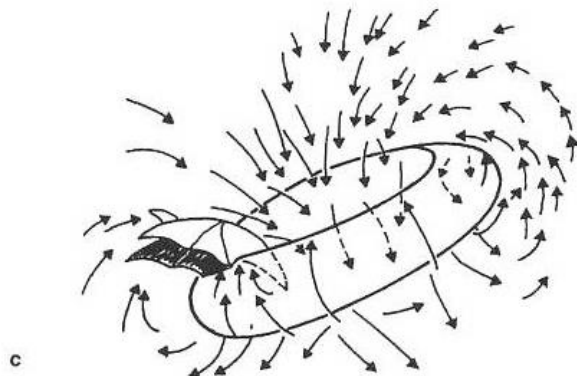
Abb. 1.11 Laminarer Luftstrom a: Laminarer Luftstrom bei flachem Anstellwinkel (oberes Bild) und Abreißen der Luftgrenzschicht durch Wirbelbildungen am Heck bei steilem Anstellwinkel (unteres Bild).
 b) Durch eine verstellbare „Flügel Nase“ kann das Abreißen auch bei steilem Anstellwinkel verhindert werden. Fledermäuse haben mit dem Propatagium (Vorflügel) eine solche Flügel Nase, deren Neigung durch die Stellung des Daumens verstellbar werden kann (Doppelpfeil). Der M.occipitopollicalis bildet dabei die harte Vorderkante der Flügel Nase. Die Flügelwölbung kann zusätzlich durch den Zug des M.adductor digiti quinti erhöht werden. Nach J.M.V.Rayner 1981 und C. J. Pennycuick 1971.



a



b



c

Das Abreißen des laminaren Luftstroms

An der Flügelfläche entsteht durch die Reibung eine Luftschicht verminderter Geschwindigkeit, die sogenannte Grenzschicht. Damit die Auftriebskräfte wirksam werden, muß diese Grenzschicht auf der Flügeloberfläche haften. Die Gefahr des Abreißen besteht, wenn der Flügel zu steil in den Wind steht (Abb. 1.11a), oder wenn ein Druckstau am Hinterflügel die Luft von der Flughaut drängt. Im Horizontalflug ist der Druck auf den Flügel vorne am Bug am größten. Am Scheitelpunkt der Flügelwölbung, wo die Umströmungsgeschwindigkeit am größten ist, erreicht der Druck ein Minimum. Am Heck erzeugt die der Flügelunterseite hochgespülte Luft einen höheren Druck, durch den die laminar strömende Grenzschicht aufgestaut und von der Flughaut abgedrängt werden kann.

Aus strömungstechnischen Gründen muß der Anstellwinkel flach bleiben, da bei steiler Flügelstellung die Luftströmung von der Flügeloberseite abreißen kann (Abb. 1.11).

Reynolds-Zahl. Die Gefahr des „laminaren Abreißen“ ist beim Fledermausflug besonders akut. Das hängt mit der sogenannten Reynolds-Zahl zusammen, die das Verhältnis der auf den Flügel einwirkenden Zähigkeits- und Trägheitskräfte zueinander ausdrückt. Sie berechnet sich folgendermaßen:

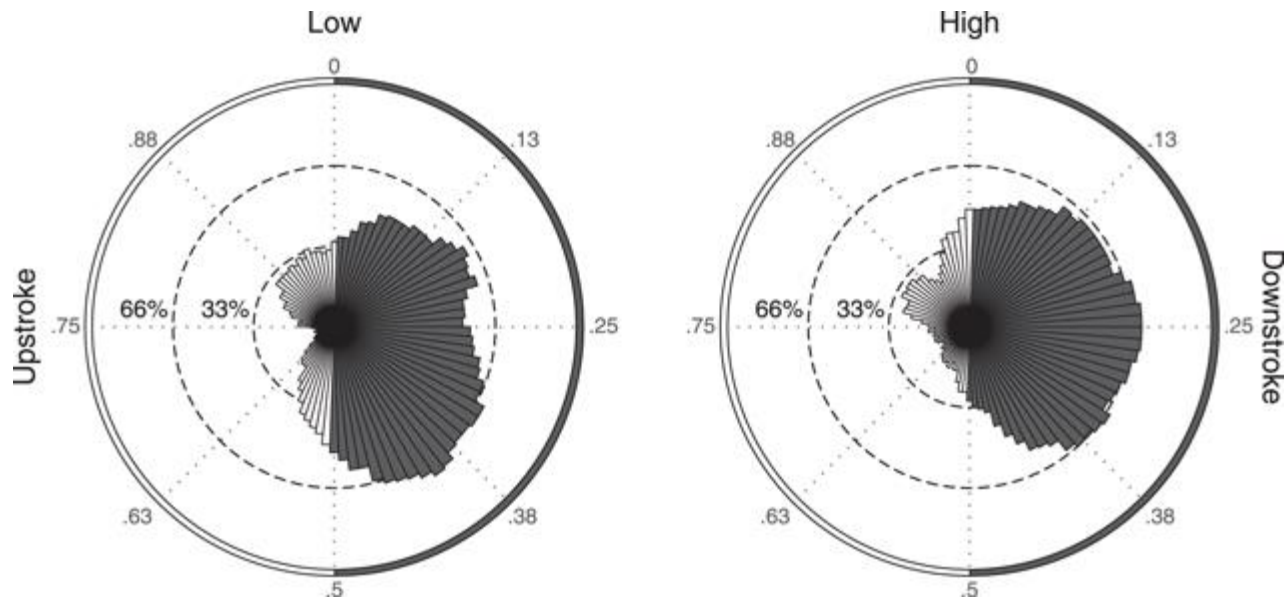
$$\text{Reynolds-Zahl} = \frac{\text{Anströmgeschwindigkeit} \cdot \text{Sehnenlänge}}{\text{kinematische Zähigkeit der Luft}}$$

Abb. 1.10 Aerodynamik beim Horizontalflug.

a) Entstehung von Hub und Schub durch den Flügelschlag. D Luftkraft, A Auftrieb, R Luftkraft, V Fluggeschwindigkeit, V_r Geschw. des Flügels, V_r resultierende Geschwindigkeit. Der Durchmesser der Flügelscheitelchelte (Oval) entspricht der Flügelspannweite B.

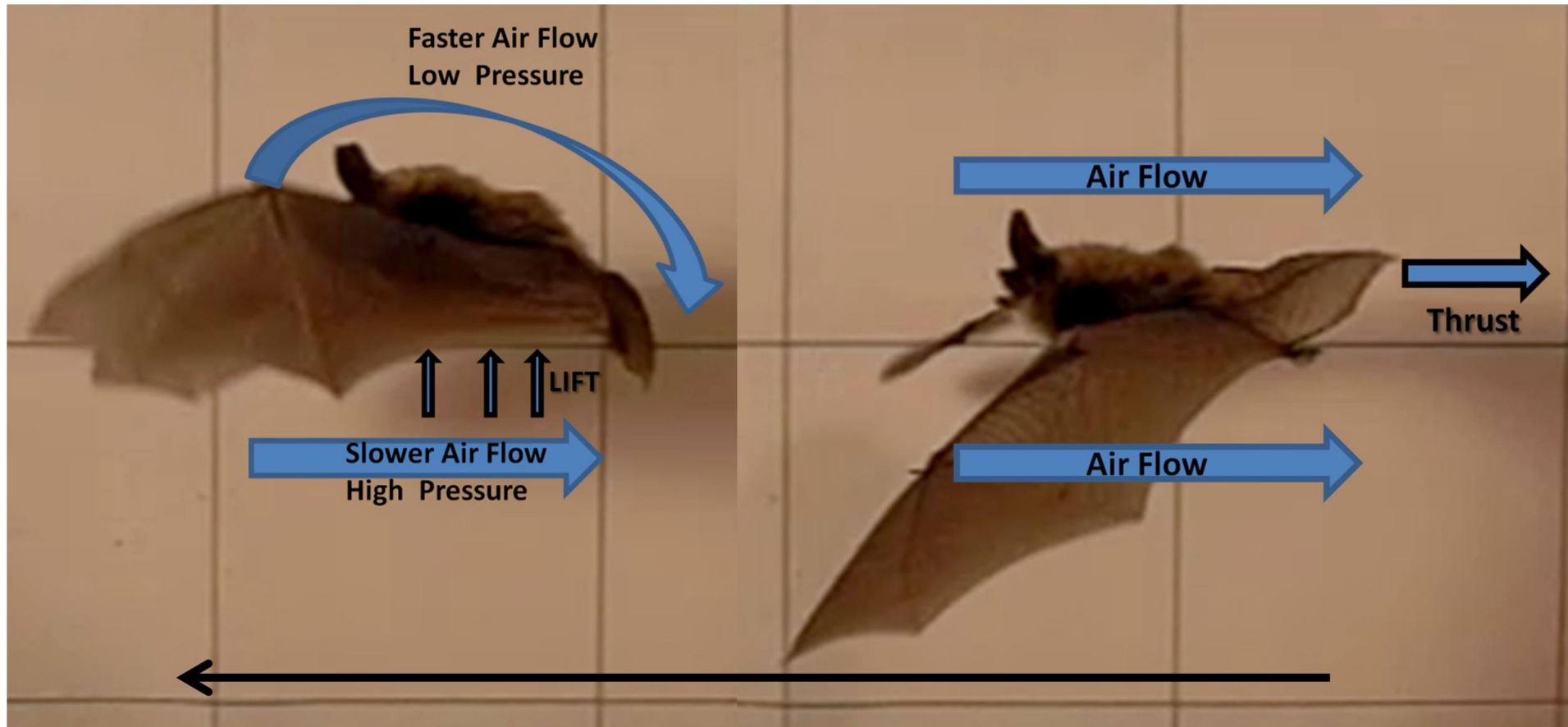
b) Erzeugung von Luftkraft am angeströmten Profil der „gewölbten“ Flügeloberseite (nach Hertel).

c) Luftwirbel, die eine mit 1,5 m/s fliegende Fledermaus (Plecotus Vespertilionidae) beim Abschlag erzeugt. Das Tier „reitet“ auf der Oberseite des schräg nach hinten und unten gerichteten Wirbelschlauches. (a nach U. Norberg 1986, b nach H. Hertel 1963, c nach J. M. V. Rayne und A. Thomas 1986).



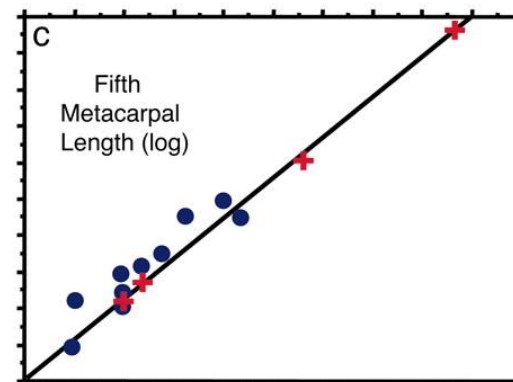
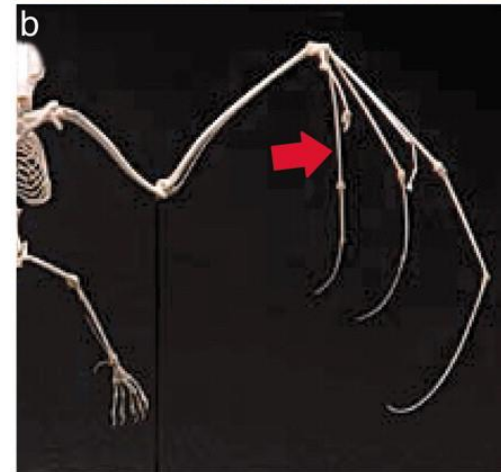
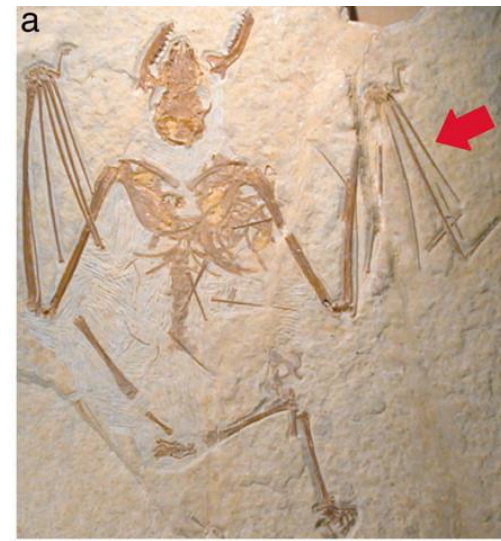
rozložení aktivity během cyklu úderů křídel při letu nízkou (vlevo) a vysokou (vpravo) rychlostí (průměr 2,2 a 5,5 m/s). Výška sloupce udává procento úderů křídel, které vykazovaly aktivitu během dané části cyklu úderů křídel. Šedé sloupce označují tah dolů.

aktivita svalů se zvýšila mezi konci tahu nahoru a na začátku tahu dolů. Důsledkem je snížení pasivní deformace membrány



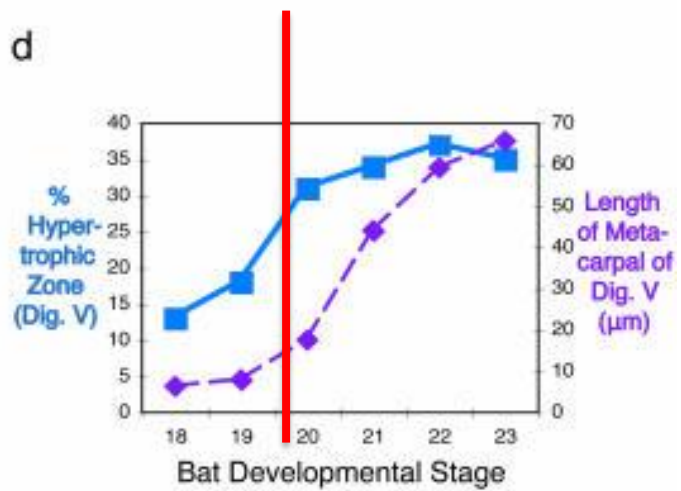
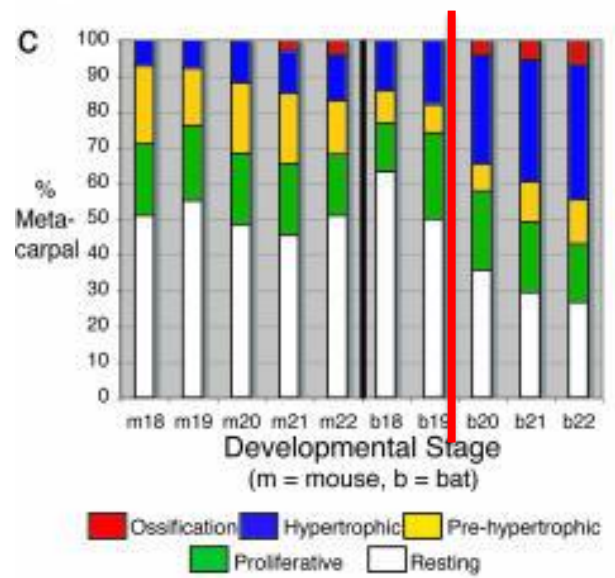
Délka prstů se nezměnila zásadně po dobu 50 milionů let

- (a) *Icaronycteris index* (exemplář č. 125000 Amerického přírodovědného muzea), což je 50 milionů let stará fosilie netopýra. Dochovaná kostra dospělého netopýra. Metakarpy (červené šipky) prvních fosilních netopýrů jsou již prodloužené a velmi se podobají moderním netopýrům.
- (b) Výsledky regresní analýzy logaritmu délky pátého metakarpu versus zástupný ukazatel velikosti těla (PC1).
- (c) Vyhynulí netopýři jsou označeni červenými křížky a moderní netopýři modrými kroužky. Jejich metakarpy mají podobnou relativní délku.



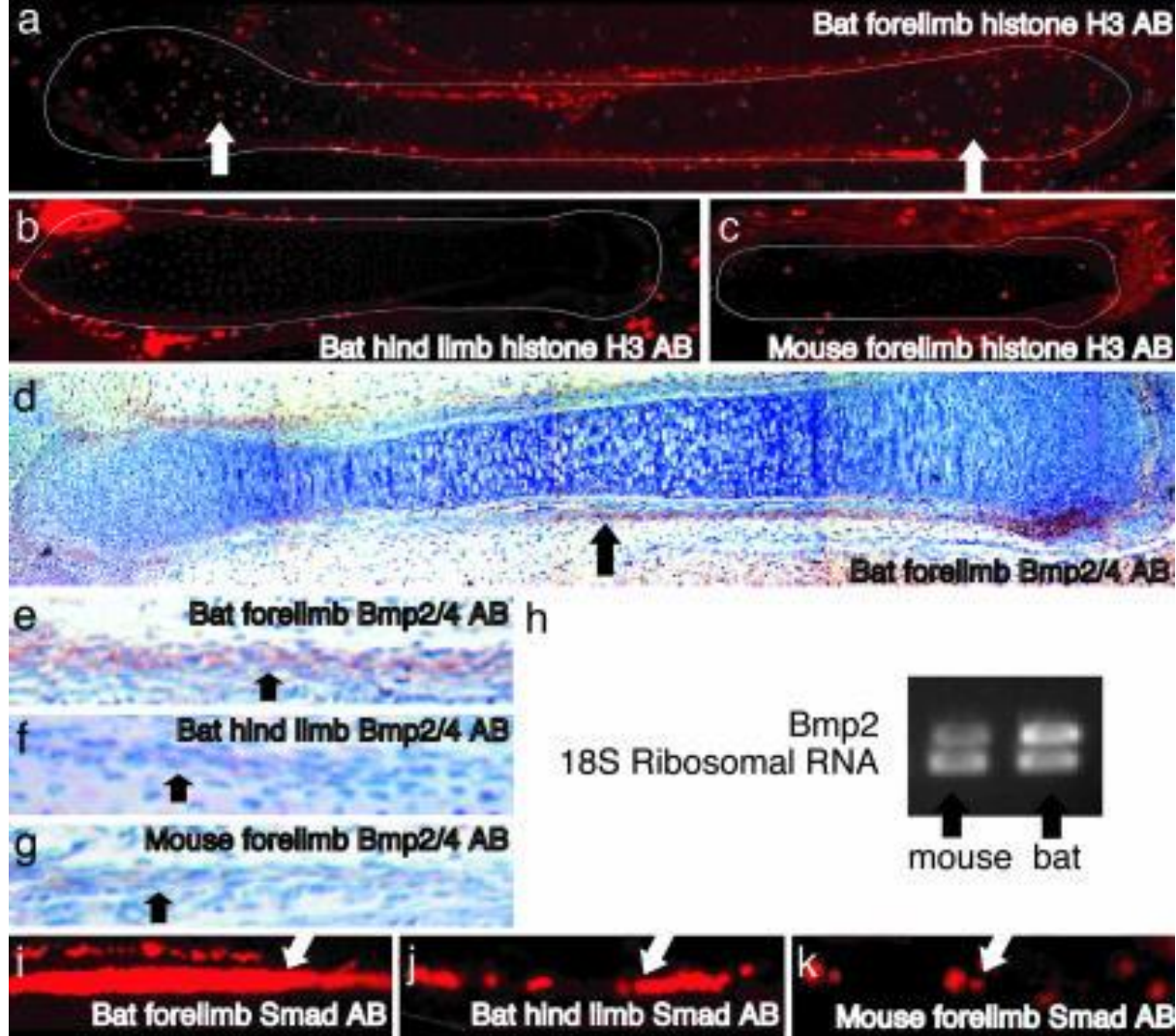


Ontogenese křídla – velmi netriviální mechanismus



Sears et al. 2006

Ve fázi 20 se hypertrofická zóna výrazně zvětšuje a zároveň začíná fáze exponenciálního prodlužování netopýřích prstů.



Netopýří Bmp2 RNA je exprimována na $\approx 30\%$ vyšších hladinách ve srovnání s myší.

Proliferace a hladiny Bmp (bone morphogenetic protein) jsou zvýšené v předních končetinách netopýřů ve srovnání s předními končetinami myší a zadními končetinami netopýřů. (a-c) barvení fosfohistonu H3 (Ser-10) Ab proliferujících buněk v metakarpu netopýra ve stadiu 20 (a), v metatarzu netopýra ve stadiu 20 (b) a v metakarpu myši E14,5 (stadium 20) (c). Metakarpy předních končetin netopýřů vykazují oblasti zvýšené proliferace v růstové ploténce (bílé šipky). (d-g) Barvení Bmp2/4 Ab (červeně; modře je hematoxylinový kontrbarviv) celé metakarpální kosti netopýra ve stadiu 20 (d) a pohledy na perichondrium metakarpální kosti netopýra ve velkém zvětšení (e), perichondrium metatarzální kosti netopýra ve stadiu 20 (f) a perichondrium metakarpální kosti myši E14,5 ve srovnatelné oblasti (g). (i-k) Barvení fosfo-Smad 1/5/8 Ab a pohled s velkým zvětšením na podobnou oblast perichondria, jak je znázorněno v d-g, u metakarpu netopýra ve stadiu 20 (i), metatarzu netopýra ve stadiu 20 (j) a metakarpu myši E14,5 (k)

odpovědnost za růst chrupavek

Bmp2

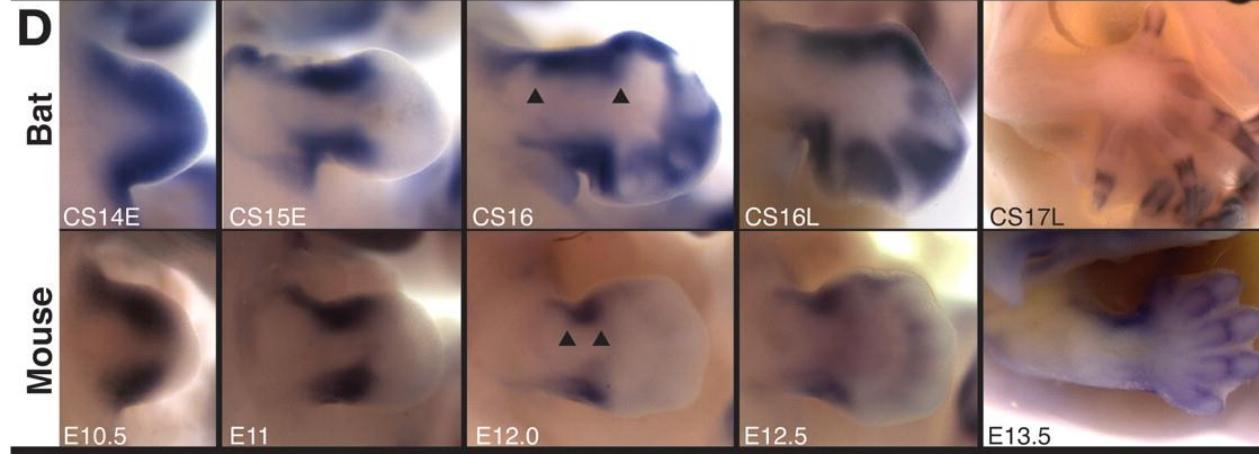
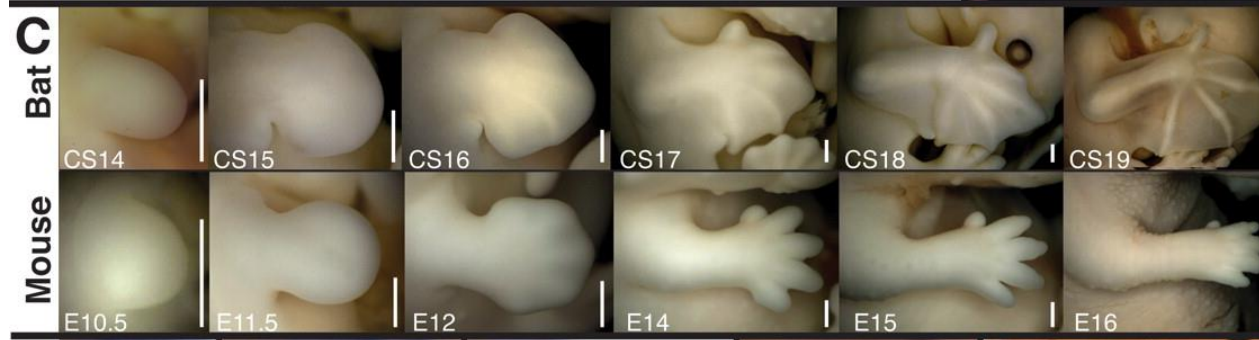
aktivizace chondrogeneze

Prx1 –

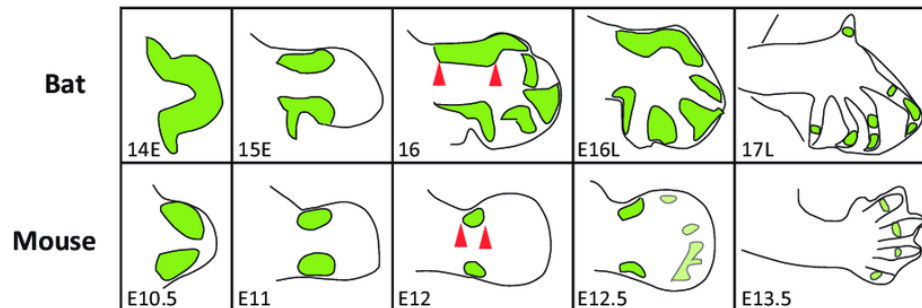
omezení růstu mezenchymu mezi klouby zadní končetiny je inhibováno u končetiny přední nohy

Small changes, big results: evolution of morphological discontinuity in mammals

Rodney L Honeycutt 2008 J.Biol



Ve středních fázích vývoje dochází k exprese Prx1 (zelená) na větší ploše v distální přední končetině u netopýrů rozšířen (červené šipky) ve srovnání s myší.

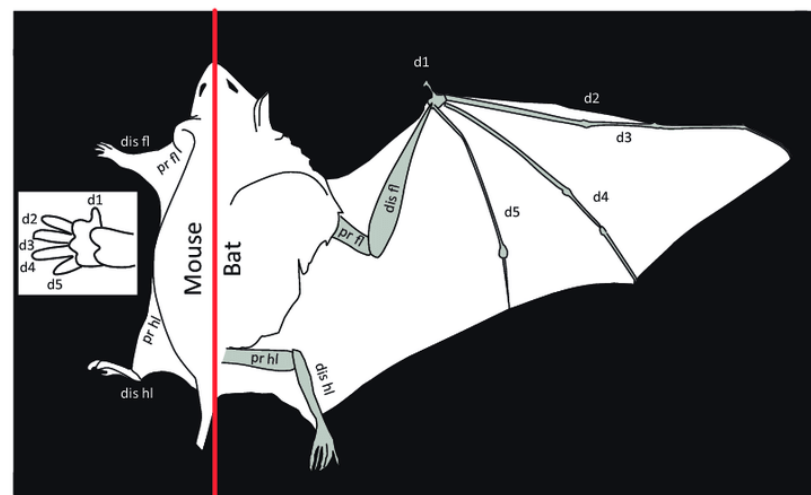


Cretekos et al., 2008

Tato změna, kromě řady dalších molekulárních změn, vysvětluje radikální rozdíly v přední končetině myši ve srovnání s křídlem netopýra.

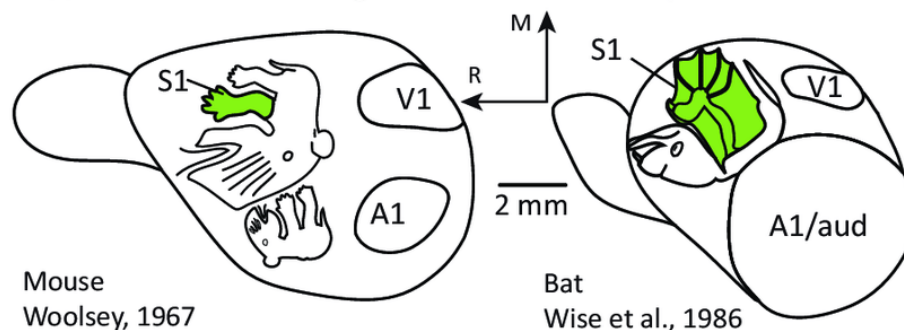
Tyto morfologické rozdíly v distální přední končetině spolu s rozdílným používáním tlapy oproti křídlu pravděpodobně přispěly k rozdílům ve velikosti a vnitřní organizaci reprezentace přední končetiny v **primární somatosenzorické korové oblasti (C)**.

(B) Adult forelimb morphology



Cretekos et al., 2001

(C) Adult neocortex: magnification of forelimb representation



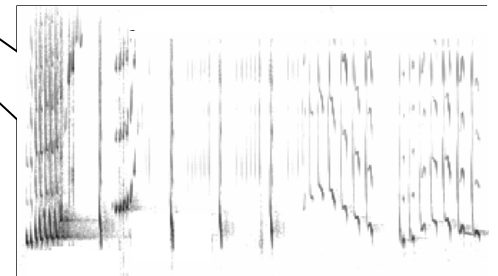
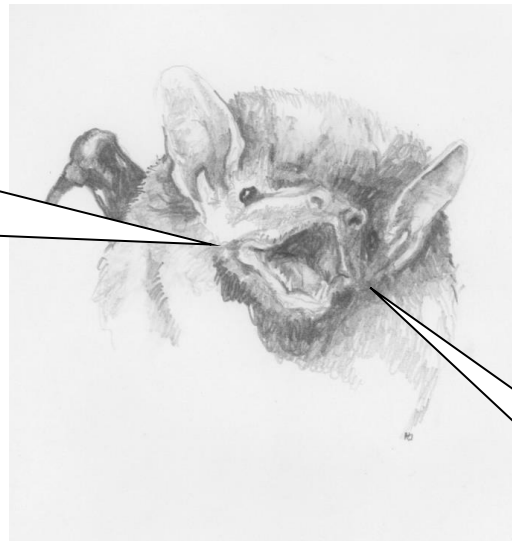
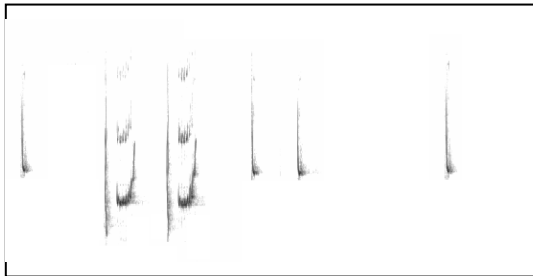
Mouse
Woolsey, 1967

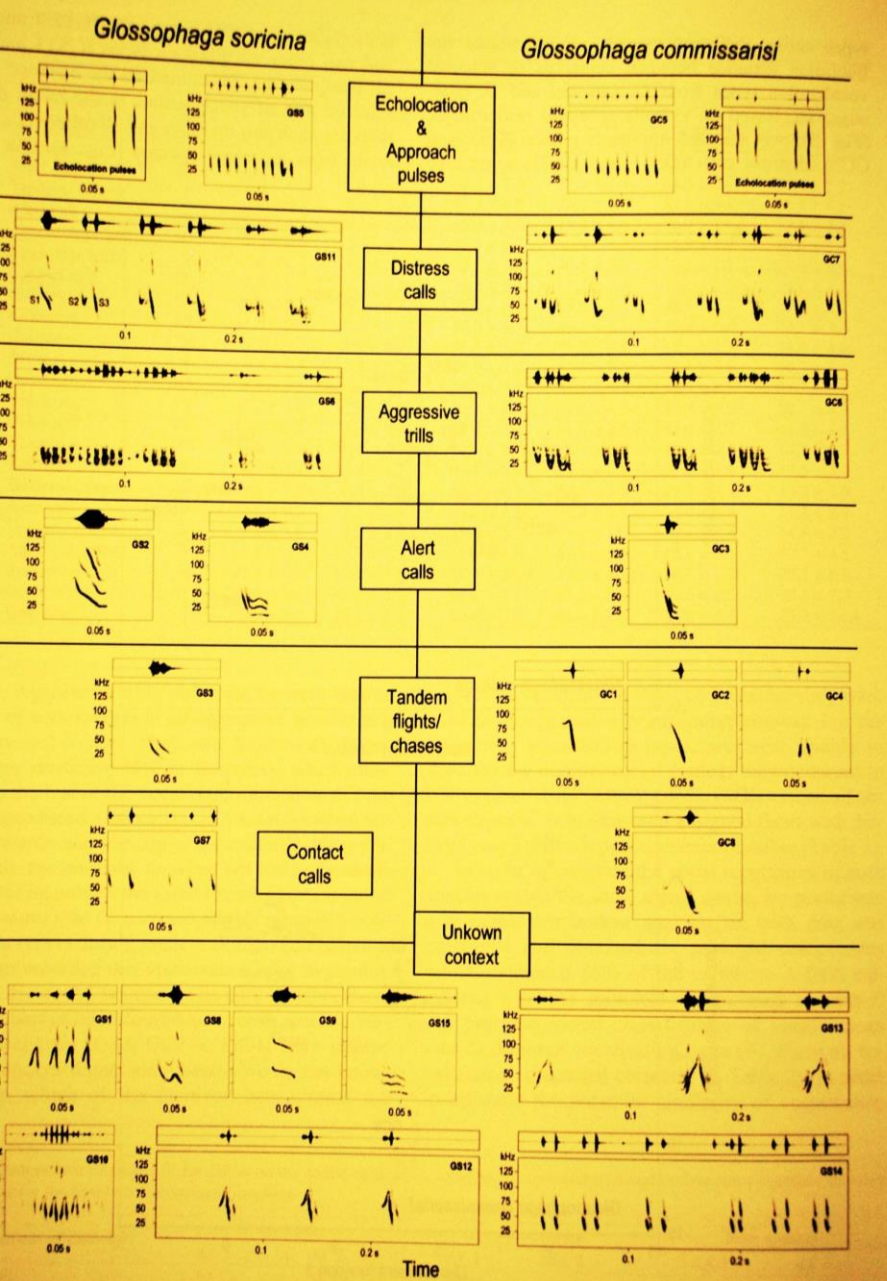
Bat
Wise et al., 1986

Konflikt pohlaví

Pohlavní dvojtvárnost

Echolokační + sociální hlasy vs. Složitý zpěv v období páření

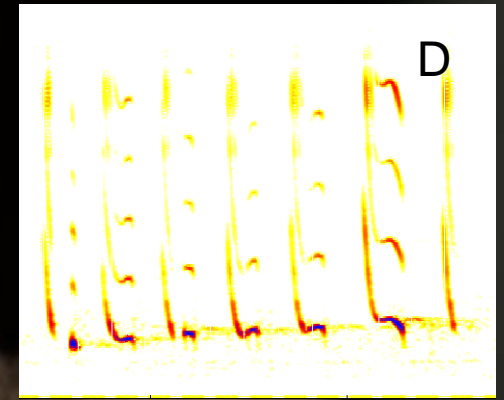
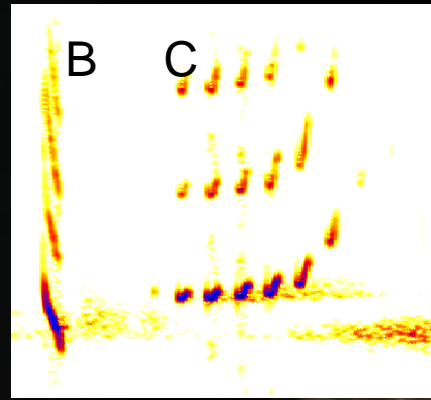
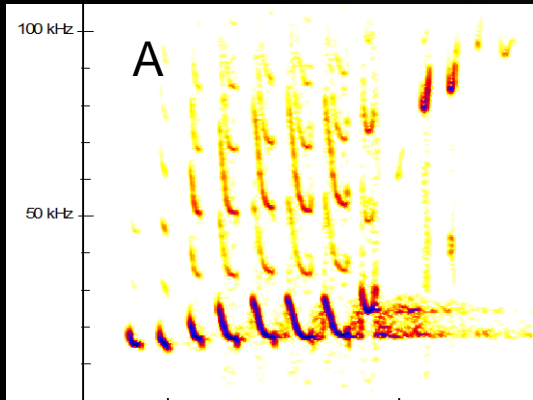




Komplexní vokální komunikace, členitý repertoár, druhově a individuálně specifické signály etc.

Spectrograms and sonograms depicting echolocation pulses and social calls of *G. soricina* and *G. commissarisi*. Sonograms were generated using a 1,024 point FFT and a Hamming window with 87.5% overlap. The social context in which each vocalization type occurred is stated whenever it is known. Echolocation pulses are shown for comparative reasons

The message of the call

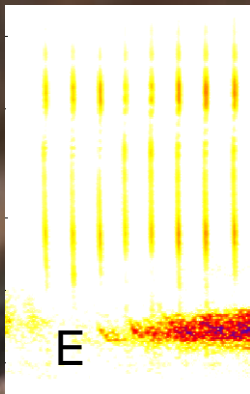


"Pay attention: here is
Pipistrellus"

nathusii, male Mufik

land here,

we share the common
social identity and
common communication
pool"





Kaloň kladivohlavý – *Hypsignathus monstrosus*
nejvyšší stupeň pohlavní dvojtvárnosti u savců



Úkrytové strategie

Morfologické adaptace





Thyropteridae, přísavníčkovití, tyropterovití

J.Amerika

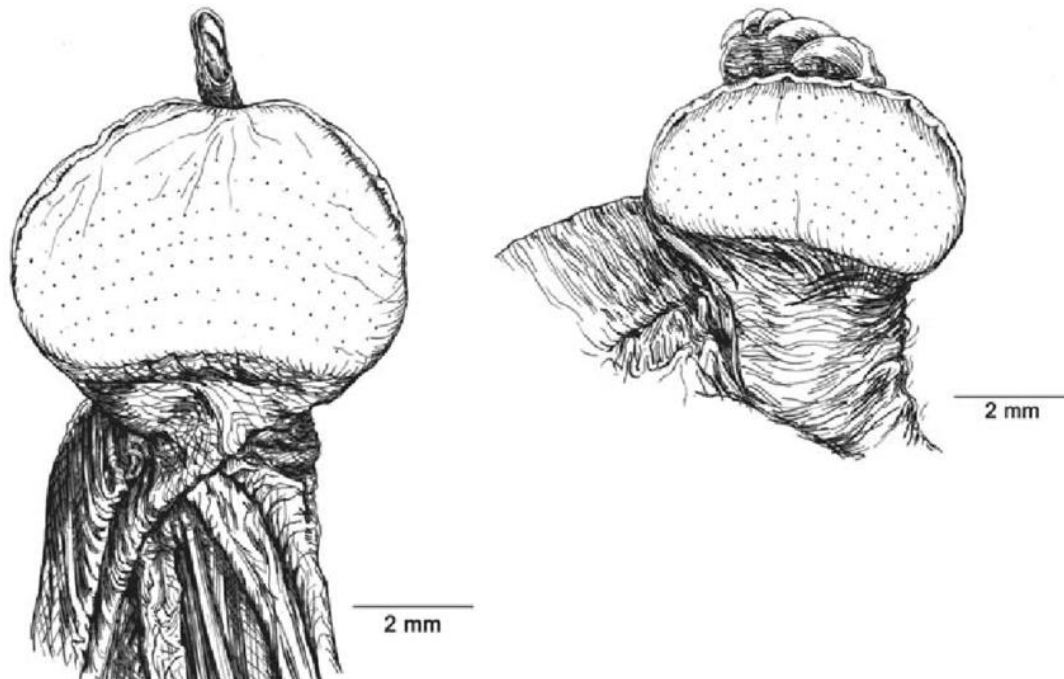
Thyroptera tricolor



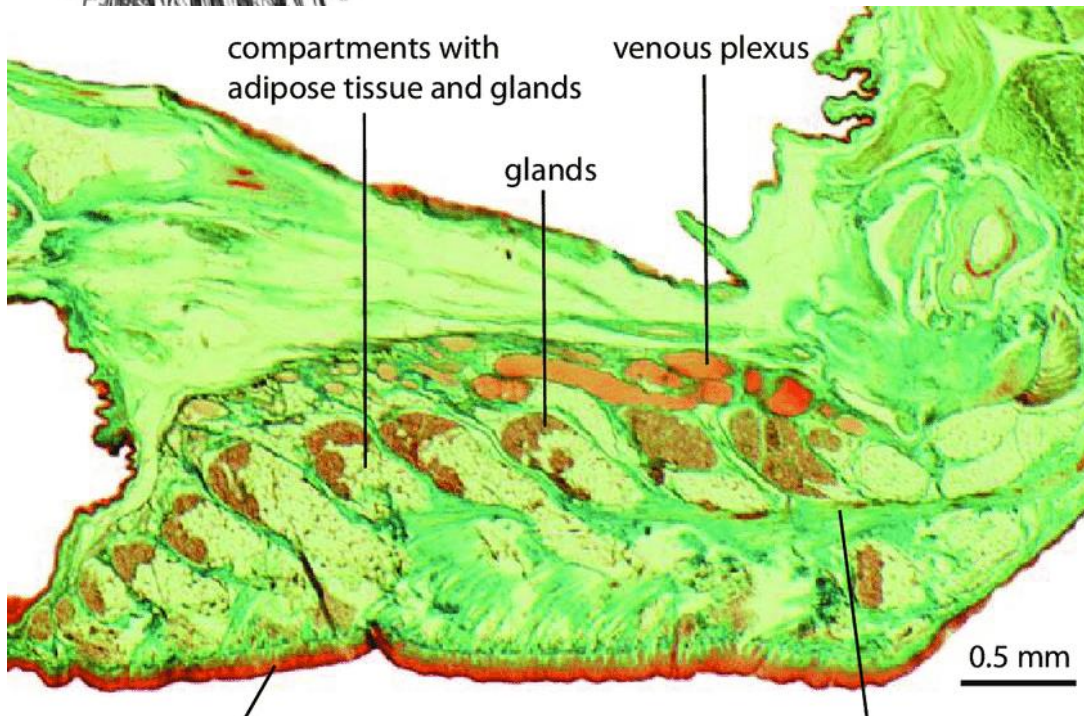
Myzopodidae
přísavkovci, myzopodovití

Myzopoda aurita
Madagaskar





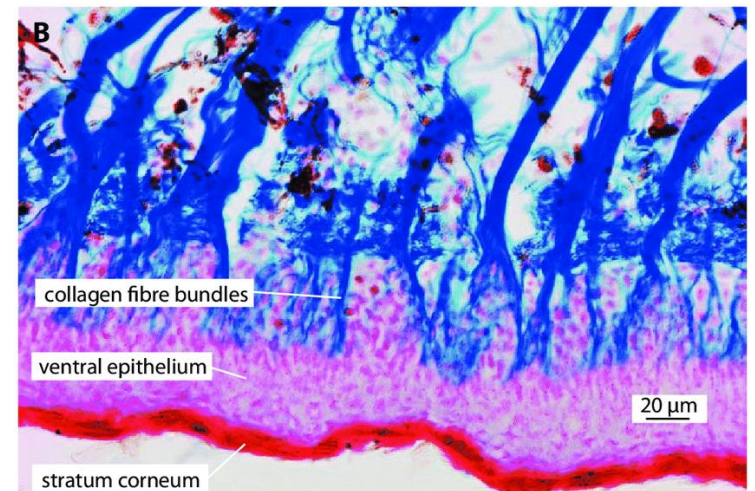
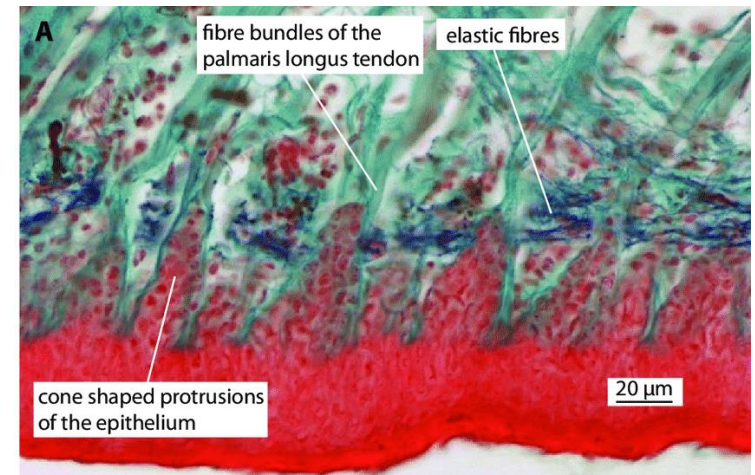
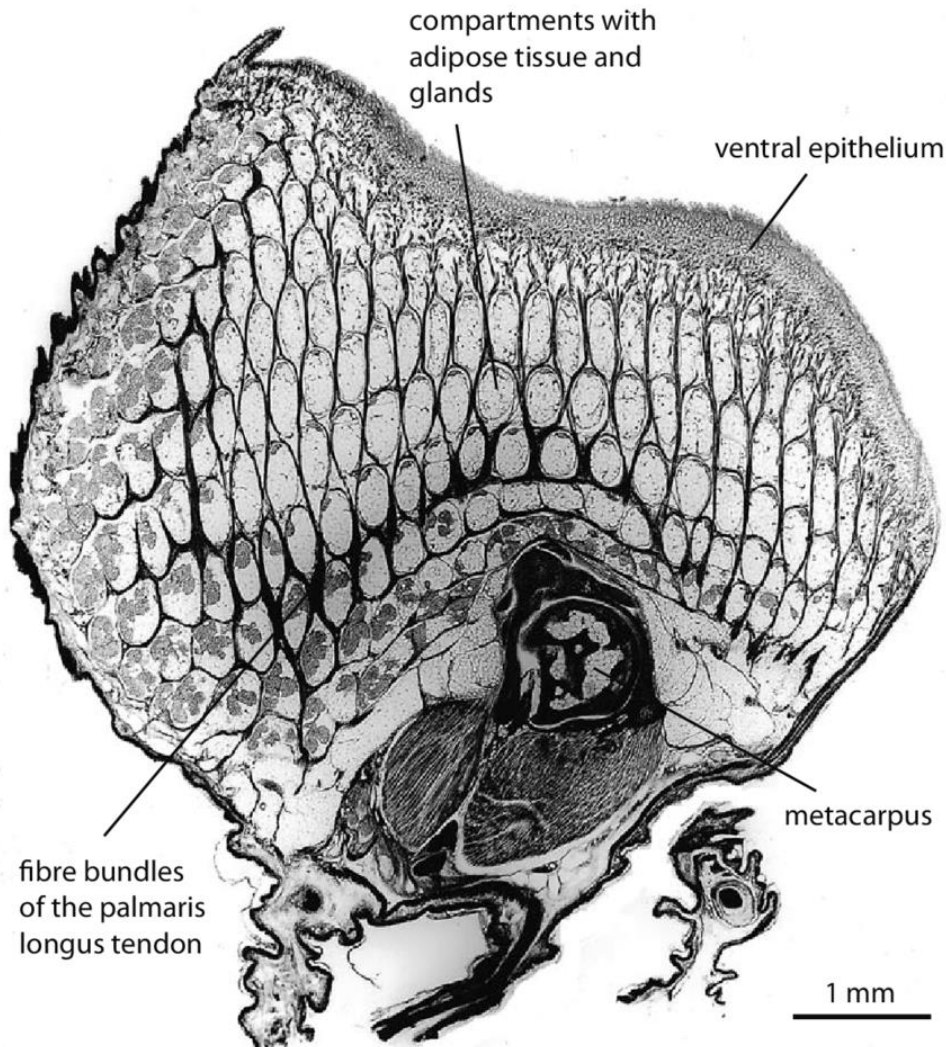
Adhezivní orgány *Myzopoda aurita*, levý adhezivní orgán levé přední končetiny, pravý adhezivní orgán levé zadní končetiny. Otvory žláz těchto orgánů, uspořádané v příčných řadách.



ventrálního ztlustělý epitel, oddíly vyplněných tukovou tkání a žlázami, žilní plexus, šlachový materiál a svazky vláken vybíhající k ventrálnímu epitelu.

Schliemann & Goodman (2011)

Horizontální řez adhezivním orgánem přední končetiny *Myzopoda aurita*. Úroveň řezu se mírně snižuje od dorzální (levá strana obrázku) směrem k ventrální (pravá strana). Silné svazky vláken obalujících oddíly tukové tkáně.

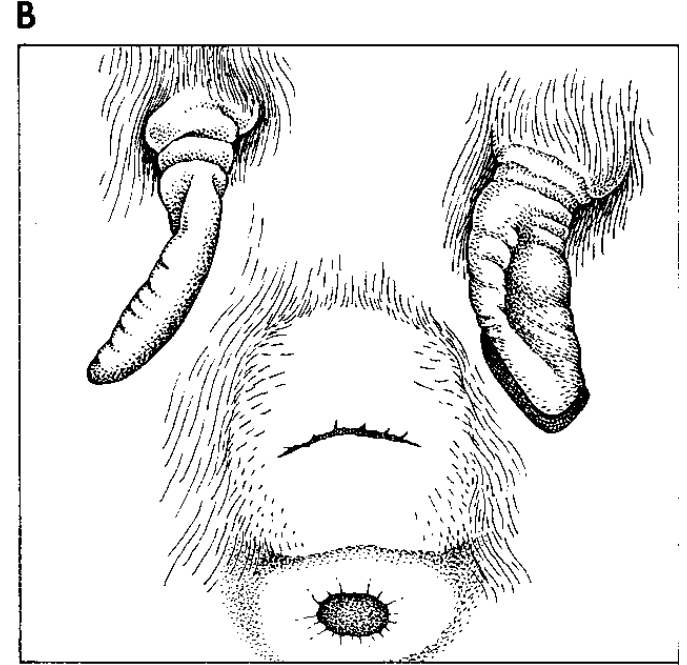
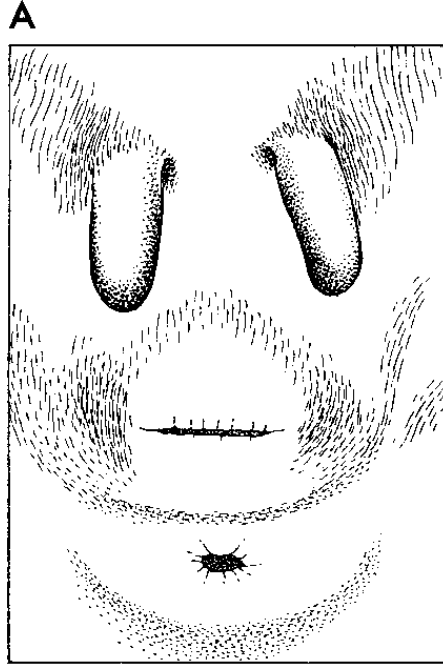


Letouni:

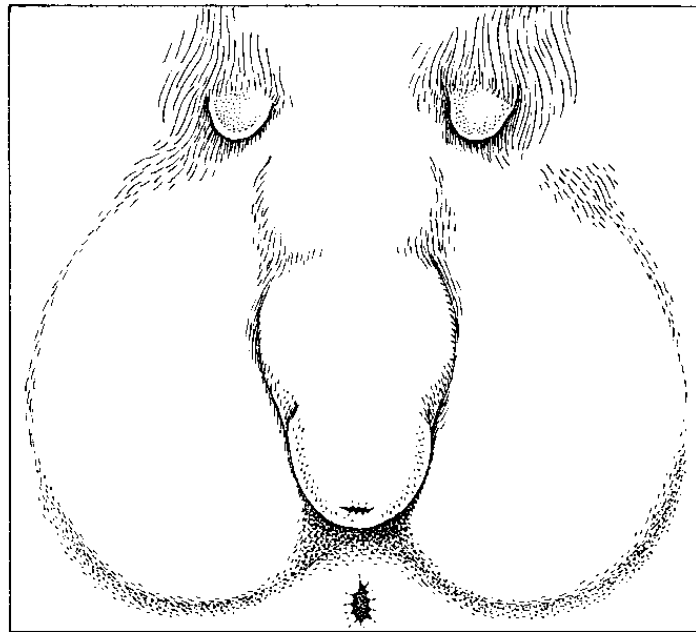
**dlouhověcí (až 40 let),
1 mládě ročně,
dokonalá paměť,
sociální tradice**

Netopýři se mohou dožít vysokého věku ve srovnání s jinými savci podobné velikosti. Dlouhodobé (v letech 1948-2000) kroužkování netopýřů na území bývalého Československa poskytlo různé údaje o velkém množství jedinců - okroužkováno 89 108 netopýřů 23 (resp. 24) druhů, 12 552 zpětných hlášení. U 10 druhů byl díky tomu zjištěn vyšší věk než u dosud známých zahraničních dat, u netopýra velkého (*Myotis myotis*) byl prokázán nejvyšší doložený věk (více než 37 let) netopýra v Evropě a druhý nejvyšší na světě.

Pubické bradavky u
samic i samců
Megadermatidae



C



Rhinolophus
Hipposideros
Megaderma
Rhinopoma
Aselliscus
Craseonycteris

Taxon ^a	Females	Males
Rhinolophinae		
<i>Rhinolophus</i>		
<i>euryotis</i> group		
<i>Rhinolophus arcuatus</i>	present (8)	present (7)
<i>Rhinolophus canuti</i>	present (8)	present (3) absent (5)
<i>Rhinolophus coelophyllus</i>	present (3)	present (7)
<i>Rhinolophus creaghi</i>	present (2)	?
<i>Rhinolophus euryotis</i>	present (6)	present (9)
<i>Rhinolophus inops</i>	present (11)	present (3) absent (1)
<i>Rhinolophus rufus</i>	present (2)	present (5)
<i>Rhinolophus shameli</i>	?	present (4)
<i>ferrumequinum</i> group		
<i>Rhinolophus affinis</i>	present (14)	present (6) absent (2)
<i>Rhinolophus borneensis</i>	present (11)	present (9)
<i>Rhinolophus clivosus</i>	present (2)	present (20)
<i>Rhinolophus darlingi</i>	present (8)	present (4) absent (1)
<i>Rhinolophus deckenii</i>	present (4)	present (1)
<i>Rhinolophus denti</i>	?	present (1)
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	present (3)	present (1)
<i>Rhinolophus malayanus</i>	present (1)	present (3)
<i>Rhinolophus megaphyllus</i>	present (27)	present (17) absent (1)
<i>Rhinolophus robinsoni</i>	?	present (1)
<i>Rhinolophus rouxi</i>	present (34)	present (5)
<i>Rhinolophus simplex</i>	present (2)	present (1)
<i>Rhinolophus simulator</i>	present (1)	?
<i>Rhinolophus stheno</i>	present (9)	present (6)
<i>Rhinolophus thomasi</i>	present (5)	present (1)
<i>Rhinolophus virgo</i>	present (3)	present (11)
<i>hipposideros</i> group		
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	present (4)	present (6)
<i>luctus</i> group		
<i>Rhinolophus eloquens</i>	present (6)	present (6)
<i>Rhinolophus fumigatus</i>	present (9)	present (16)
<i>Rhinolophus hildebrandti</i>	present (1)	present (9)
<i>Rhinolophus luctus</i>	present (9)	present (7)
<i>Rhinolophus macrotis</i>	present (2)	present (7) absent (1)
<i>Rhinolophus pearsoni</i>	present (5)	present (3)
<i>Rhinolophus philippinensis</i>	present (2)	present (5)
<i>Rhinolophus rex</i>	present (1)	present (1)
<i>Rhinolophus sedulus</i>	present (3)	present (3)
<i>Rhinolophus trifoliatus</i>	present (6)	present (4)
<i>pusillus</i> group		
<i>Rhinolophus acuminatus</i>	present (5)	present (3)
<i>Rhinolophus alcyone</i>	present (3)	present (1)
<i>Rhinolophus blasii</i>	present (2)	present (2)
<i>Rhinolophus cornutus</i>	present (20)	present (3) absent (5)
<i>Rhinolophus euryale</i>	present (12)	present (14)
<i>Rhinolophus guineensis</i>	present (1)	present (1)
<i>Rhinolophus imaizumii</i>	?	present (4) absent (3)
<i>Rhinolophus landeri</i>	present (2)	present (3)
<i>Rhinolophus lepidus</i>	present (24)	present (29) absent (2)

Dyacopterus spadiceus

Samec druhu *D. spadiceus* je jedním ze známých přirozených výskytů otcovské laktace.



Pteropus capistratus

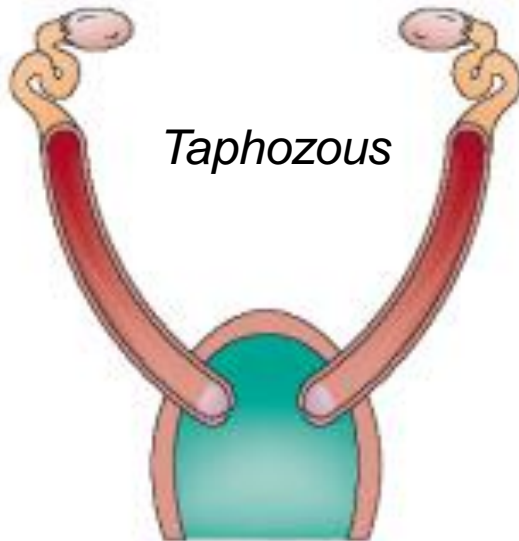
Bismarckovo souostroví



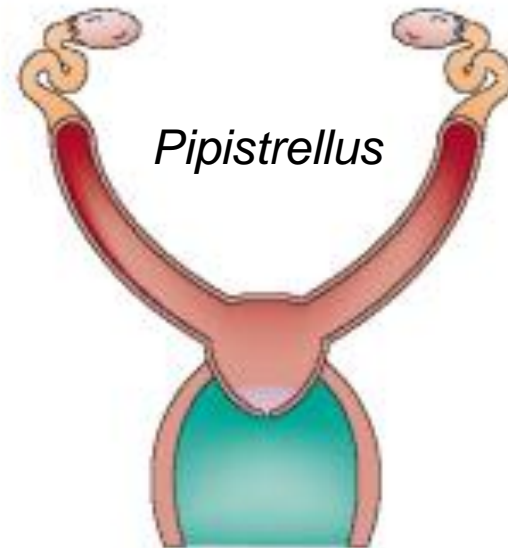
kolonie, samci a samice, sociální organizace



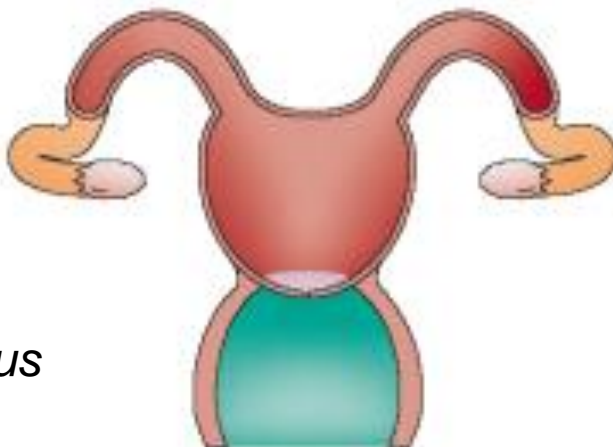
d Duplex uterus with a single vagina seen in rodents and rabbits



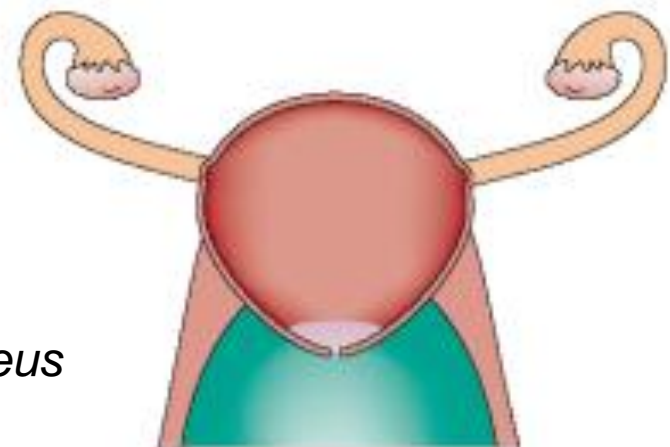
e Bipartite uterus seen in pigs, marine mammals and mice



f Bicornuate uterus seen in most bats, cows and horses



g Simplex uterus seen in most higher primates, including humans



Zpožděná ovulace

týdny až měsíce, nastartování 1-3 dny po ukončení hibernace

estrus od srpna, vajíčka ale zůstávají ve folikulech, obklopena strukturou **discus proligerus**. Výživa glykogenem.

V průběhu hibernace

vajíčka pod vlivem folikulostimulačního hormonu (FSH) až do konce února, pak luteinizační hormon (LH), resp. jeho sekrece obnoví ovulaci.

Uchování spermií v těle samice

Ovulace a oplodnění v druhé polovině května, porod koncem června.

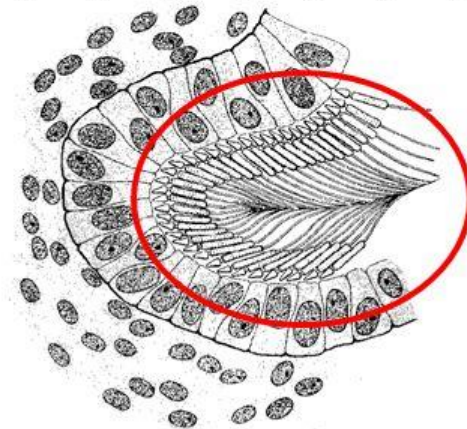
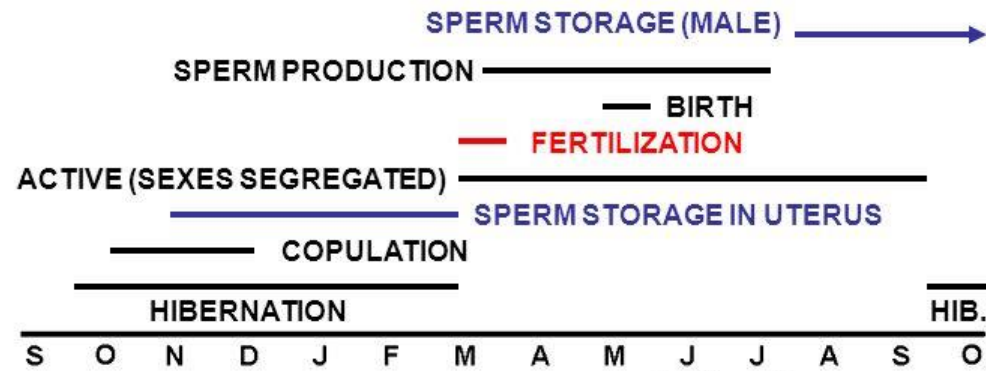
živé spermie pět měsíců v samičím reprodukčním traktu!

Tadarida, *Rhinopoma*, *Hipposideros*,
Pteropus

štírožer pouštní (netopýr pláštíkuvý)

Sperm storage and delayed fertilization

Antrozous pallidus (Pallid bat)



Opožděná implantace (březost)

Kopulace probíhá na podzim a a bezprostředně po ní následuje ovulace, oplodnění a počáteční embryogeneze.

hibernace

pozdní podzim ve stavu březosti s neimplantovanými blastocystami

implantace blastocysty

porod koncem jara, po němž následuje laktační období anoestru.

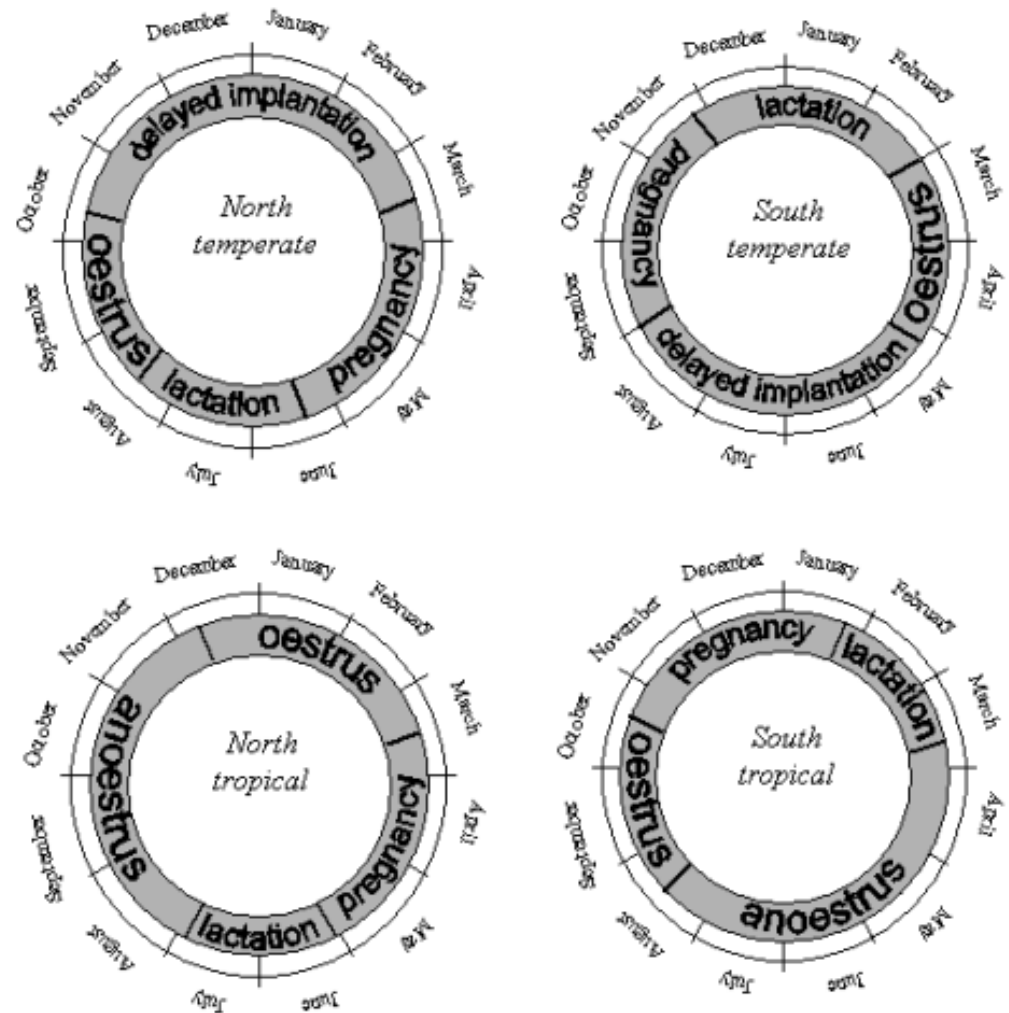


Figure 4 Various reproductive cycles of *Miniopterus schreibersii* in four different locations (Adapted from Altringham, 2001).

Počty mláďat

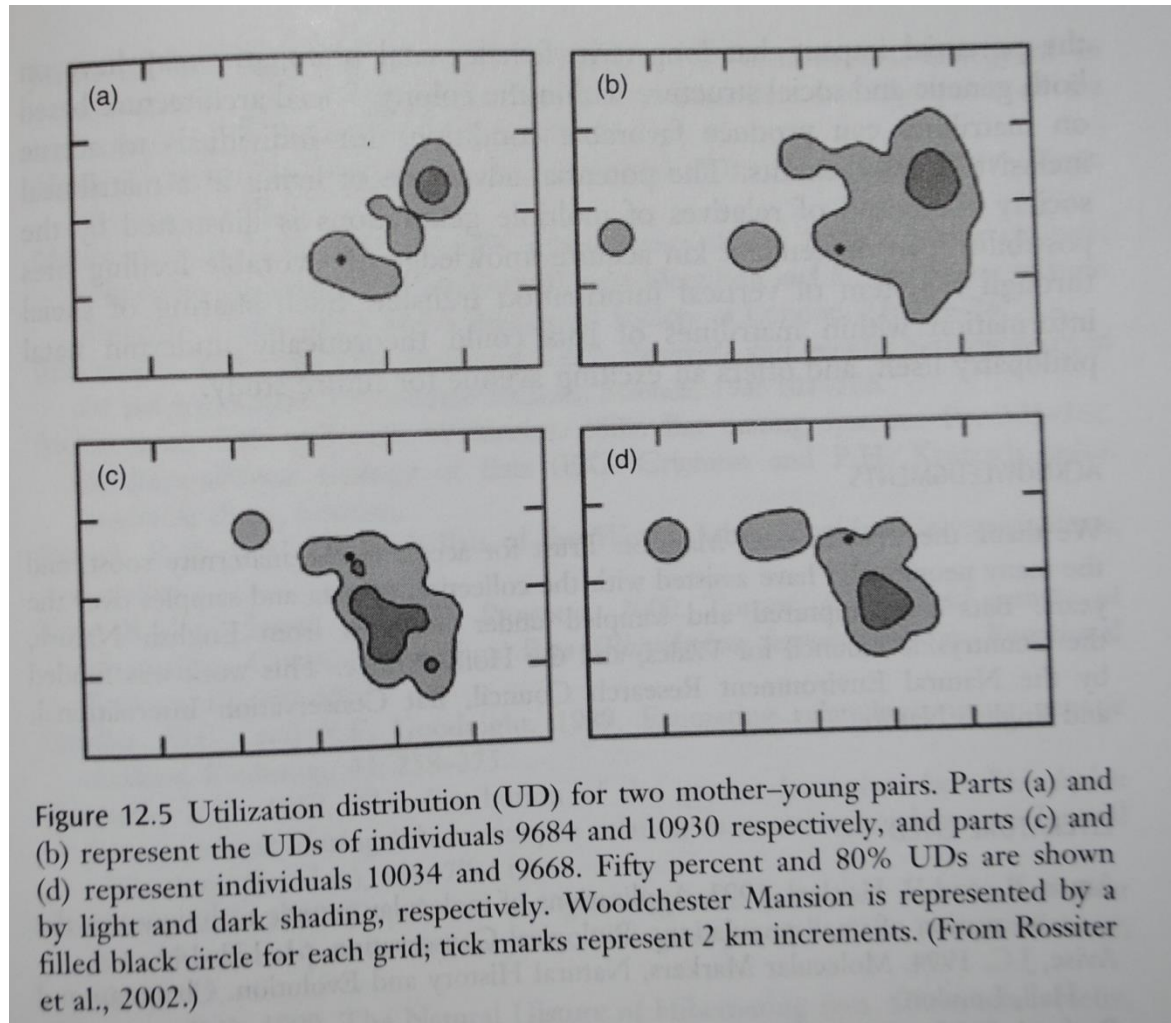


Lasiurus xanthinus – 2 až 4/rok
Obvykle 1 - 2

sociální tradice, sociální učení dlouhověkost, filopatrie, fidelita

Rfer - sdílení lovišť matkou a potomkem

poučení:
Chiroptera-
fenomenální
psychické,
sensorické a
somatomotorické
výkony ...

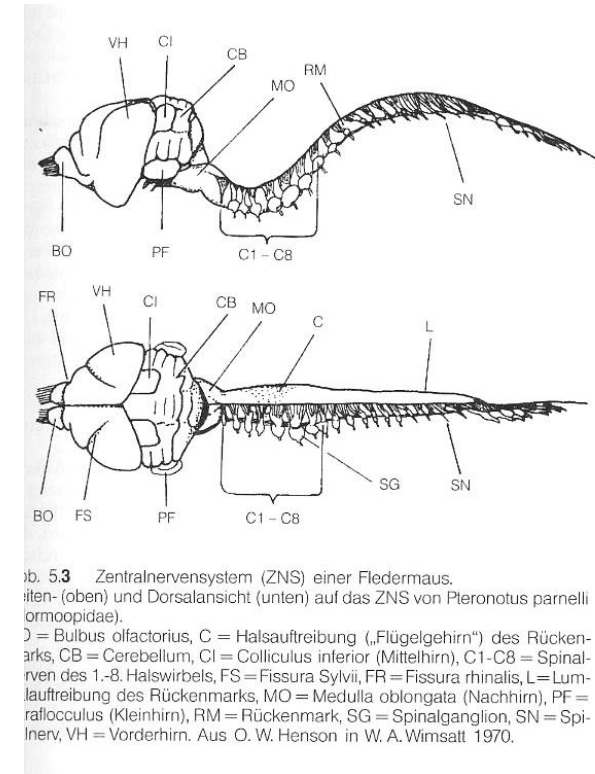


... ale: velmi nízká úroveň encephalisace, řada “plesiomorfii” ve stavbě CNS (zejména míchy)

Tabelle 5.1 Encephalisationsindices (EI) der Fledermausfamilien, bezogen auf basale Insektivoren (EI = 100 %)

Familie/ Unterordnung	EI [%]		Mittel
	Min	Max	
Megachiropteren	177	340	247
Mikrochiropteren			
Phyllostomatidae	148	284	235
Desmodontidae	216	243	232
Thyropteridae	230		
Megadermatidae	182	233	211
Nycteridae	182	233	211
Nycteridae	178	216	196
Mormoopidae	171	203	180
Noctilionidae	128	220	174
Rhinolophidae	139	186	164
Hipposideridae	87	174	164
Furipteridae	-	-	152
Emballonuridae	132	169	151
Molossidae	107	166	137
Vespertilionidae	77	179	128
-nur im Flug jagende, insektivore Mikrochir.			137
im Flug jagende und von Substrat ablesende Mikrochir.			156
nur von Substrat ablesende Mikrochiropteren			186
karnivore Mikrochiropteren			213

Aus H. Stephan 1977; H. Stephan und J. E. Nelson 1981; Stephan et al. 1987.



Selekce na malý mozek...

Zmenšování absolutní velikosti mozku bylo v evoluci letounů častější než zvětšování.

Zmenšování a zvětšování encefalizace bylo v evoluci letounů přibližně stejně časté.

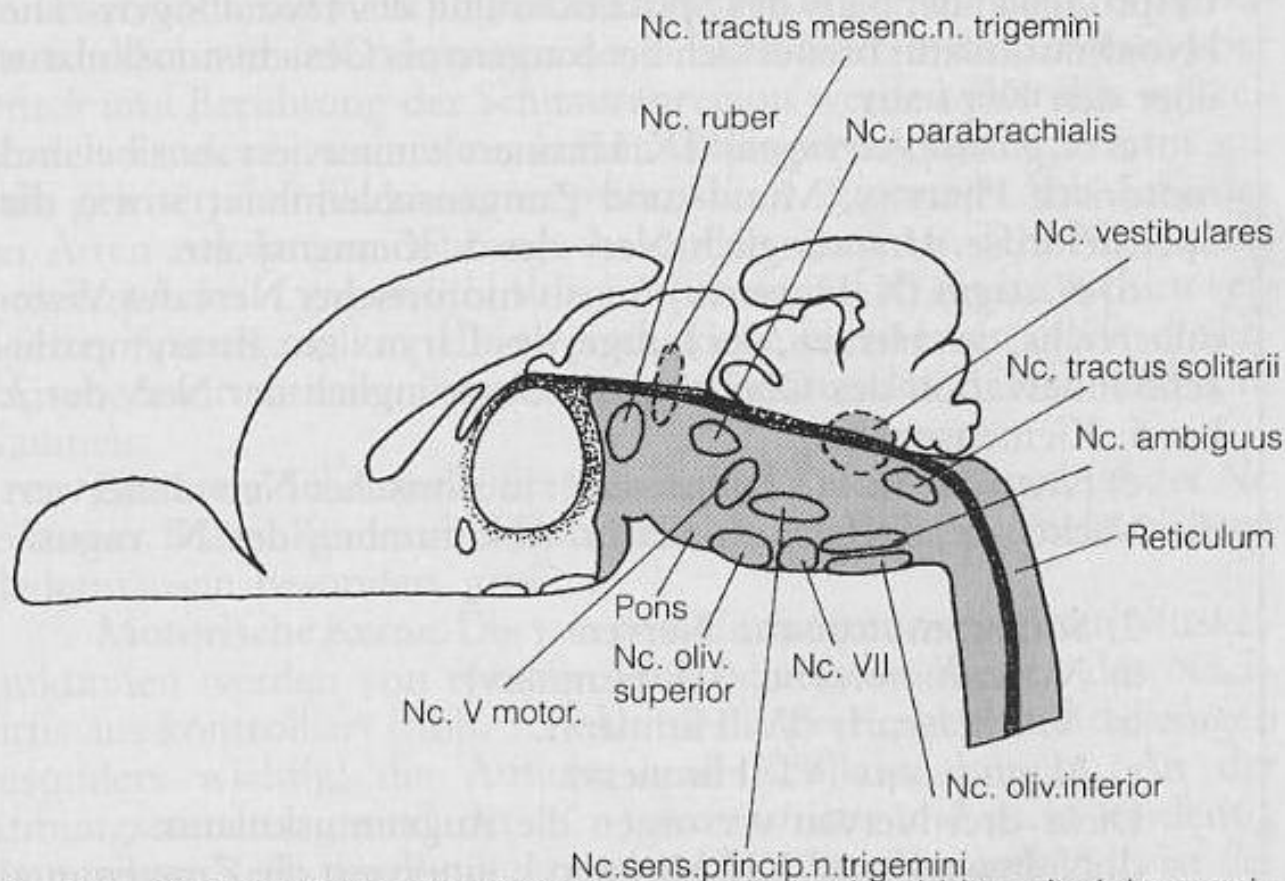
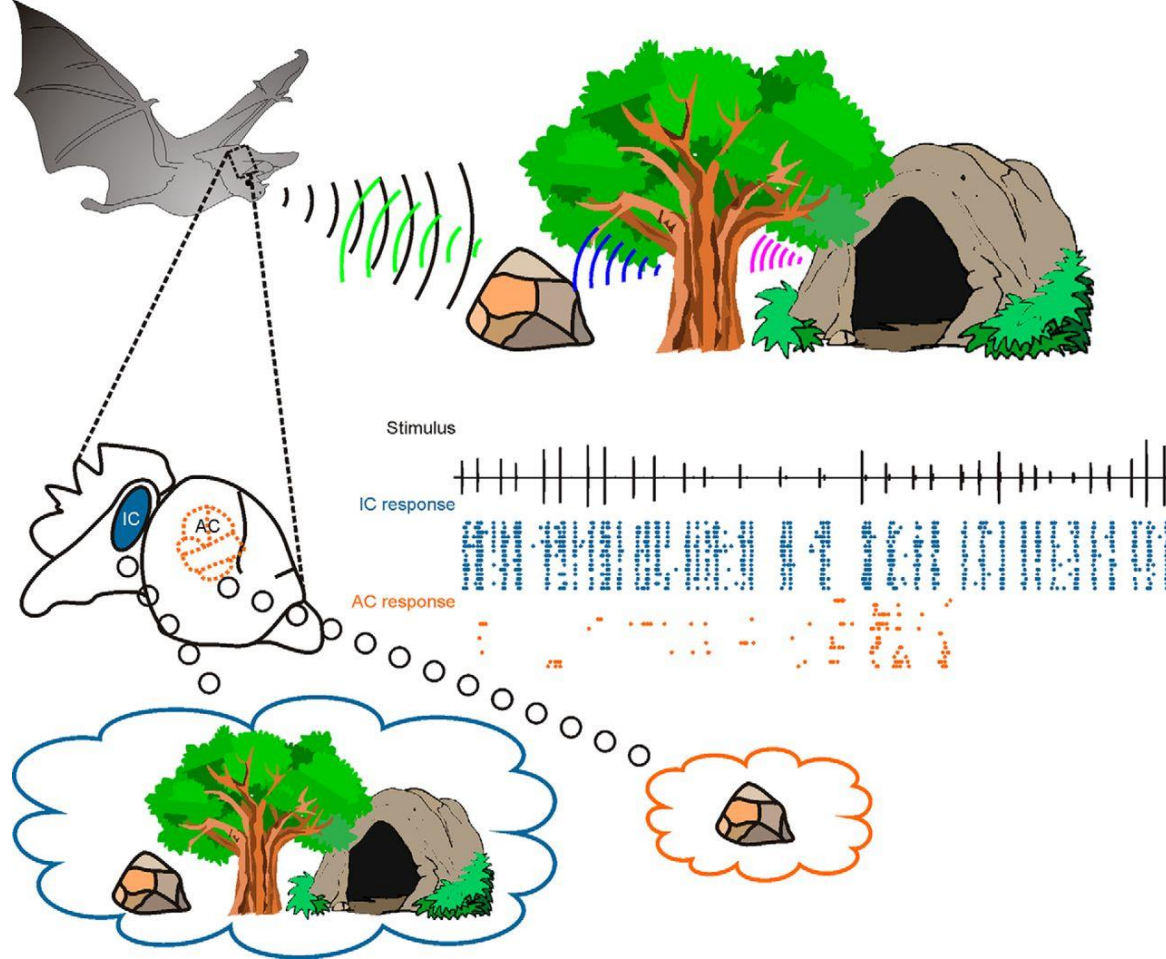


Abb. 5.5 Schematischer Medianschnitt durch das Nachhirn mit einigen seiner Kerne (Nc.). Grau das Reticulum des Nachhirns. Nc. V. motor. motorischer Kern des N. trigeminus, Nc. VII Kern des N. facialis.

Objemově dominantní složkou mozku – mozkový kmen (myelencephalon + tegmentum) s excesivně zvětšenými jádry vestibulokochleárního aparátu uvnitř mohutného retikula



colliculus inferior (IC) - spodní párový hrbolek v oblasti lamina quadrigemina, součást sluchové dráhy – koordinace sluchových vjemů
 představuje důležitý sluchový stupeň pro počáteční zpracování echolokačních signálů.
 časově přesné reakce neuronů v IC rychlé a paralelní zpracování více akustických proudů.

V případě vícenásobného echa – skládání „obrazu“ v auditory cortex (AC)

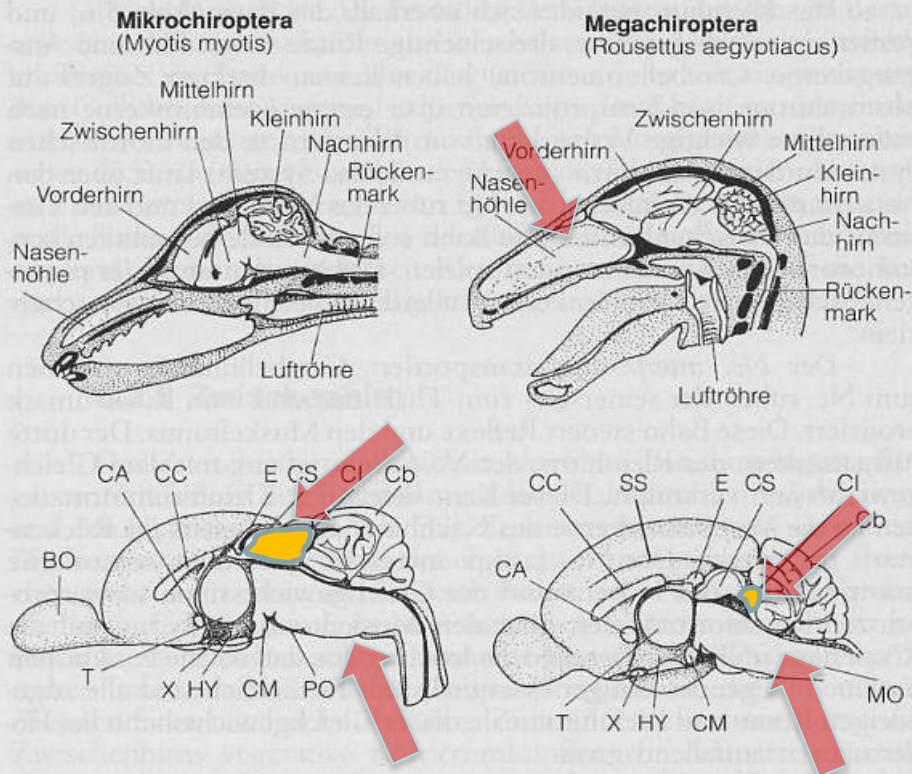


Abb. 5.6 Gehirn der Mikrochiropteren (*Myotis myotis*, unten *Hipposideros commersoni*) und Megachiropteren (*Rousettus aegyptiacus*, unten *Eidolon helvum*).

oben: Lage des Gehirns im Schädel.

unten: Mediansagittalschnitt durch das Gehirn.

BO = Bulbus olfactorius, CA = Commissura anterior, Cb = Cerebellum, CC = Corpus callosum, CI = Colliculus inferior (Mittelhirn), CM = Corpus mamillare (Zwischenhirn), CS = Colliculus superior (Mittelhirn), E = Epiphyse, HY = Hypothalamus (Zwischenhirn), MO = Medulla oblongata, PO = Pons, SS = Sulcus splenialis, T = Thalamus, X = Chiasma opticum. Nach O.W. Henson in W. A. Wimsatt 1970 und R. Schneider 1957.

relativní velikost **tecta** a zejména **colliculus inferior**



výrazné rozdíly mezi Micro- a Megachiroptera

cf. Pettigrew (1994)

a návazné hypotézy

Němec et al. (1996, 2000)

mozeček

neokortex

redukce pyramidálního systému u netopýrů

mozeček u kaloňů rýhován, u netopýrů hladký

neokortex u kaloňů tvoří až 18% velikosti mozku, u netopýrů jen 3-4%

kaloňi mají též rozvinutou její týlní oblast – zrakové vjemy – jako primáti

retikulární formace v míše, podkorová centra a spojení s vnitřní částí čichového laloku = retrobulbární trakt telencephalonu – velmi rozvinuta u netopýrů

netopýrům chybí mimické svalstvo versus bohatý psychický život

ve stavbě senzomotorických listonosí spíše blíže kaloňům

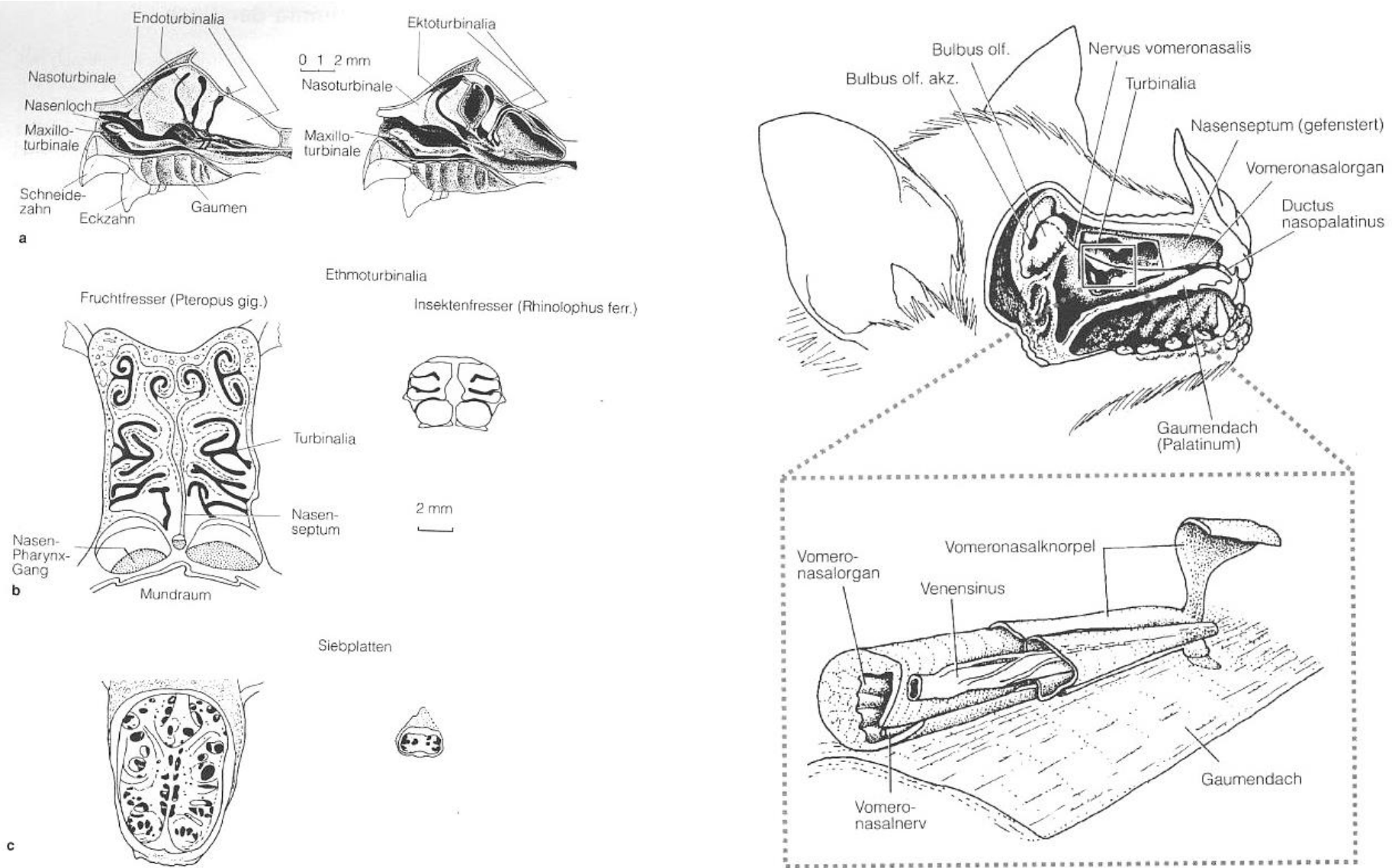
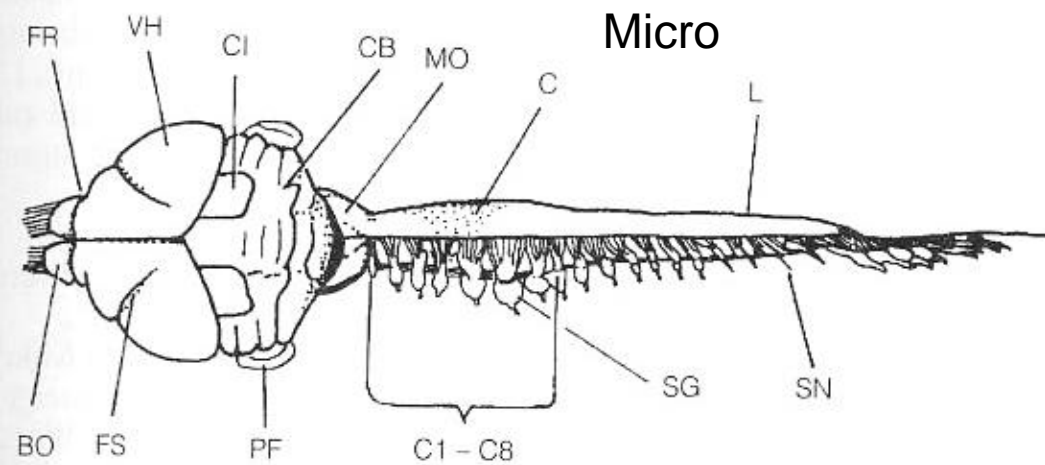
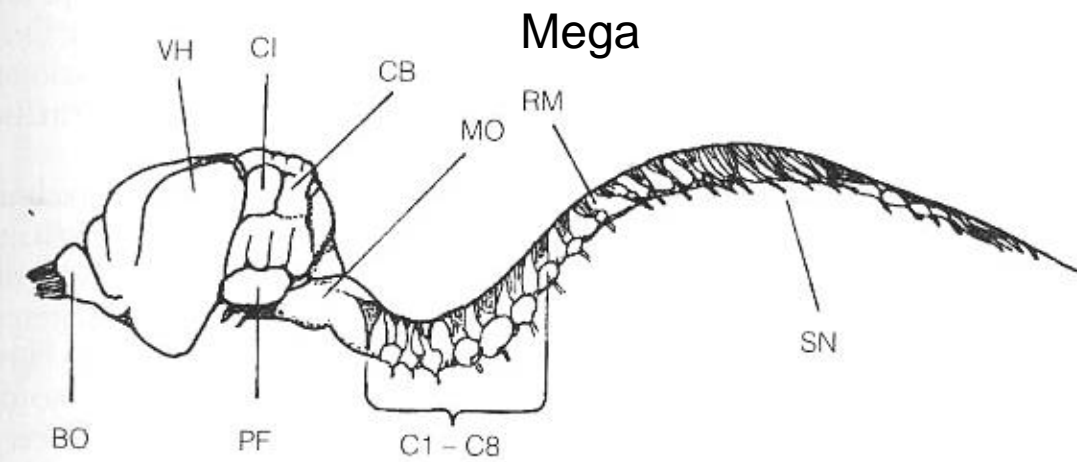


Abb. 77 Das Vomeronasalorgan (Jacobsonsches Organ) bei Phyllostomiden. Aus J. G. Cooper und K. P. Bhatnagar 1976; G. Mann 1961.

Extrémní čichové adaptace u kaloňů a listonosů



diff. Mega/Micro

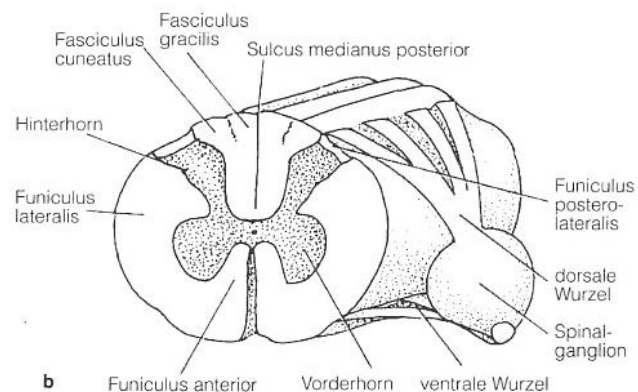
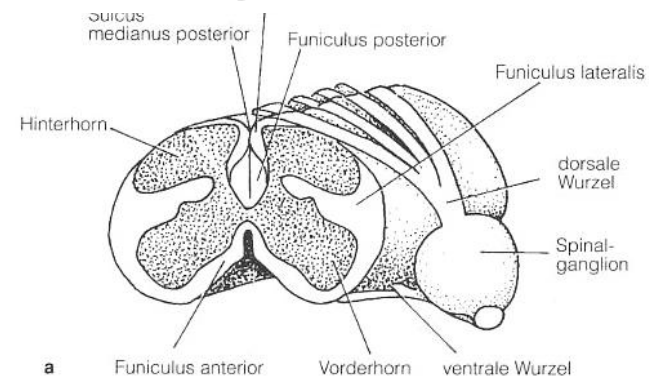


Abb. 5.4 Querschnitt durch das Rückenmark
 a) der Mikrochiropteren (*Pteronotus parnelli*) und
 b) der Megachiropteren (*Eidolon helvum*).
 (grau: graue Substanz, weiß: weiße Substanz)
 Funiculus anterior, Fasciculus cuneatus, F. gracilis sind sensorische Bahnen aus der hinteren Körperhälfte zum Gehirn, Funiculus posterior führt Informationen über Tast- und Tiefensensibilität zum Gehirn. Aus O.W. Henson in W. A. Wimsatt 1970.

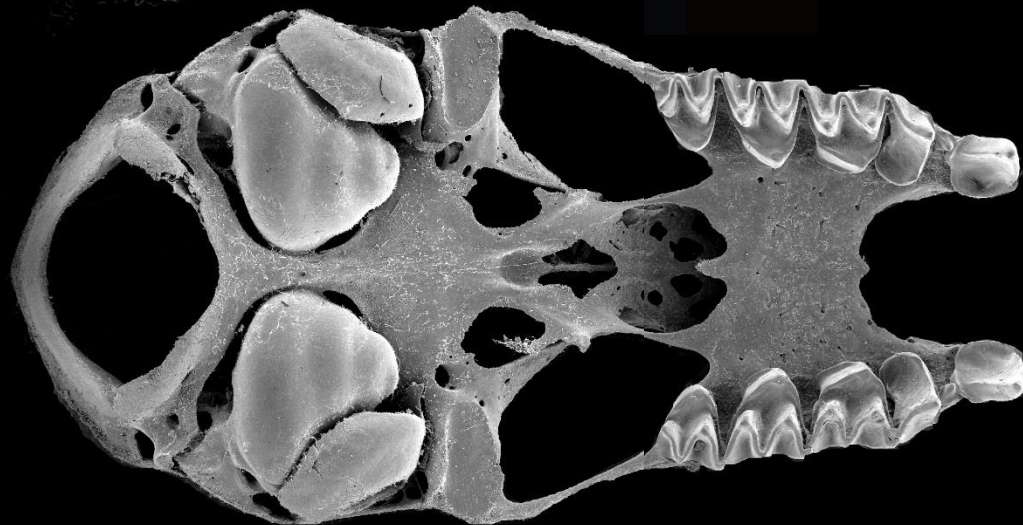
krátká mícha

netopýři – zbytnělá šedá hmota, detritické výběžky soustředěny do bílé hmoty
koordinální funkce (létání) řízeno mimo mozek!

Shrnutí CNS letounů

1. Kompletní přítomnost obecných savčích znaků
2. Četné autapomorfie - výrazné adaptivní přestavby
 - senzomorická integrace sluchových a polohových vjemů v myelencephalonu,
 - prostředky semantické analýzy v colliculii a v cortexu
 - rozvoj míchy – koordinační centrum motoriky křídla
 - extrémně nízká exprese calpainu (klíčový faktor!): velikost, dlouhověkost, paměťová přesnost
3. Velikostní škálování (cf. objem bílé/šedé hmoty v míše)

**Chiroptera: vysoce specialisovaná
vzdušná hmyzožravost**







Listonosi (Phyllostomidae)

Extrémní typy specialisací, nejpočetnější savci Jižní Ameriky



Listonosi (Phyllostomidae)

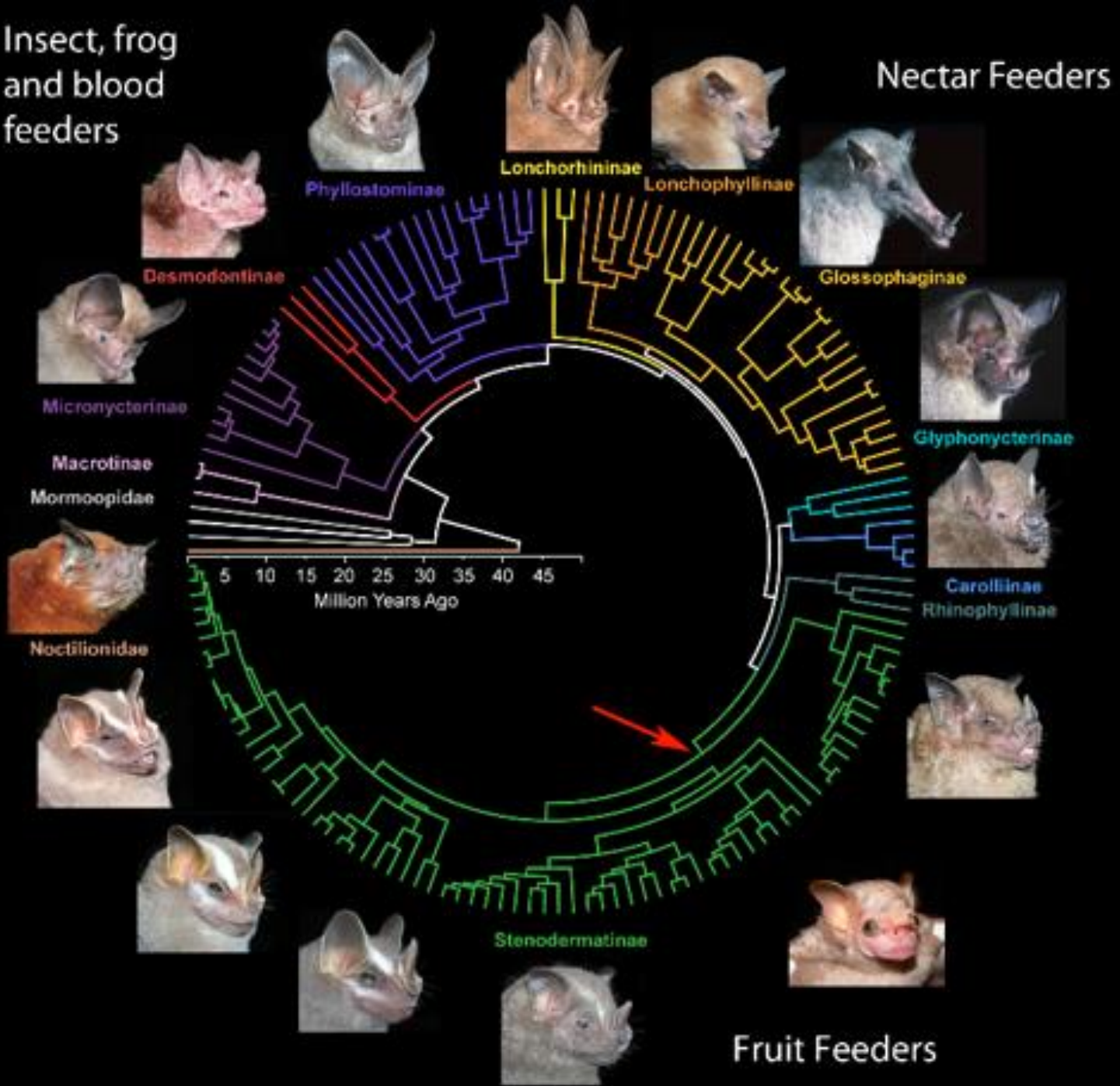
Rozsáhlé adaptivní přestavby lebečné morfologie



Listonosi (Phyllostomidae)

Insect, frog
and blood
feeders

Nectar Feeders



Potravní specializace

Hmyzožravost

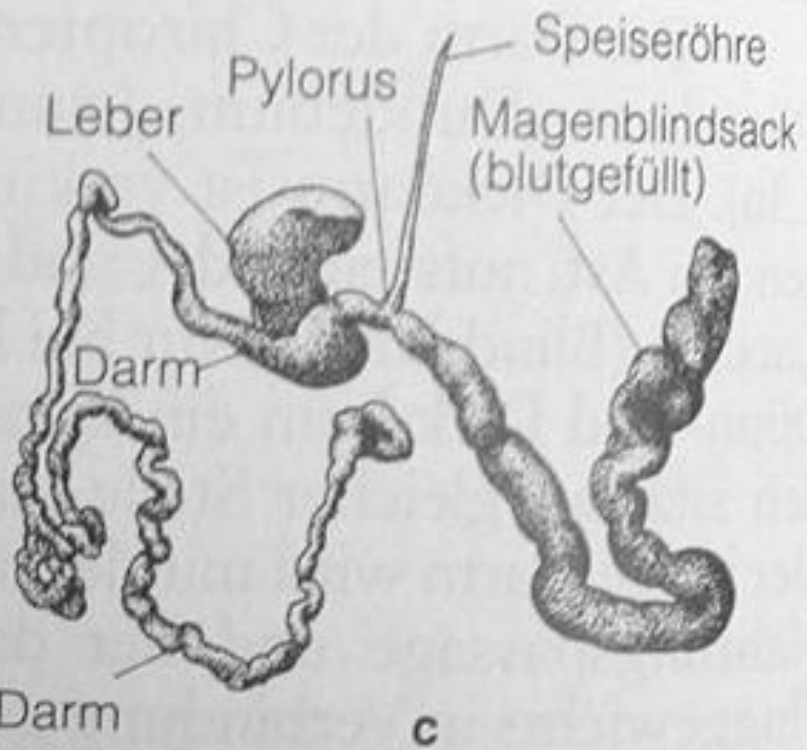
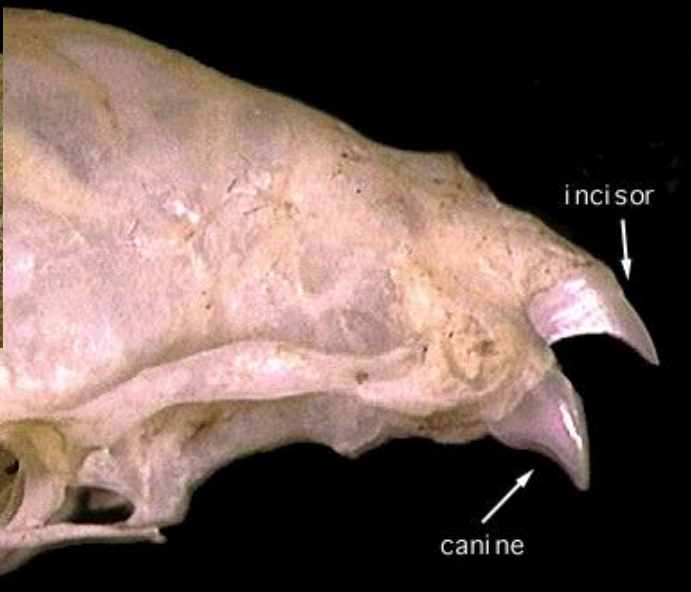
Sanguivorie



Macrophyllum macrophyllum

Desmodus rotundus

Listonosi (Phyllostomidae)



Desmodus rotundus

Listonosi (Phyllostomidae)

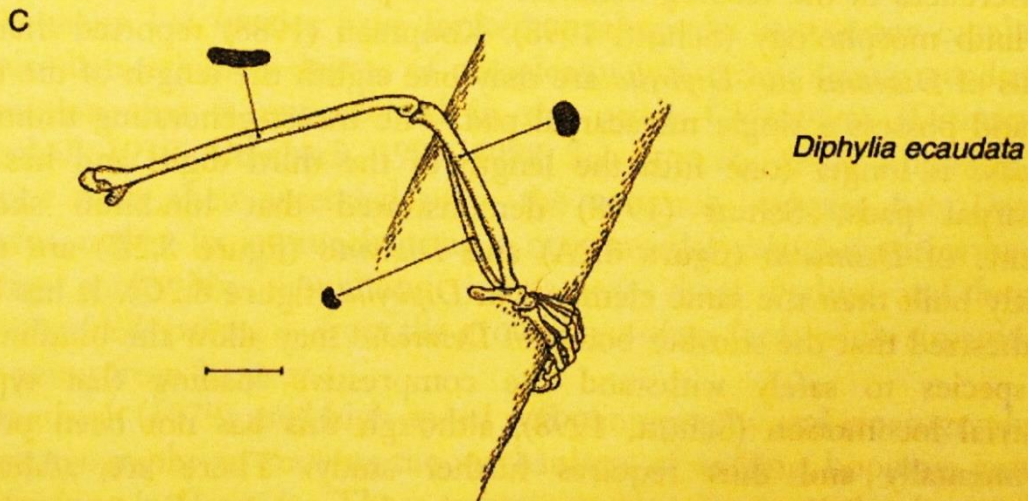
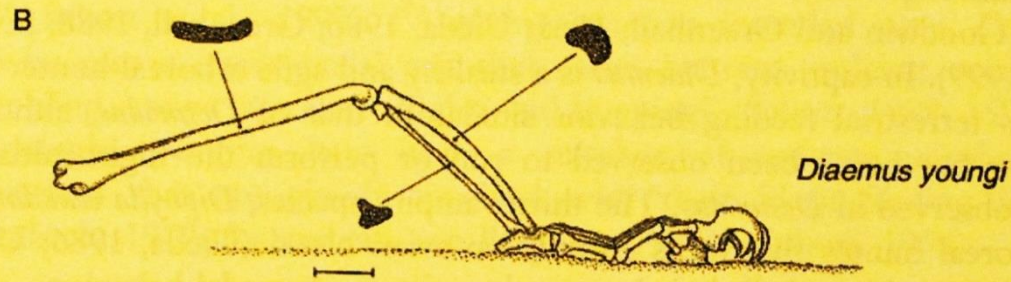
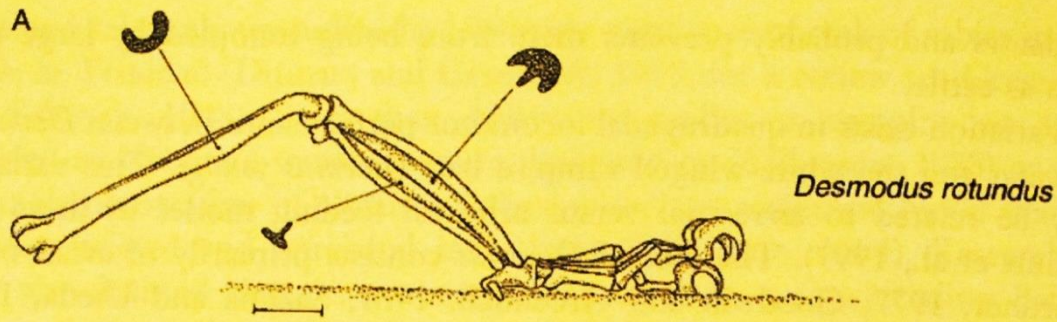
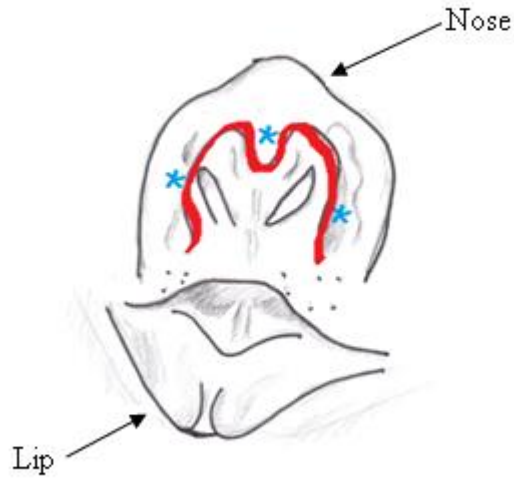


Figure 8.2 Hindlimb bones of (A) *Desmodus rotundus*, (B) *Diaemus youngi*, and (C) *Diphyllia ecaudata*. Dark shaded inserts represent cross-sectional views of the bone at the point indicated.



Nosní struktura má teplotu o 9 °C nižší než zbytek obličeje.



Tepelná izolace nosní struktury a udržovaný teplotní rozdíl mohou případně bránit interferenci vlastního tepelného záření.

Tepelné receptory umístěné v nose pak mohou optimálně detekovat vnější zdroje infračerveného záření (Kürten, Schmidt 1982).



Potravní specializace

Frugivorie



© Dewynter

Ametrida centurio



Vampyrodes caraccioli

Listonosi (Phyllostomidae)