

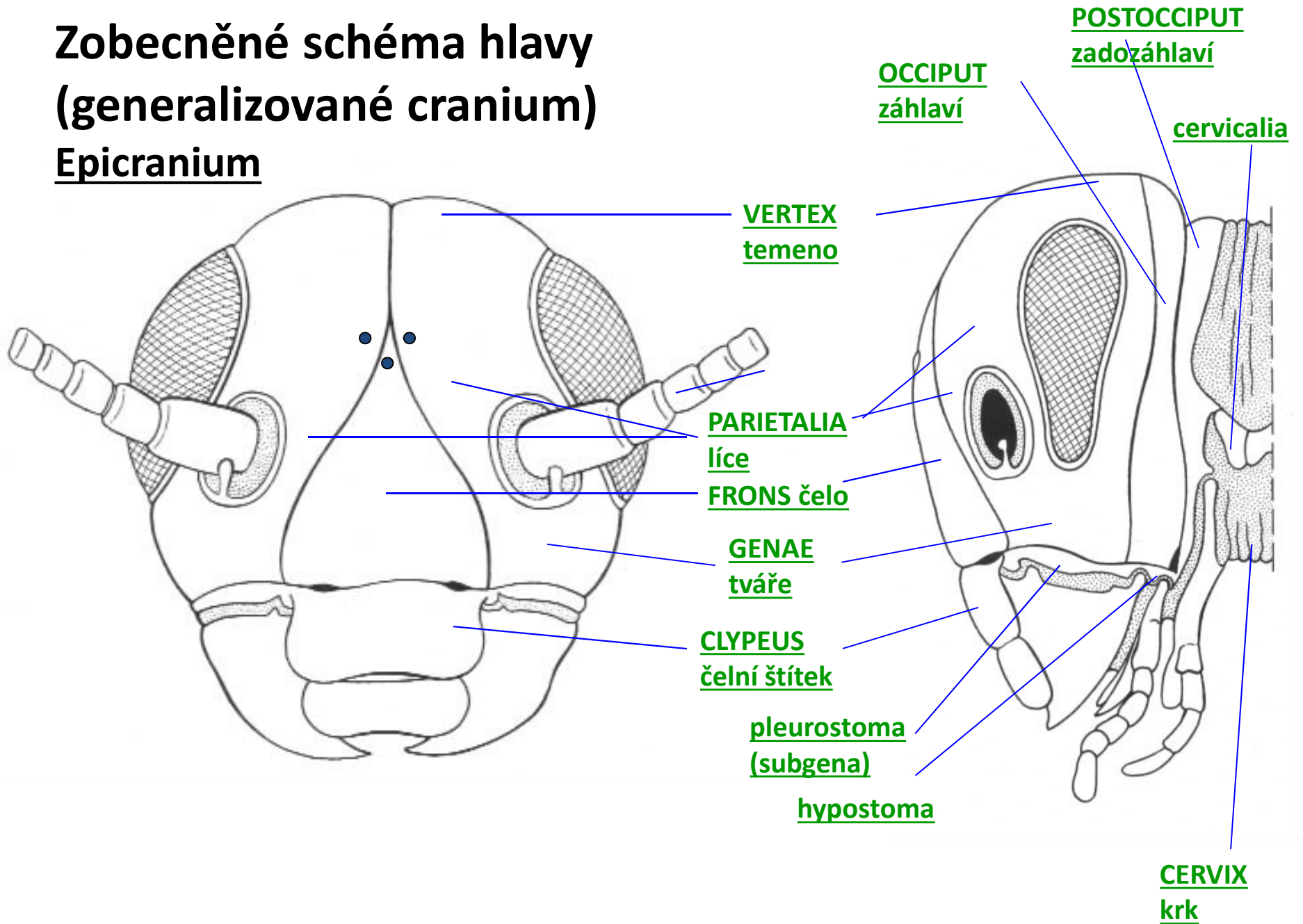
# Bi6760 Základy entomologie

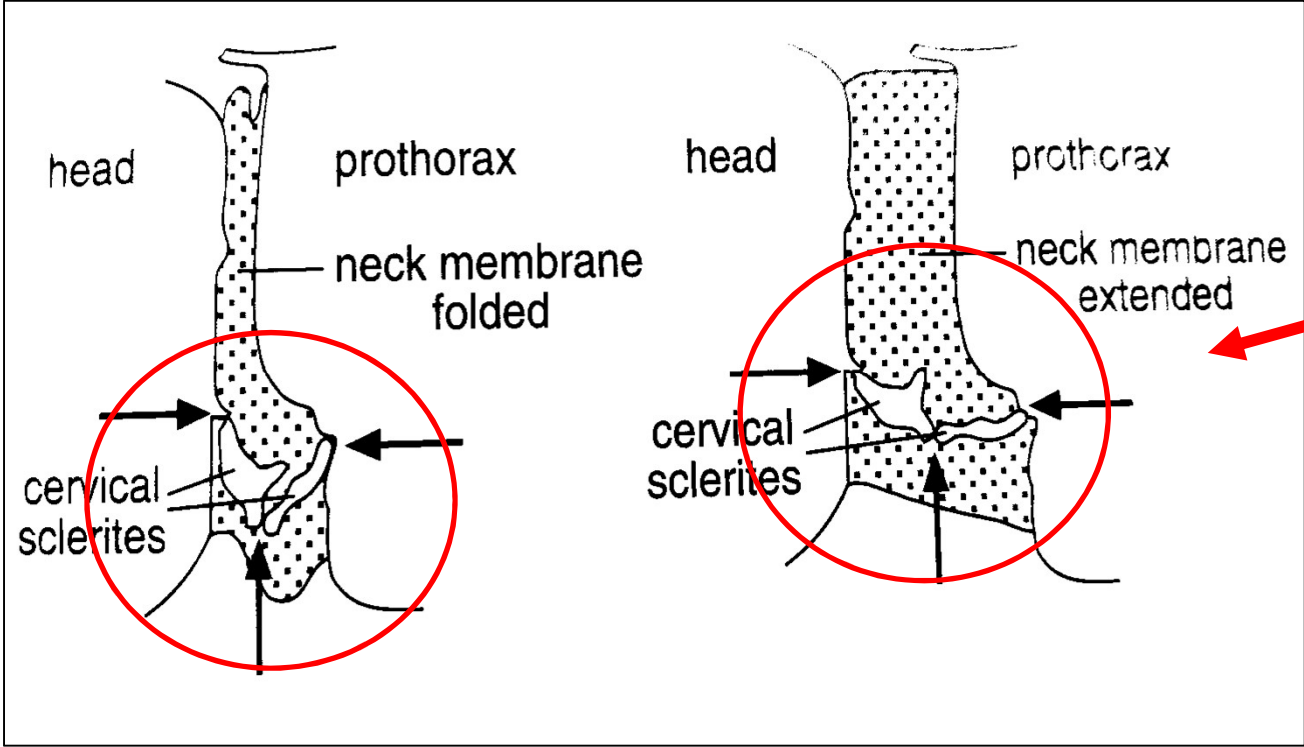
## 2. Hlava



Andrea Tóthová, Igor Malenovský  
*A31-111, tothova@sci.muni.cz*

# Zobecněné schéma hlavy (generalizované cranium) Epicranium

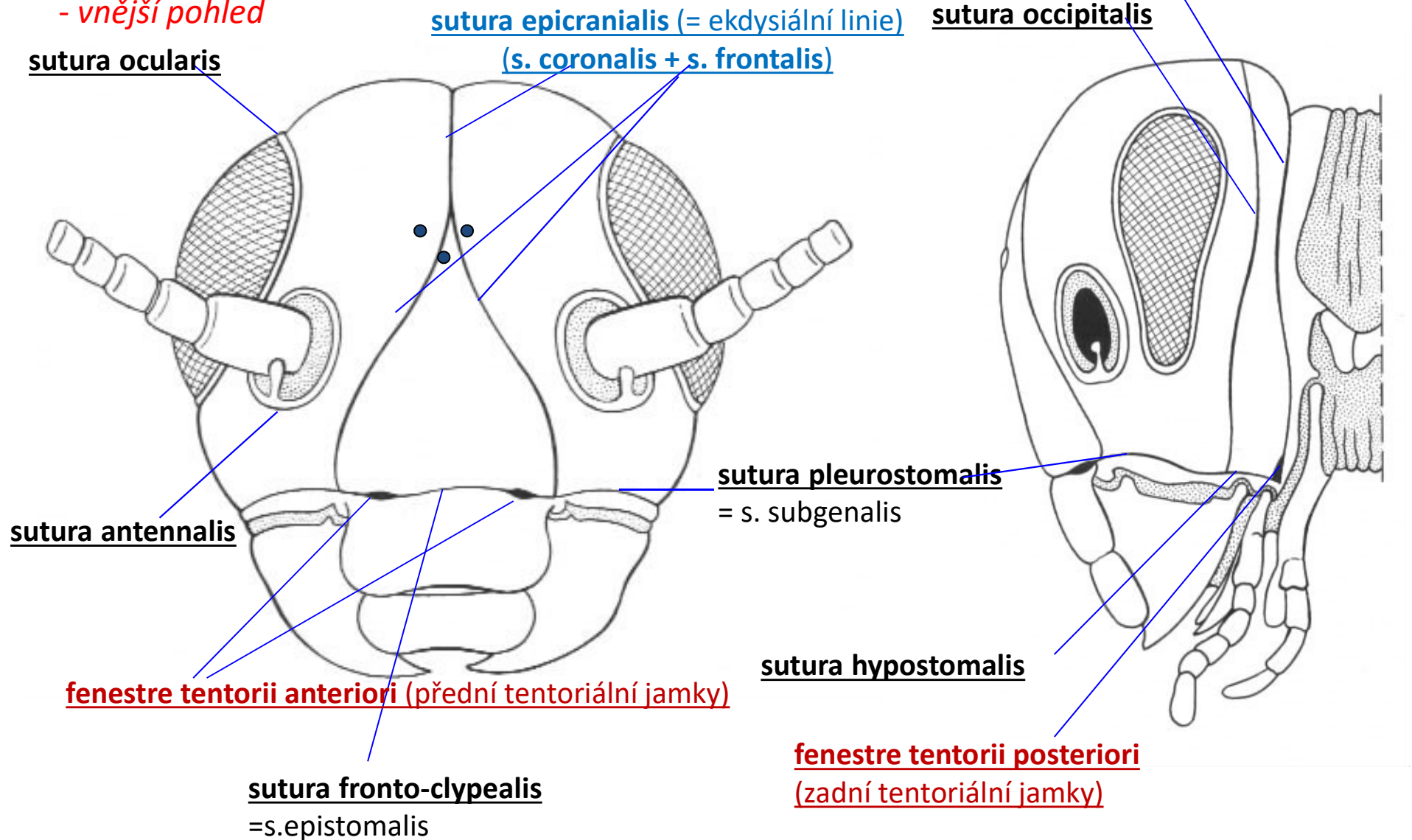




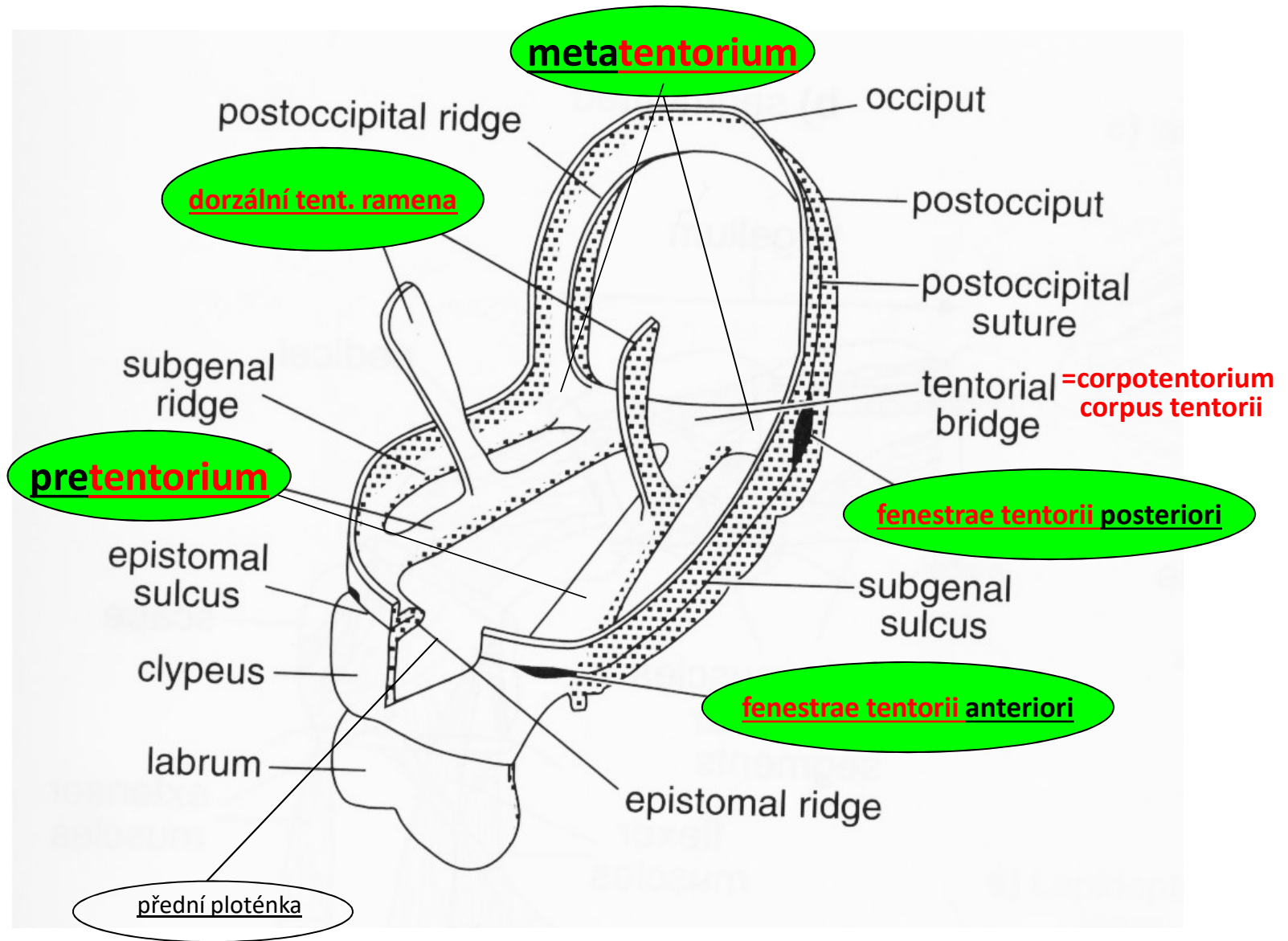
cervix

# Hlavové švy (suturae, sulci) a tentorium

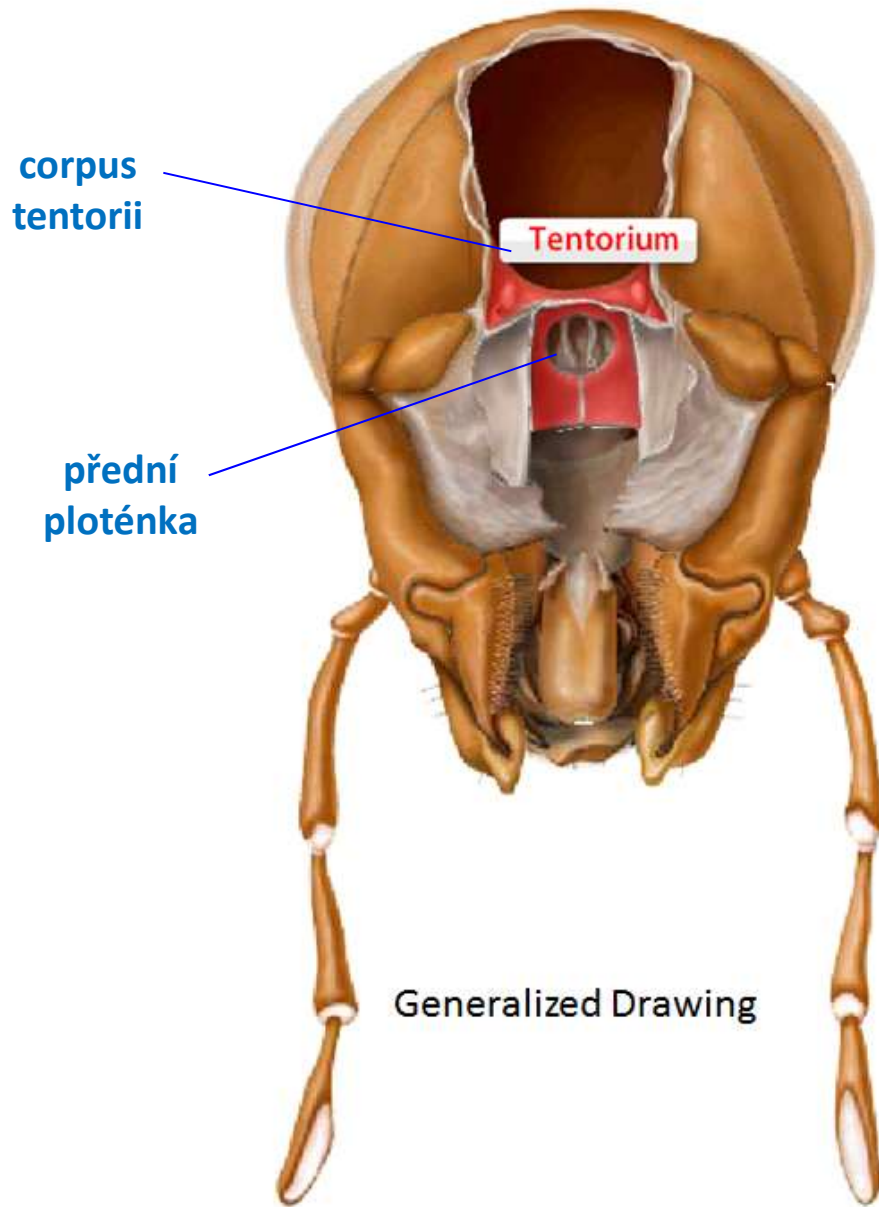
- vnější pohled



# Tentorium (vnitřní kostra hlavy, apodemy) - *vnitřní pohled*



DICTYOPTERA (kudlanky, švábi, termiti)



Blattodea: *Periplaneta americana* (šváb americký)

# Protažení hlavy



Hemiptera: Heteroptera:  
Hydrometridae (vodoměrkovití)



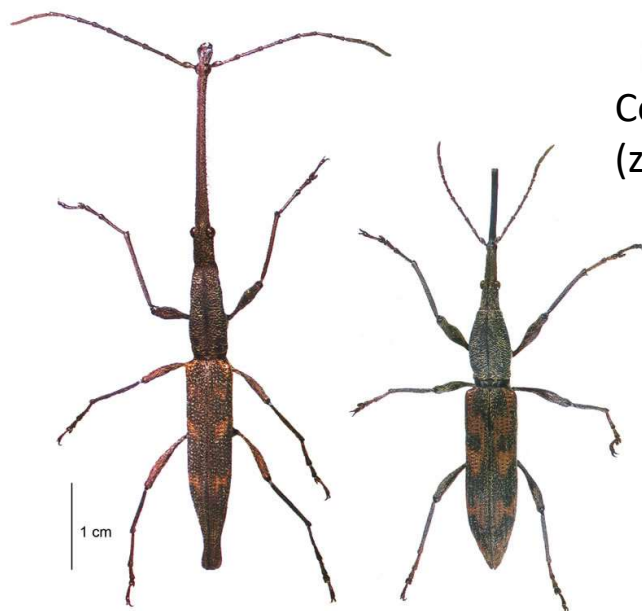
Coleoptera: Attelabidae  
(zobonoskovití)



Coleoptera:  
Curculionidae  
(nosatcovití)



Blattodea: Termitidae: Nasutitermitinae  
(kasta nasuti)



Coleoptera: Brenthidae (dlouhanovití)



Diptera: Tipulidae  
(tiplicovití)

Mecoptera (srpice)



# Výrůstky na hlavě



Hemiptera: Auchenorrhyncha:  
Fulgoridae (svítkovití)



Hemiptera: Auchenorrhyncha:  
Dictyopharidae (čelnatkovití)



Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae  
(nosorožci)

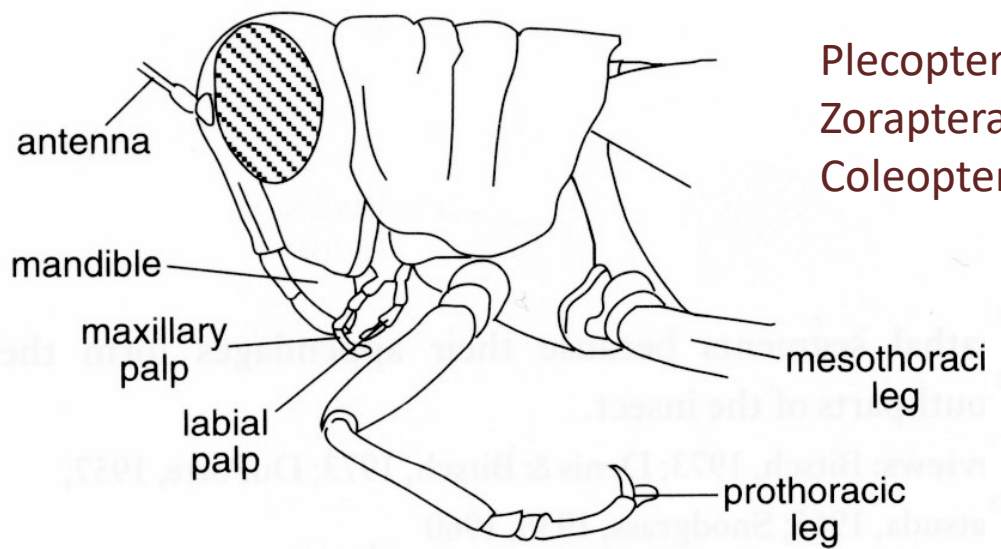
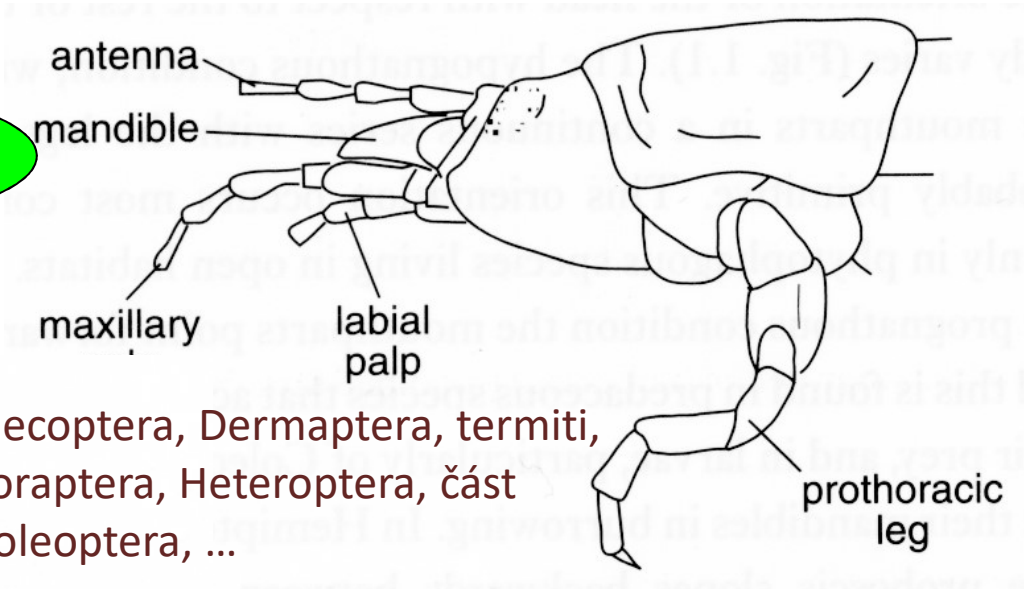


Coleoptera: Scarabaeidae:  
Scarabaeinae (vrubouni)

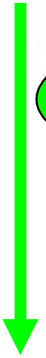


# Orientace hlavy

**prognátní**

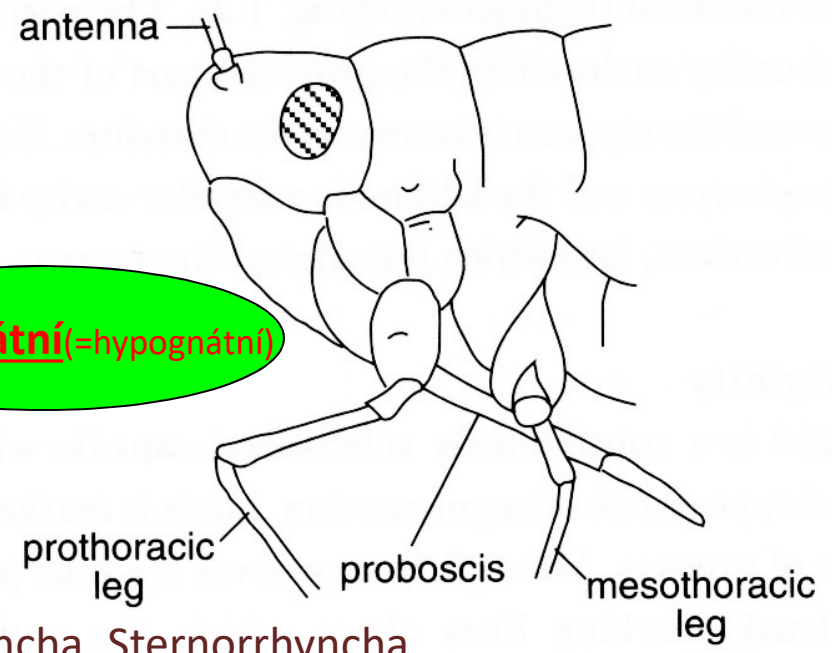


**hypognátní (=ortognátní)**



plesiomorfní:  
Ephemeroptera, Odonata, Orthoptera

**opistognátní (=hypognátní)**



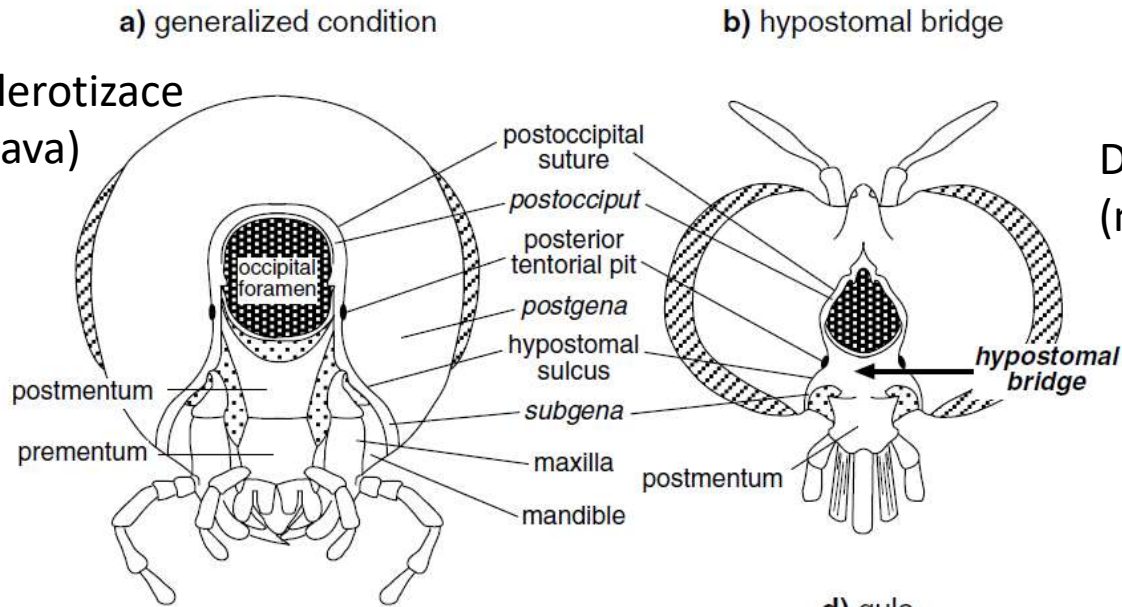


Diptera: Nycteribiidae (muchulovití):

**epignatie** – ú. ú. stočeno nahoru (reverze o  $180^\circ$ )

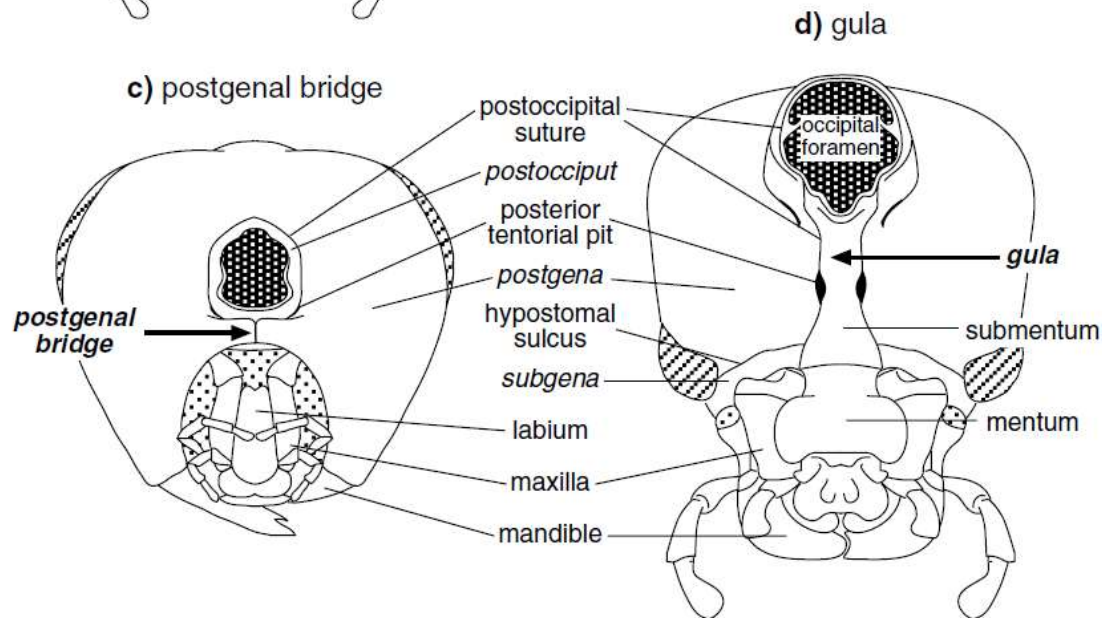
# Sklerotizace ventrální (spodní) části hlavy

bez ventrální sklerotizace  
(pantotremní hlava)



Diptera  
(mesotremní hlava)

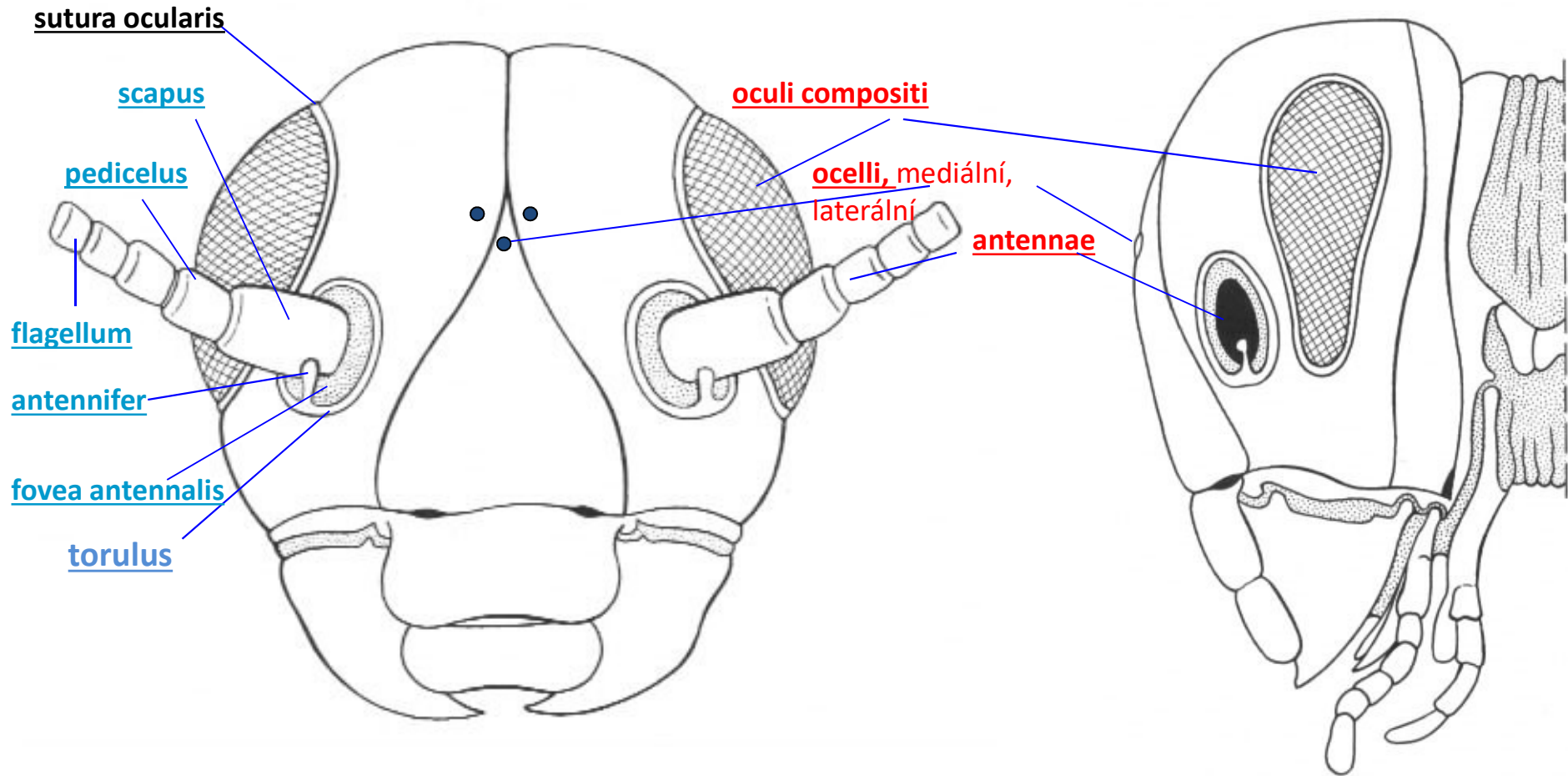
Hymenoptera:  
Vespidae



Coleoptera  
(akrotremní hlava)

# Generalizované cranium

## Oči a tykadla



- holoptická hlava



Odonata: Anisoptera

- dichoptická hlava



Odonata: Zygoptera



Diptera: Pipunculidae

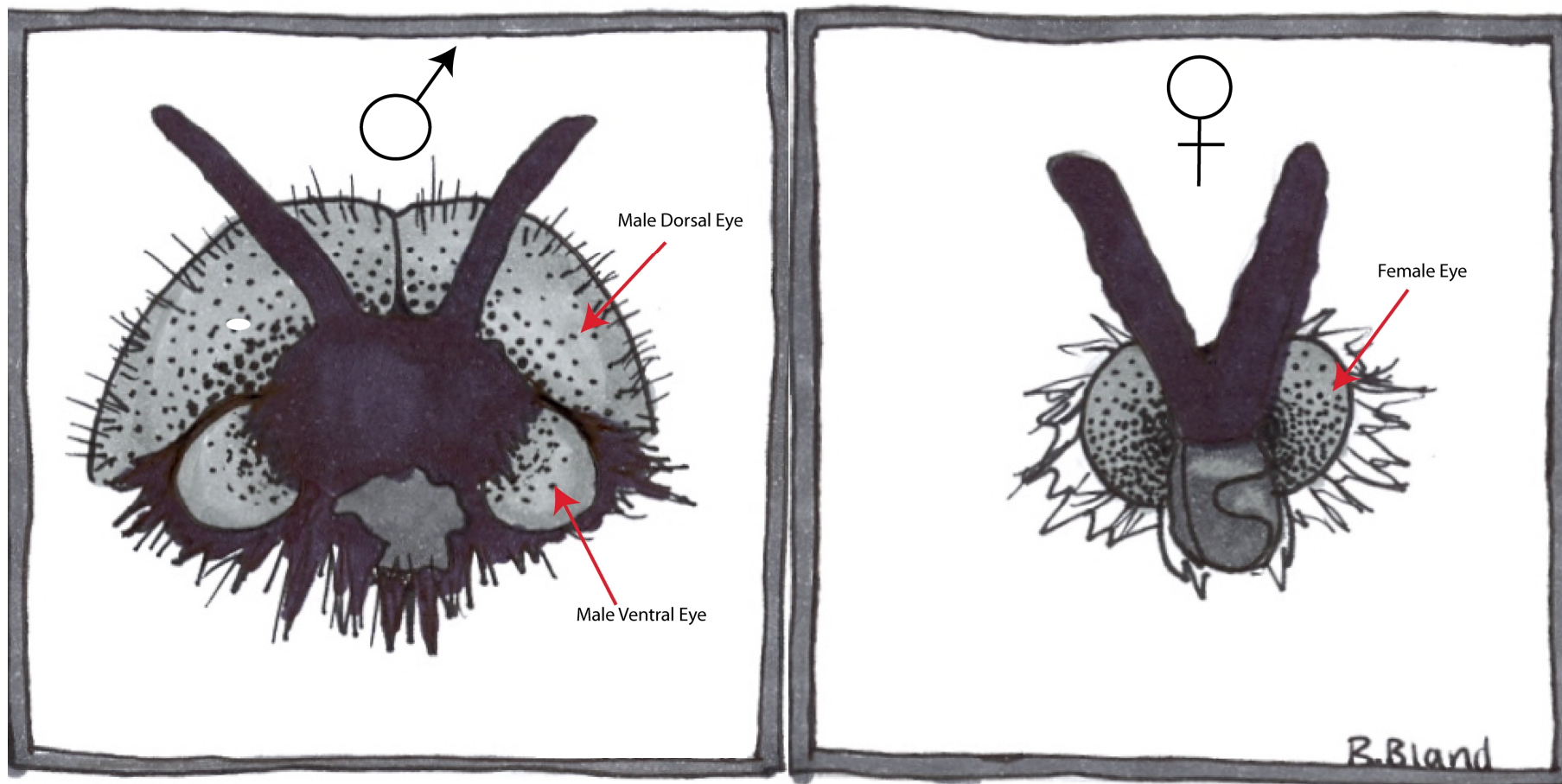


Diptera: Bibionidae (samec)



Diptera:  
Bibionidae (samice)

Bibionidae – holoptická hlava u samce vs dichoptická u samice

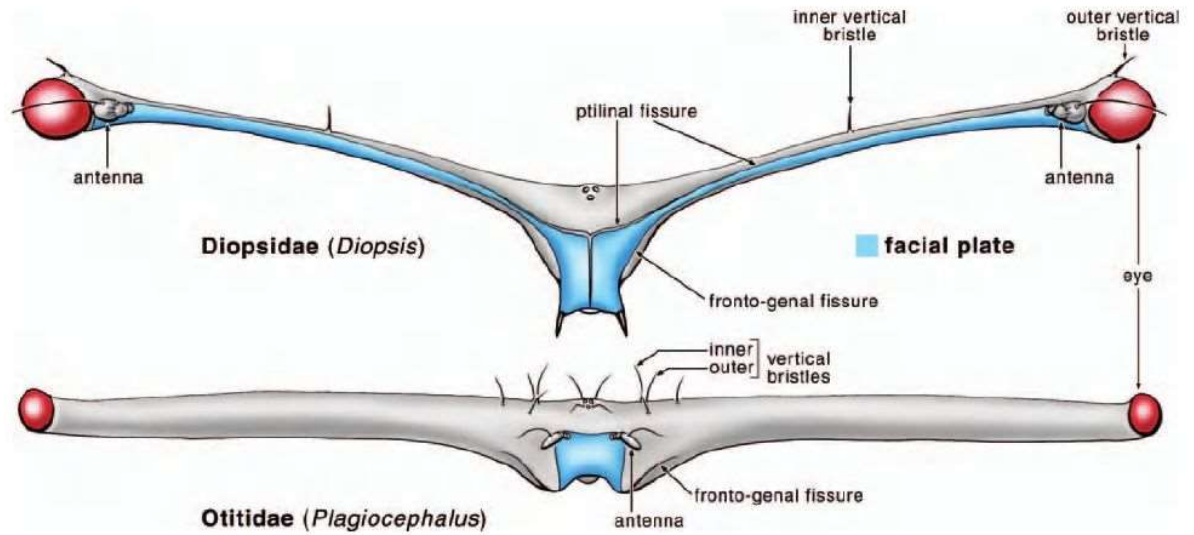


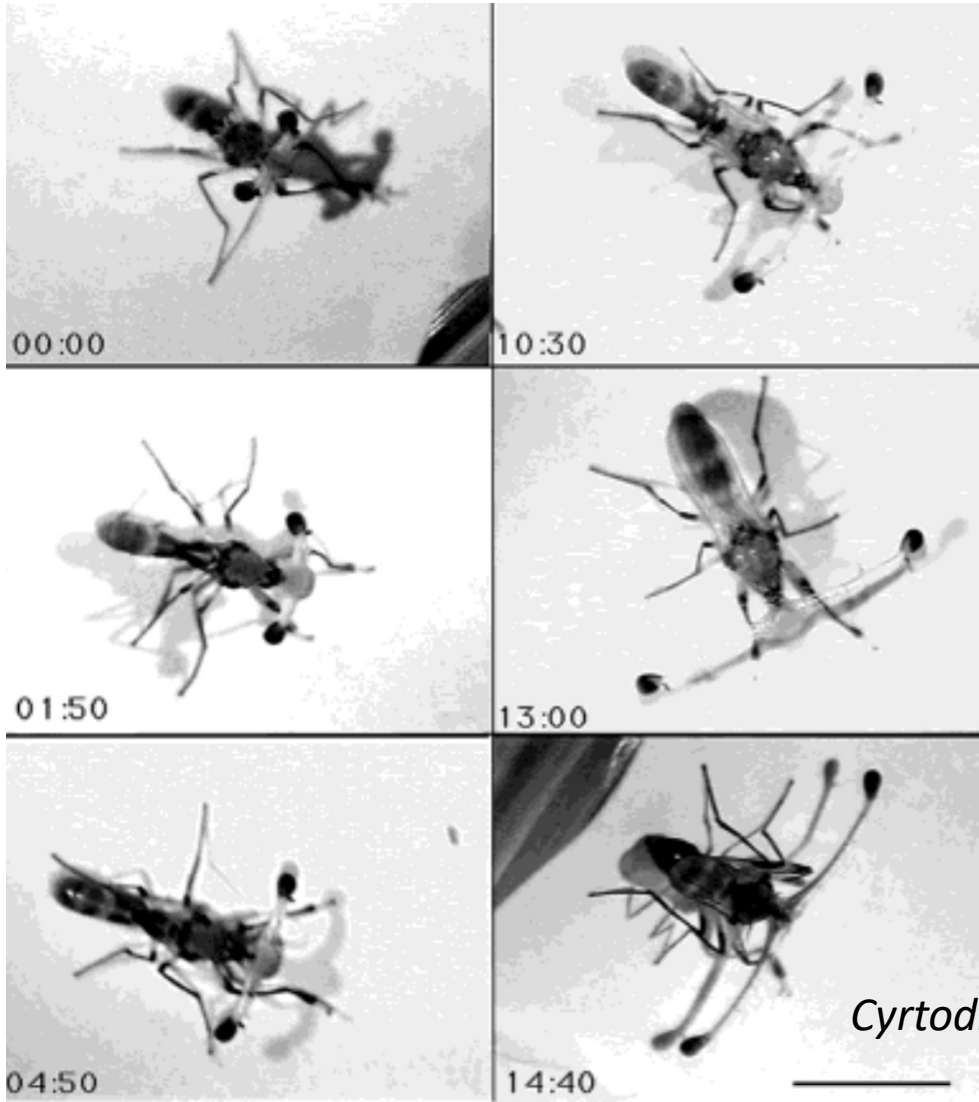


Diptera: Diopsidae

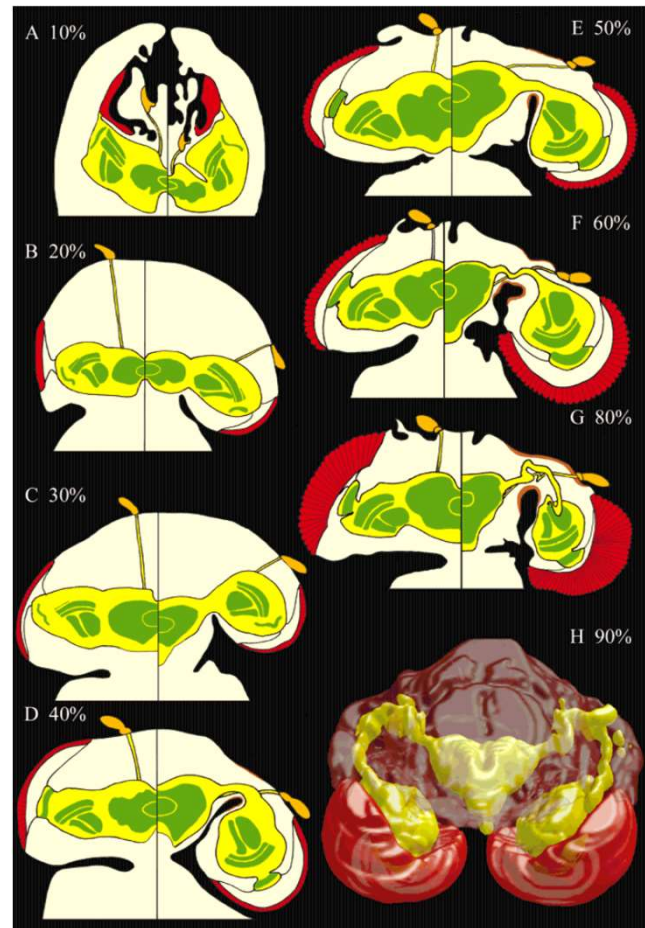


Diptera: Ulidiidae: *Plagiocephalus*



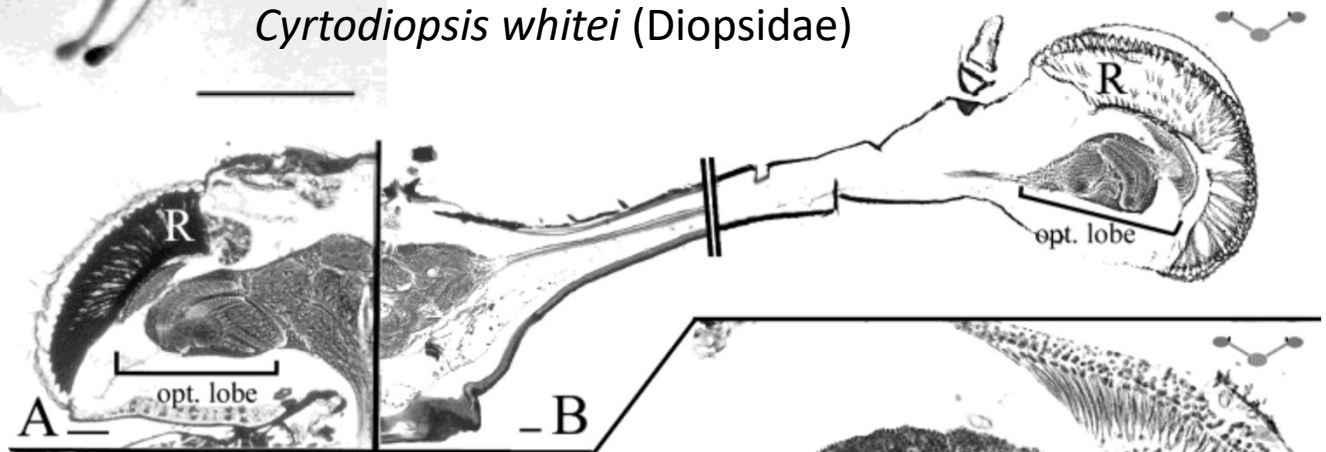


*Buschbeck et al. 2001*

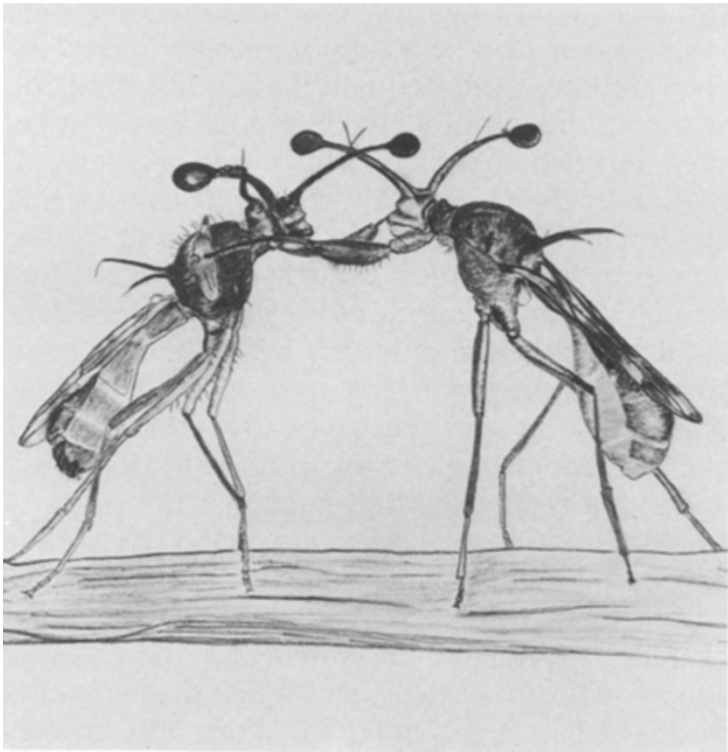
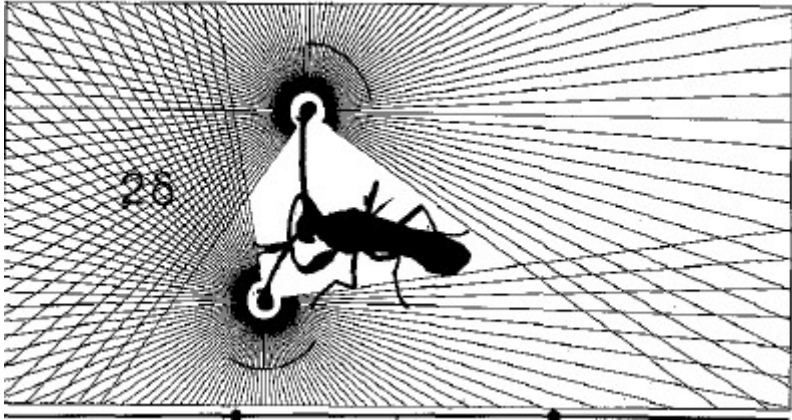


*Cyrtodiopsis whitei* (Diopsidae)

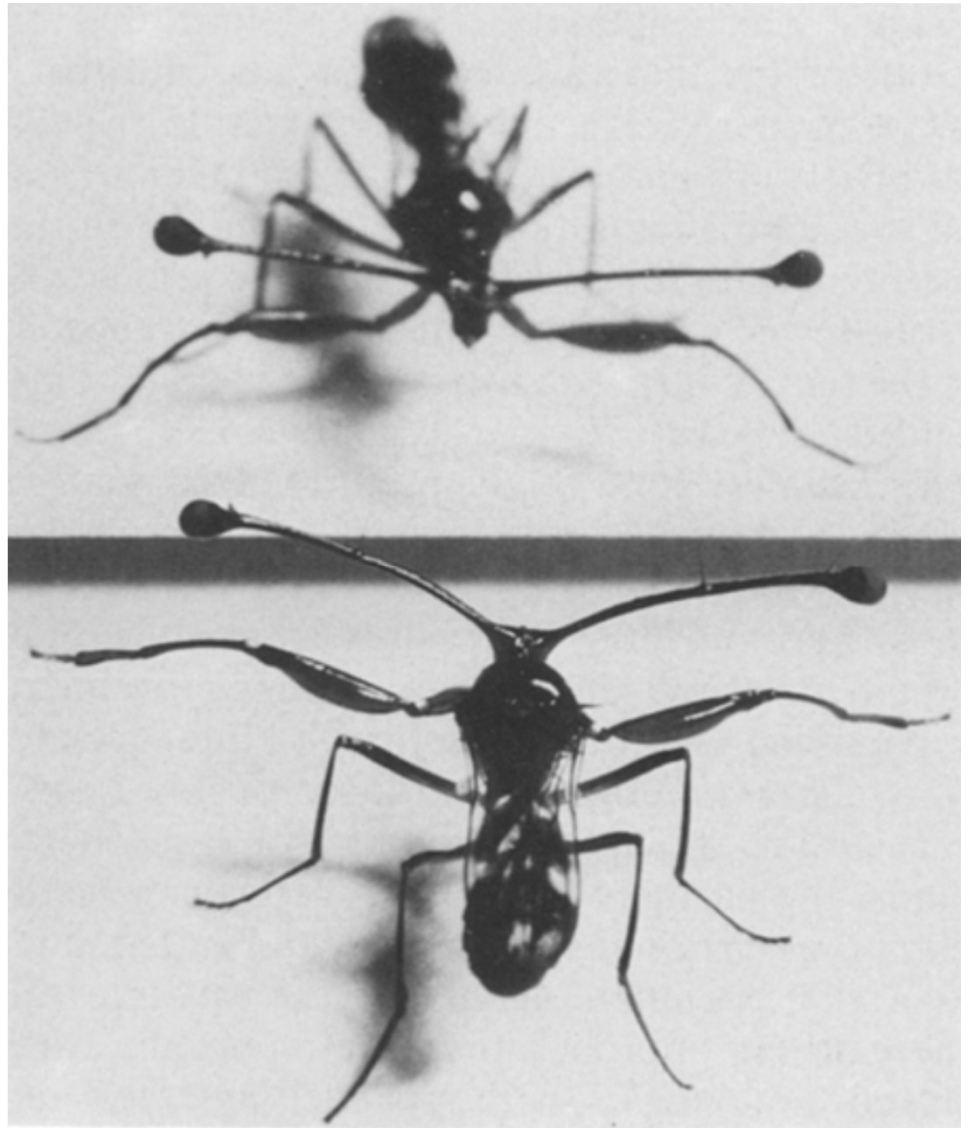
*Drosophila melanogaster*







*De la Motte & Burkhardt 1983*





© Durham  
www.DurmPhoto.com

Coleoptera: Gyrinidae (vírníkovití)  
- rozdělené oči nad a pod hladinou



Ephemeroptera (jepice)  
- turbanové oči u samců

© Matthias Lenke

## Redukce složených očí

- parazité a jeskynné druhy (troglóbionti)

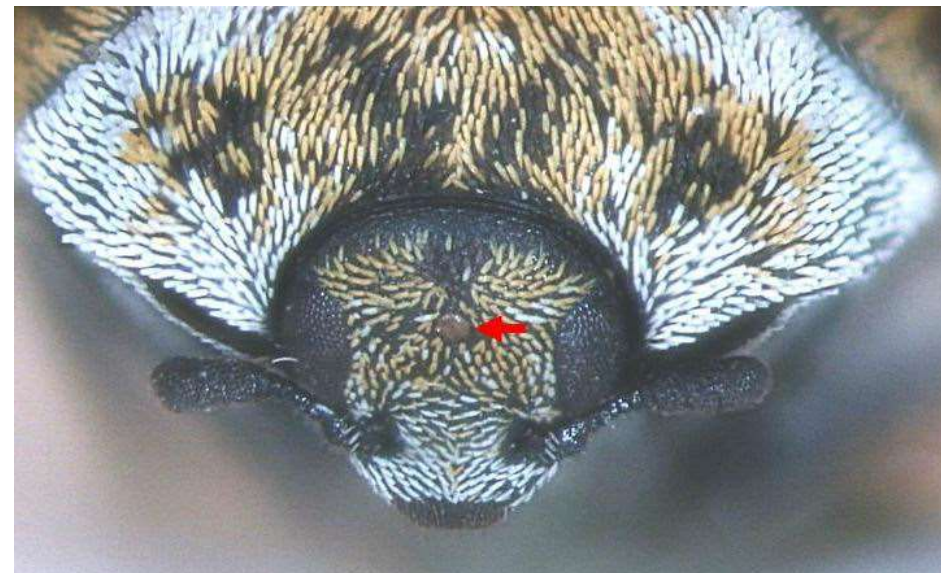


Coleoptera: Leiodidae: *Leptodirus*

Coleoptera: Dermestidae: *Anthrenus*

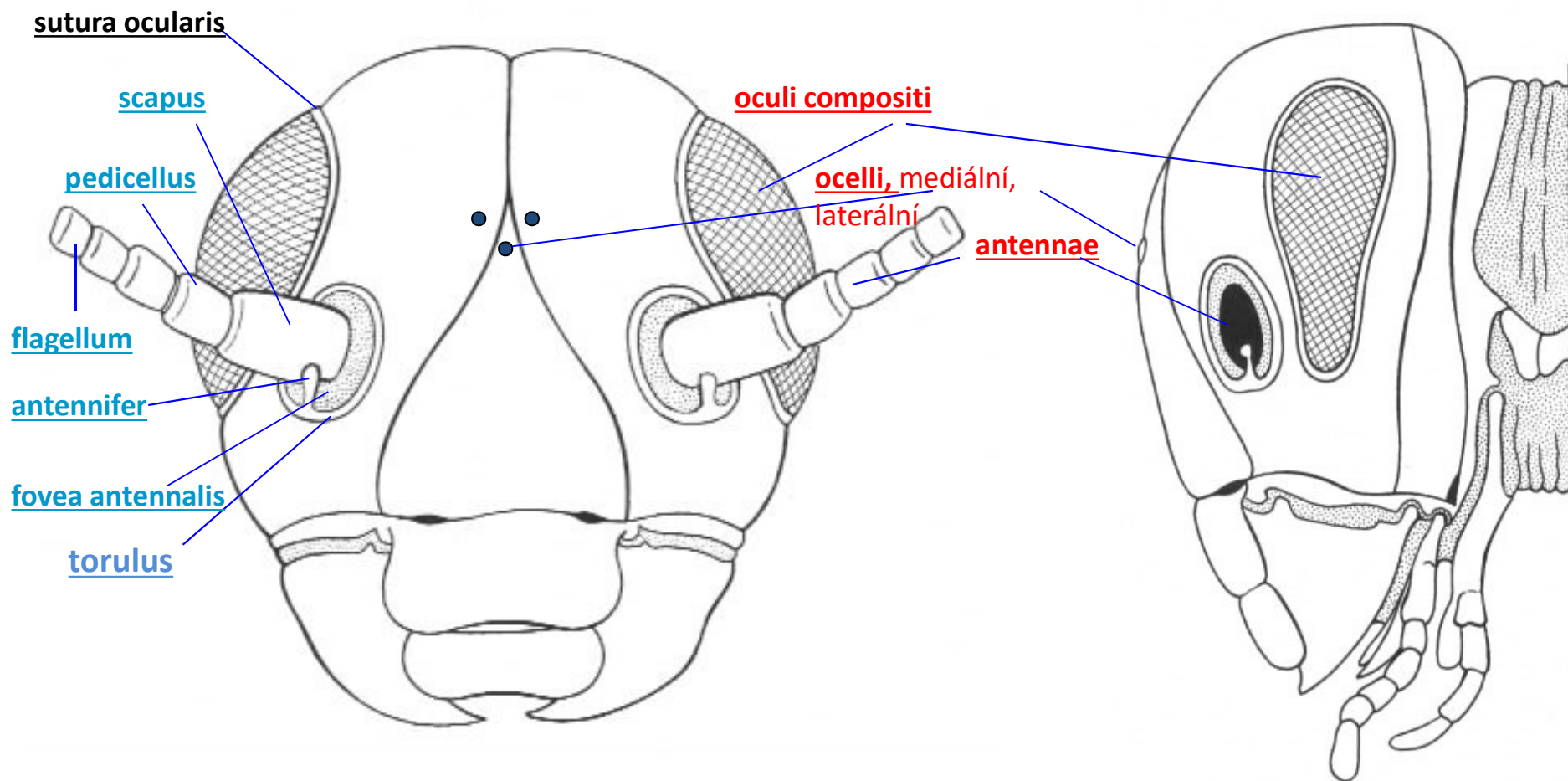
## Redukce jednoduchých oček

- často u larev
- samci třásněnek a červců
- apterní mšice
- vodní ploštice
- většina brouků (jedno očko – mediální - u kožojedů - Dermestidae)

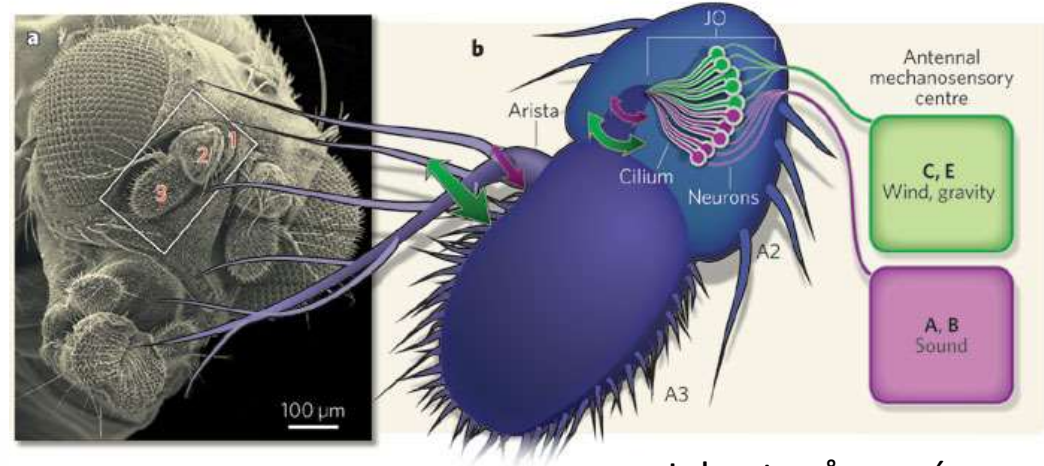


# Generalizované cranium

## Oči a tykadla

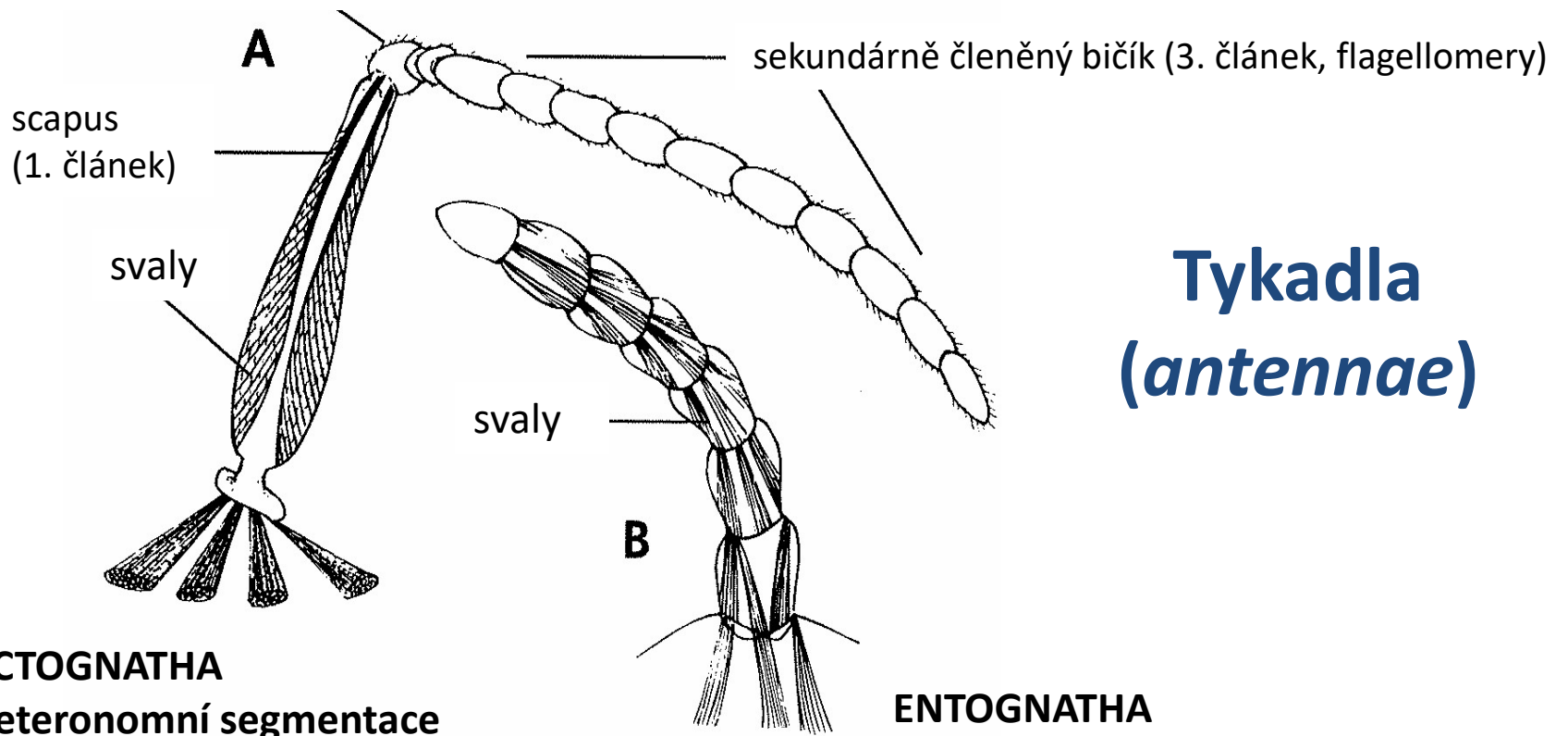


- ztráta svaloviny od 2. článku tykadel u Ectognatha
- přítomnost chordotonálního (Johnstonova) orgánu ve 2. tykadlovém článku u Ectognatha



Johnstonův orgán

pedicellus (2. článek)

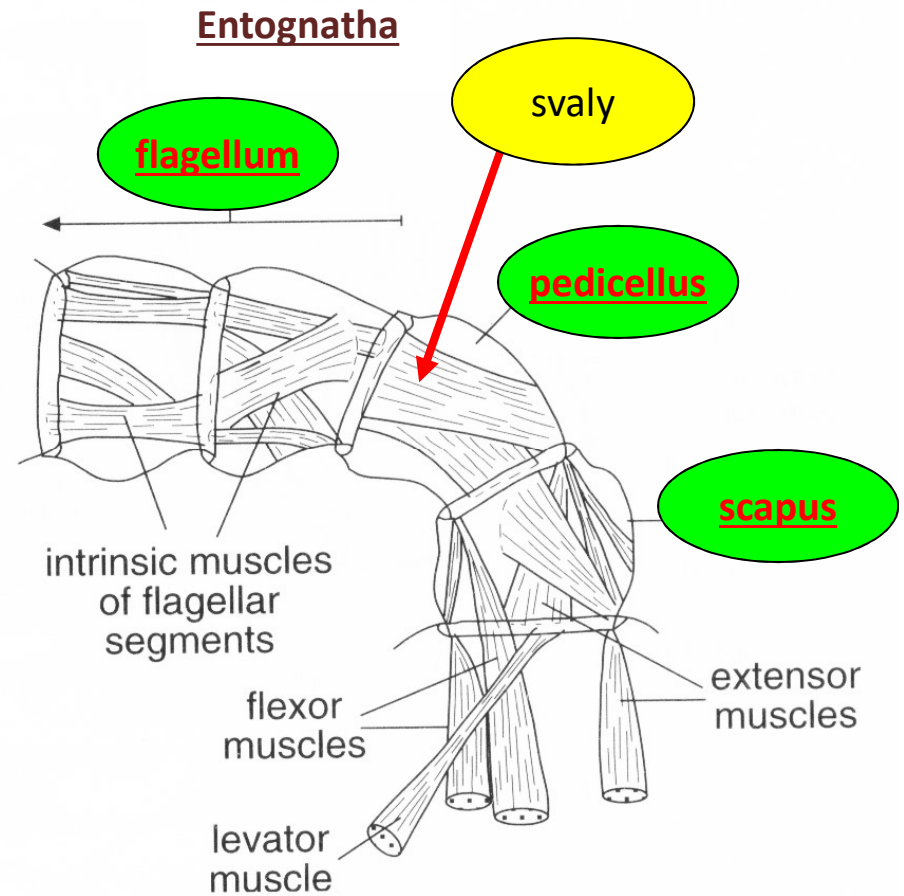
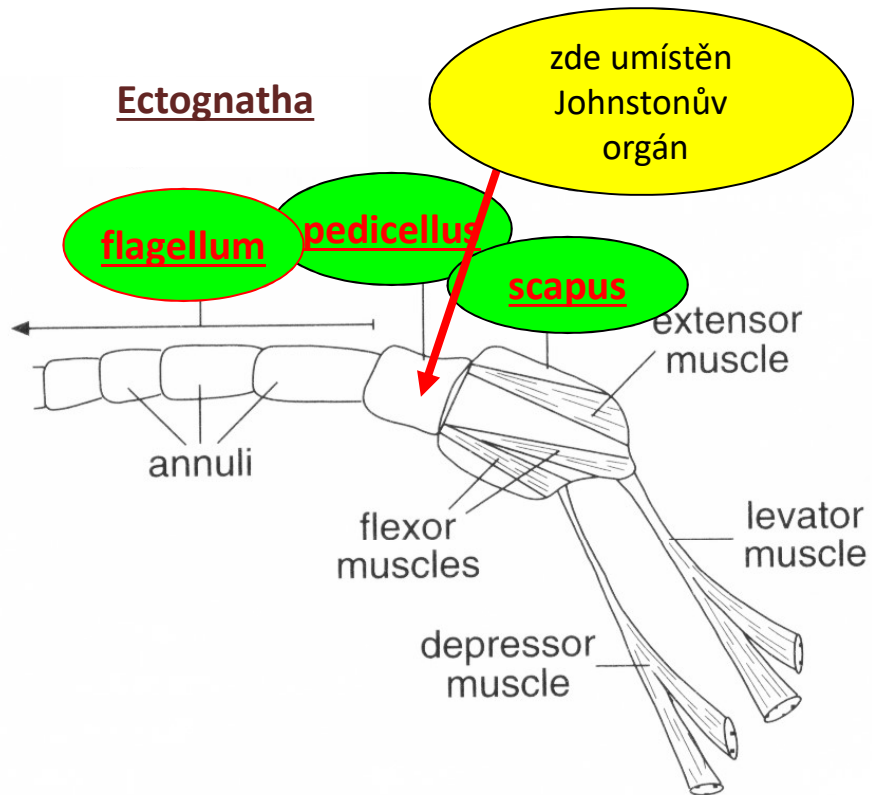


## Tykadla (*antennae*)

**ECTOGNATHA**  
heteronomní segmentace

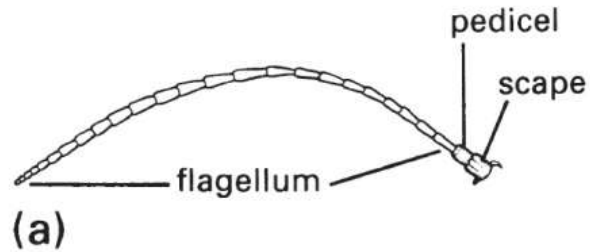
**ENTOGNATHA**  
homonomní segmentace

# Tykadla (*antennae*)

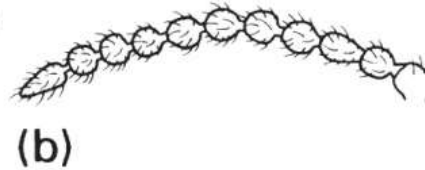


# Tvary tykadel

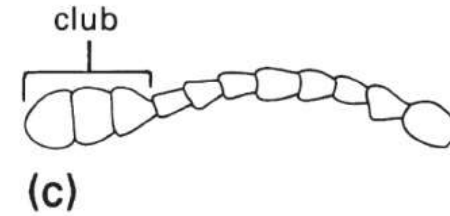
nitkovitá (filiformní)



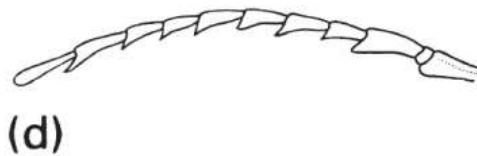
růžencovitá (moniliformní)



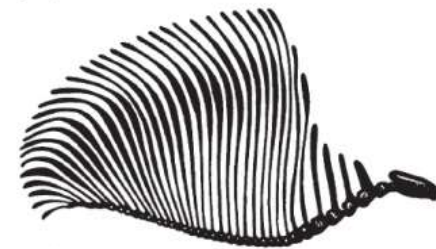
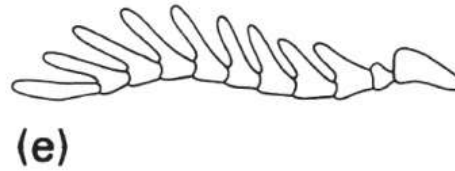
paličkovitá (klavátní)



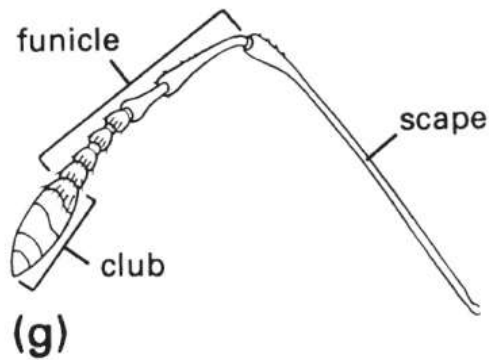
pilovitá (serátní)



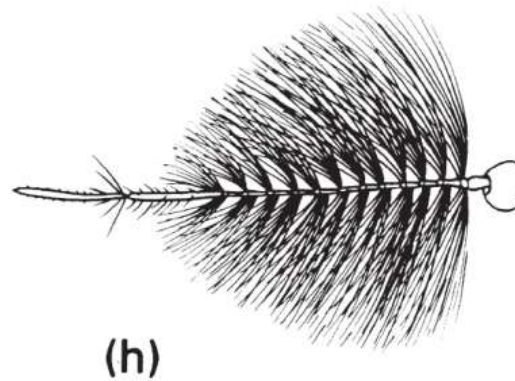
hřebenovitá (pektinátní)



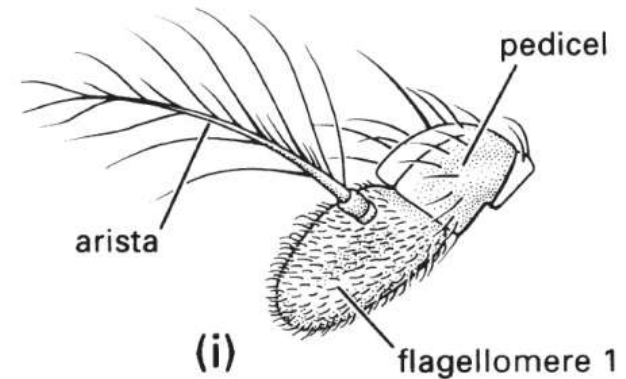
vějířovitá (flabelátní)



lomená (genikulátní)



péřitá (plumózní)

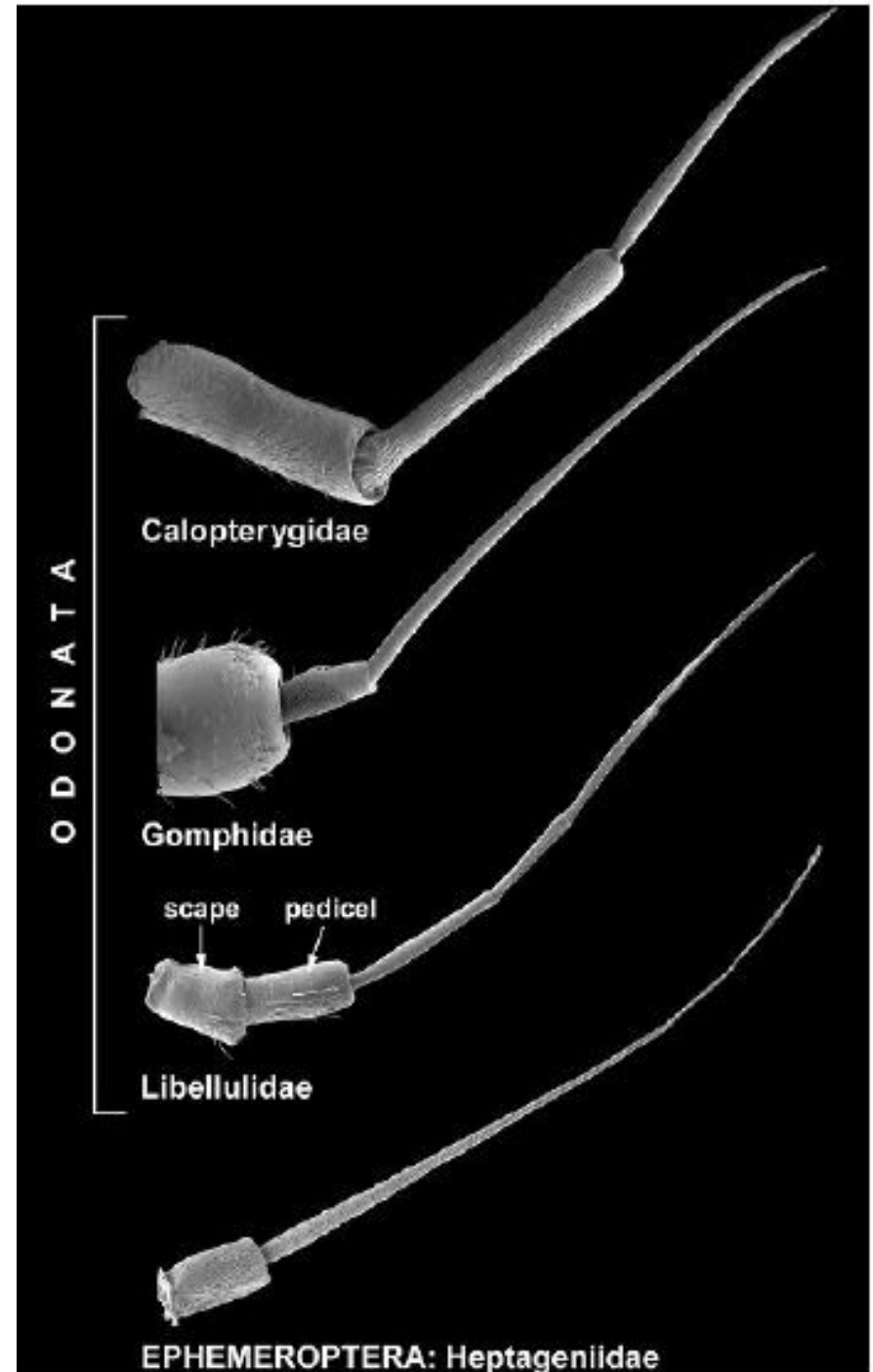


aristátní

- Ephemeroptera, Odonata:  
krátká tykadla se  
štetinovitým bičíkem,  
pedicel delší než scapus

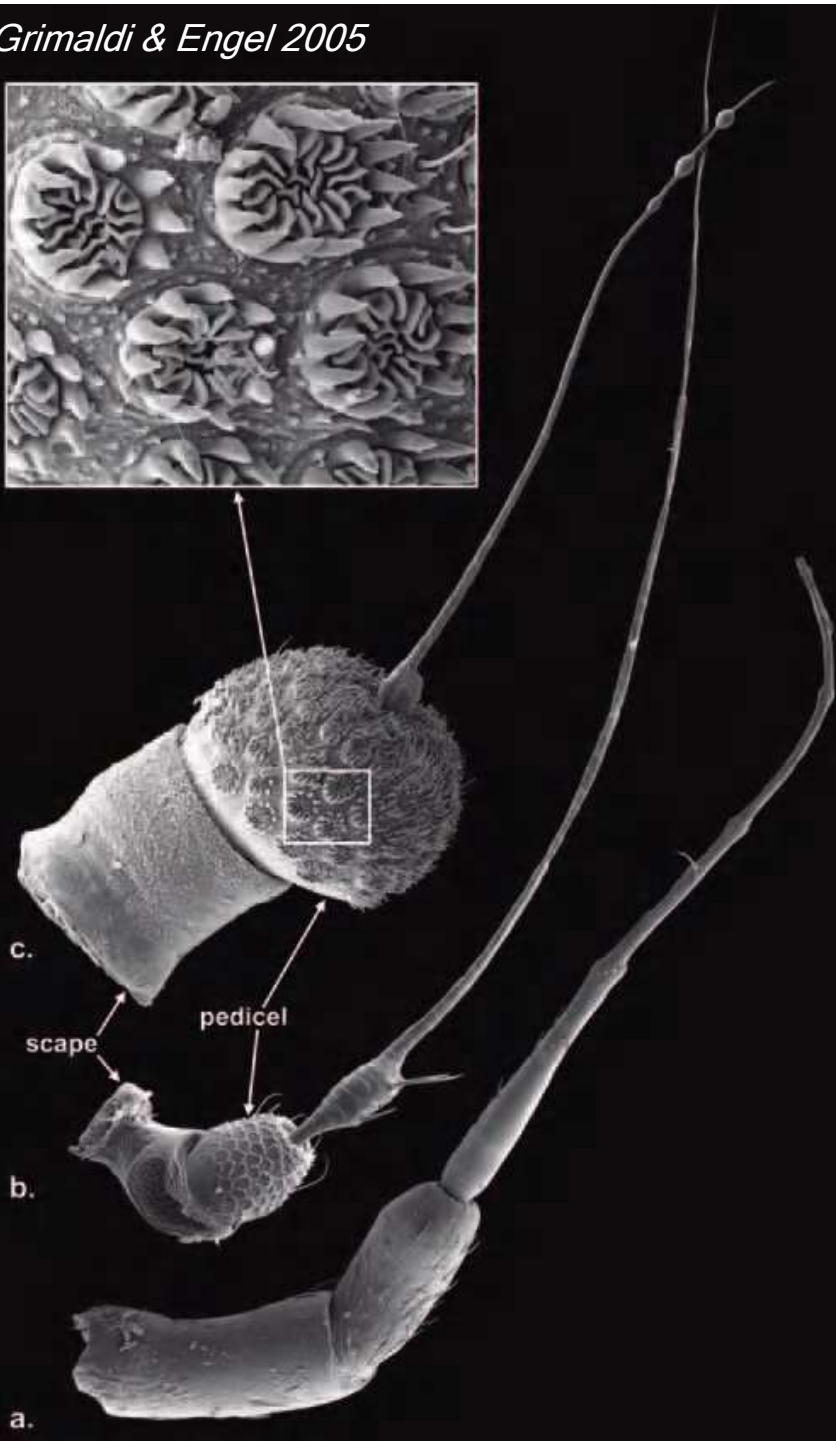
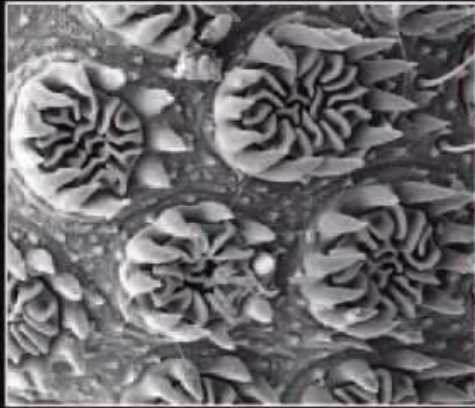


*Grimaldi & Engel 2005*





Grimaldi & Engel 2005



# Hemiptera: Auchenorrhyncha (křísi)

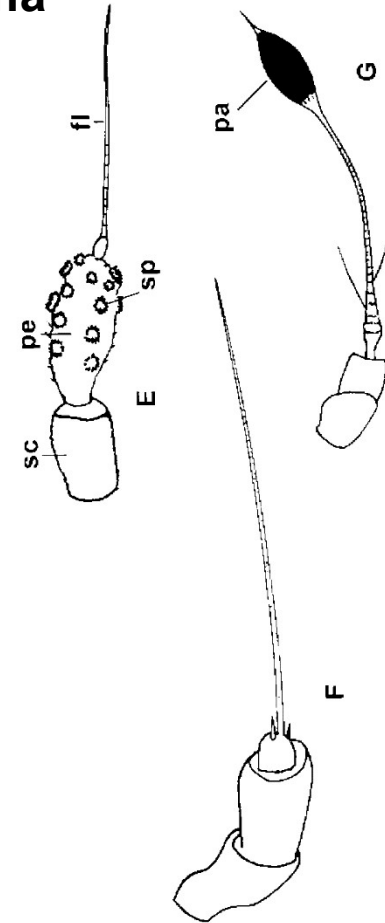
## Fulgoromorpha

flagellum

sensilla  
placodea

pedicellus

scapus



## Cicadomorpha

Ossiannilsson 1978

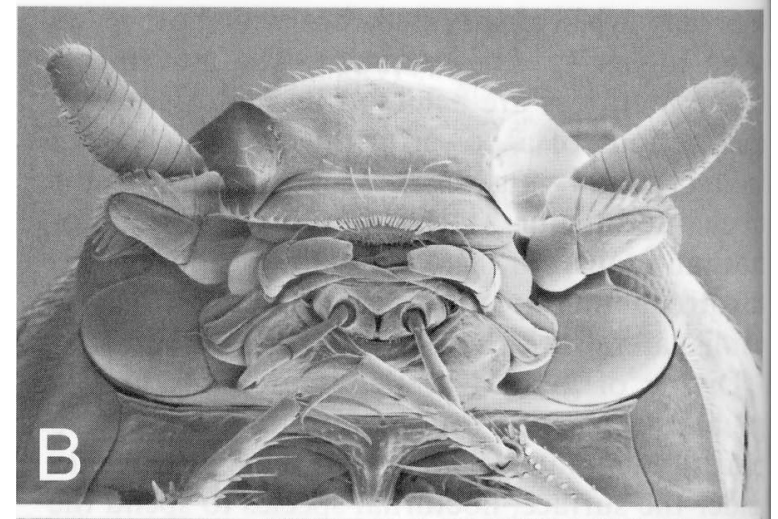
- *Platypsyllus castoris* (Coleoptera: Leiodidae, blecháč bobří), vodomilovití (Hydrophilidae), vodanovití (Hydraenidae): tykadla uzpůsobená k zachycení bubliny vzduchu (*antennae respiratores*)



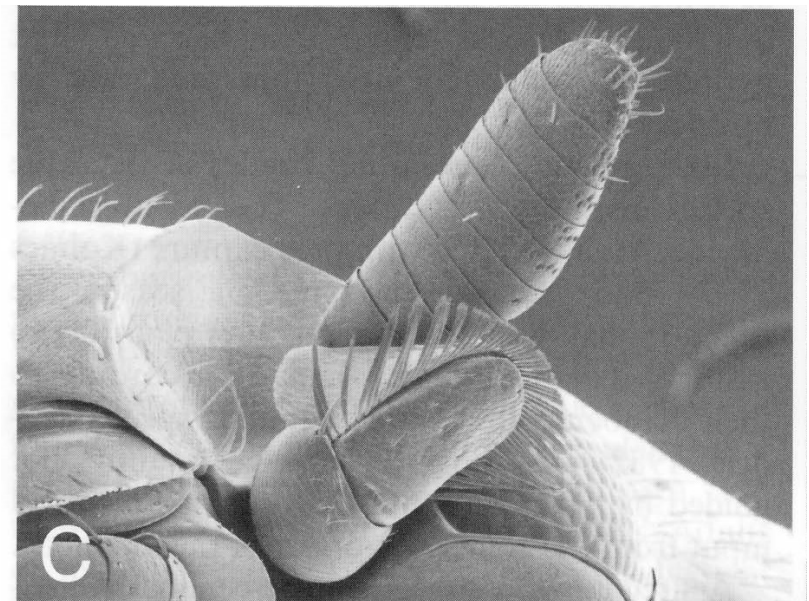
*Platypsyllus castoris*

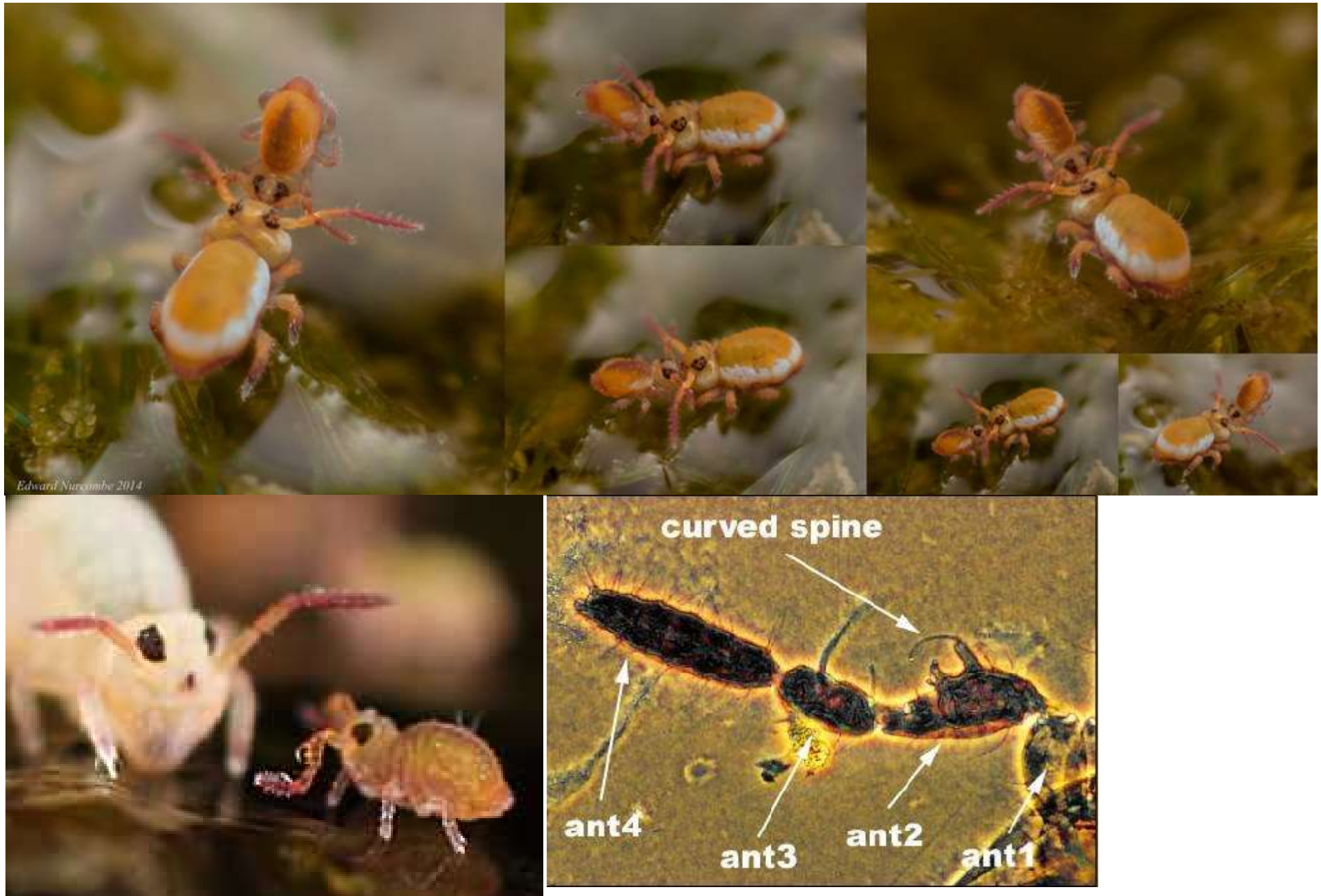


*Hydrophilus piceus*



- Coleoptera: Gyrinidae (vírníci): tykadla uzpůsobená k vnímání vlnění vodní hladiny

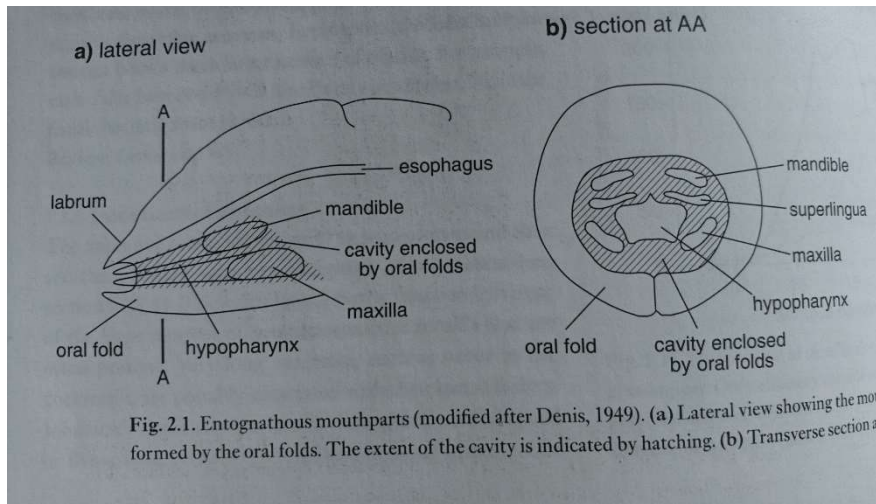




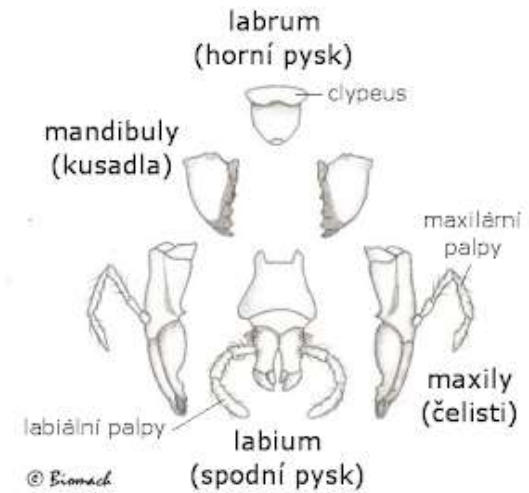
Collembola: Sminthuridae: *Sminthurides* (podrepka): samec používá modifikovaná tykadla k uchopení samice při páření

# ÚSTNÍ ÚSTROJÍ

## Entognátní



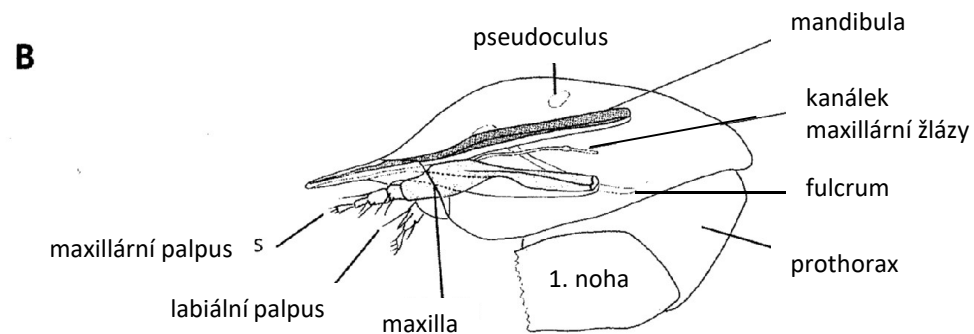
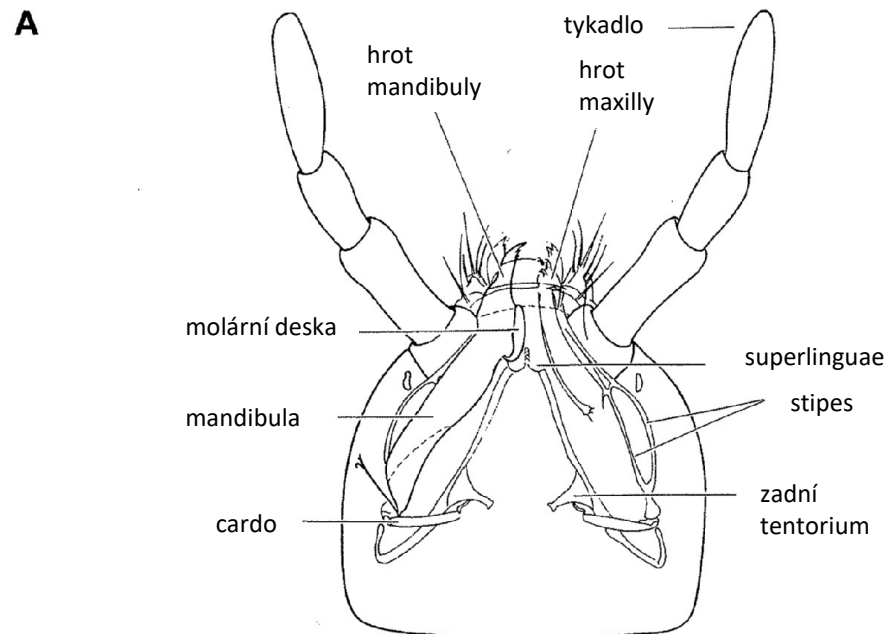
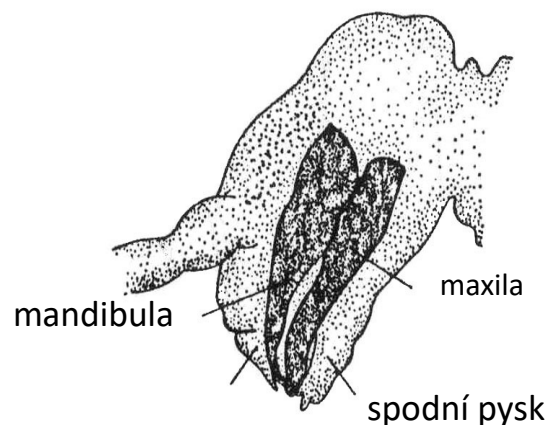
## Ectognátní



# Třída ENTOGNATHA (skrytočelistní)



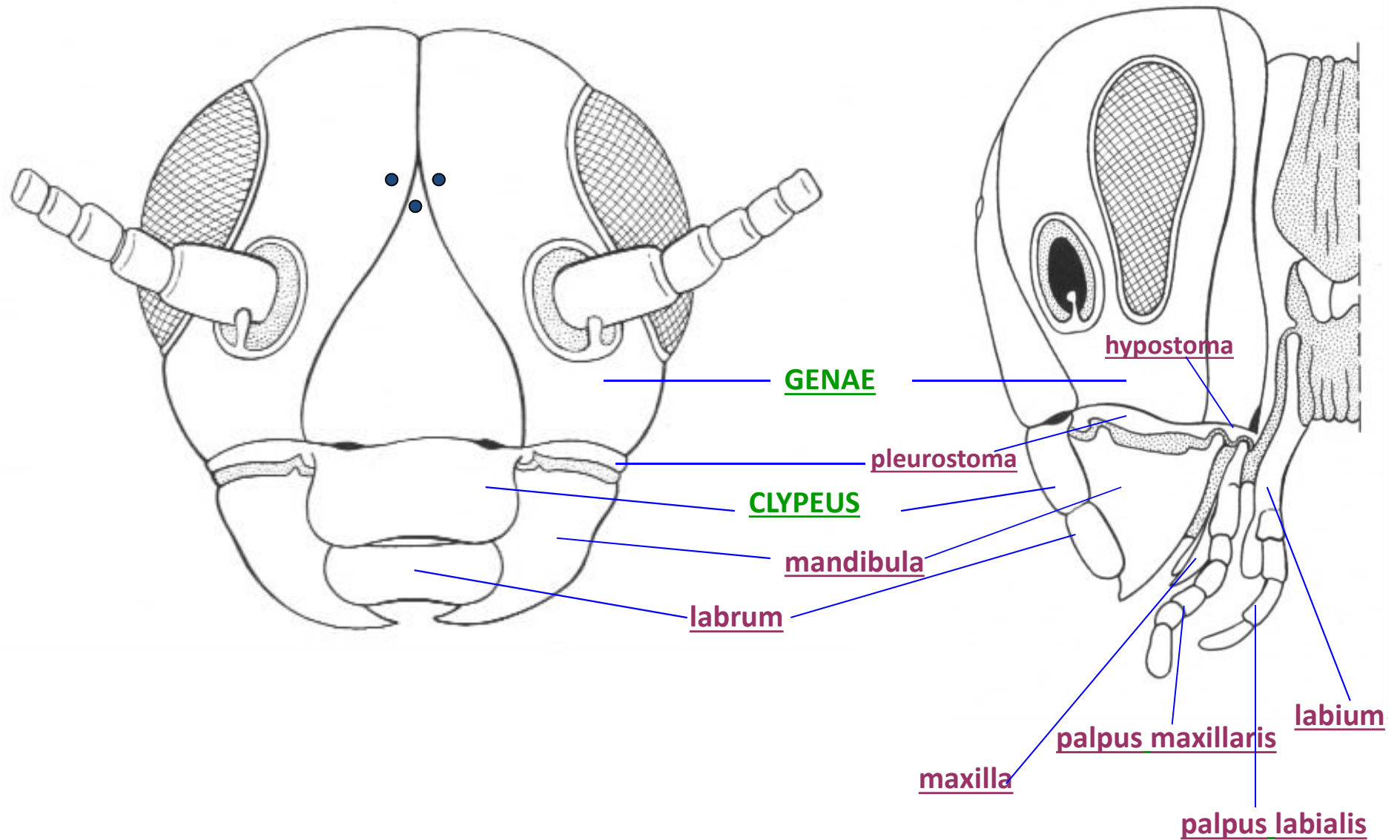
Ventro-frontální pohled na hlavu chvostoskoka

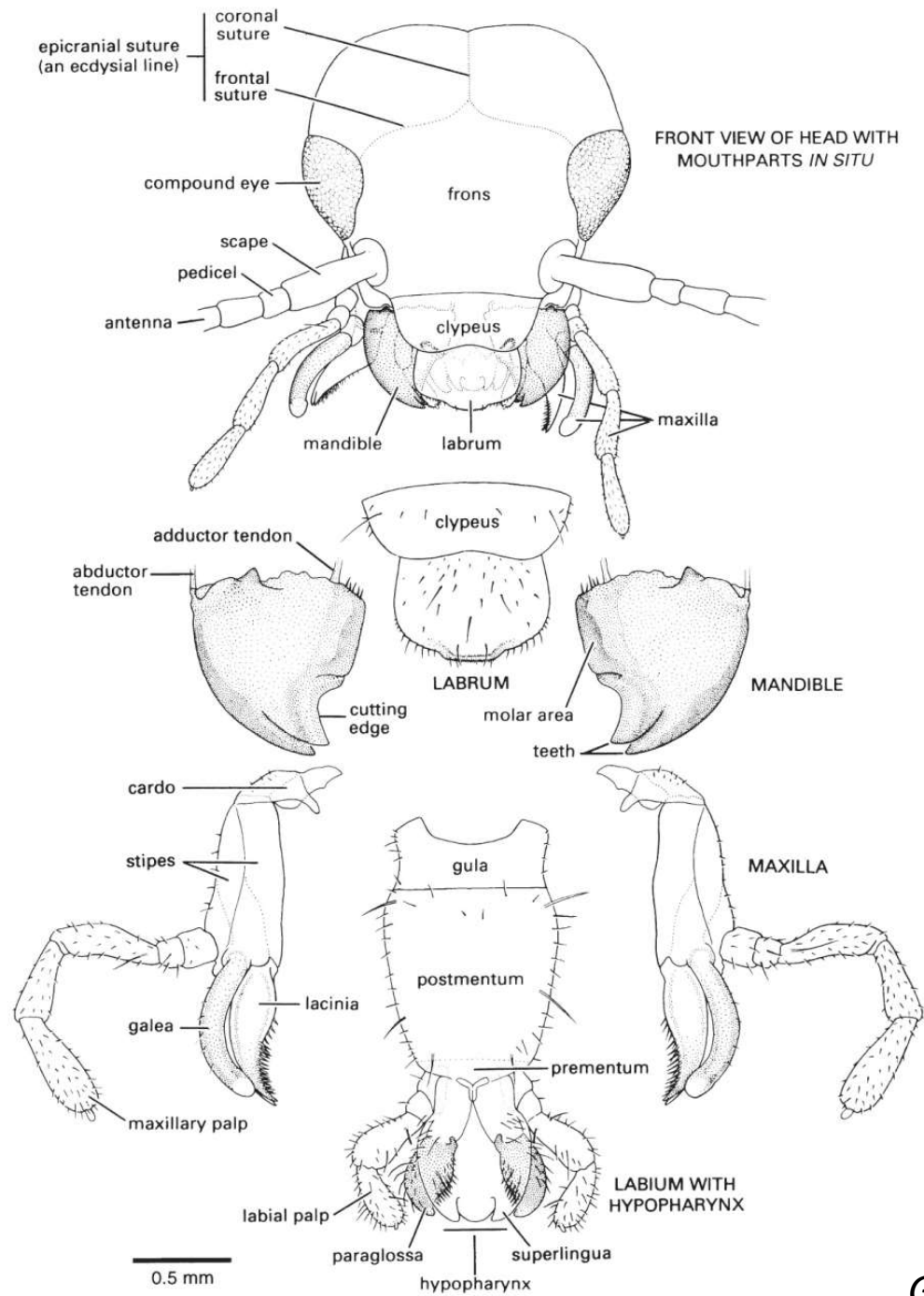


A – dorsální pohled na hlavu chvostoskoka *Folsomia candida*

B – laterální pohled na hlavu hmyzenky *Acerentomon* sp.

# Ústní ústrojí - ECTOGNATHA (jevnočelistní)





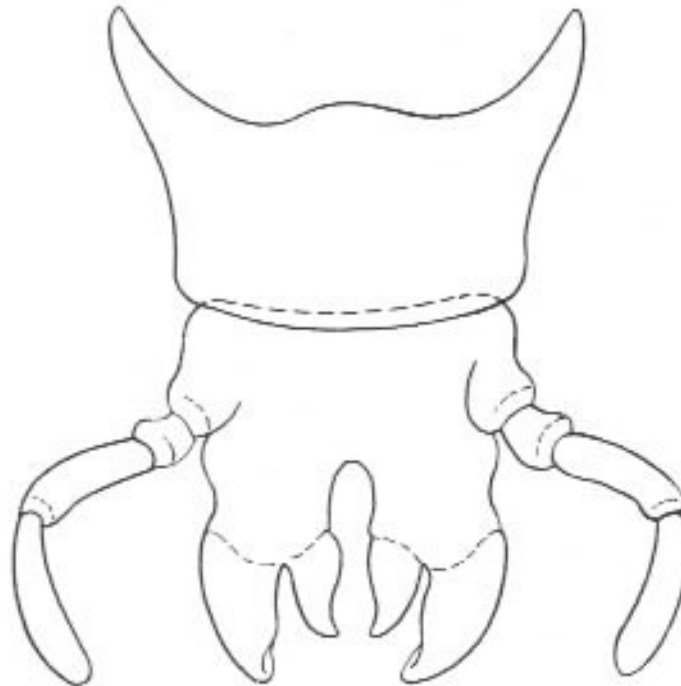
*Forficula auricularia*  
 (škvor obecný)  
 Dermaptera

# Ústní ústrojí kousavé – základní typ

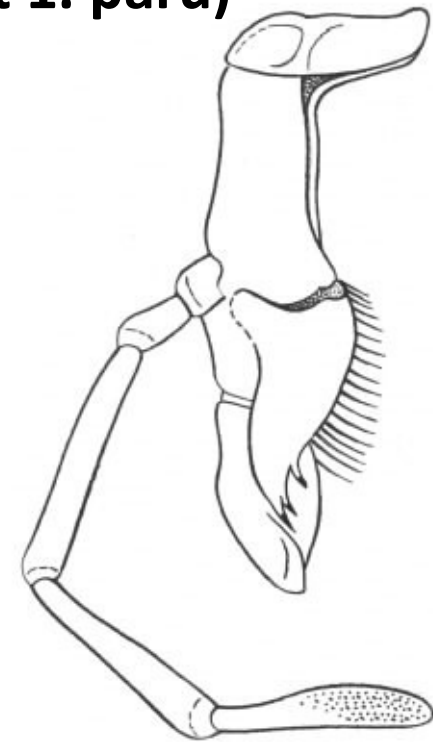
**Mandibula  
(kusadlo)**



**Labium  
(spodní pysk,  
srostlé čelisti 2. páru)**

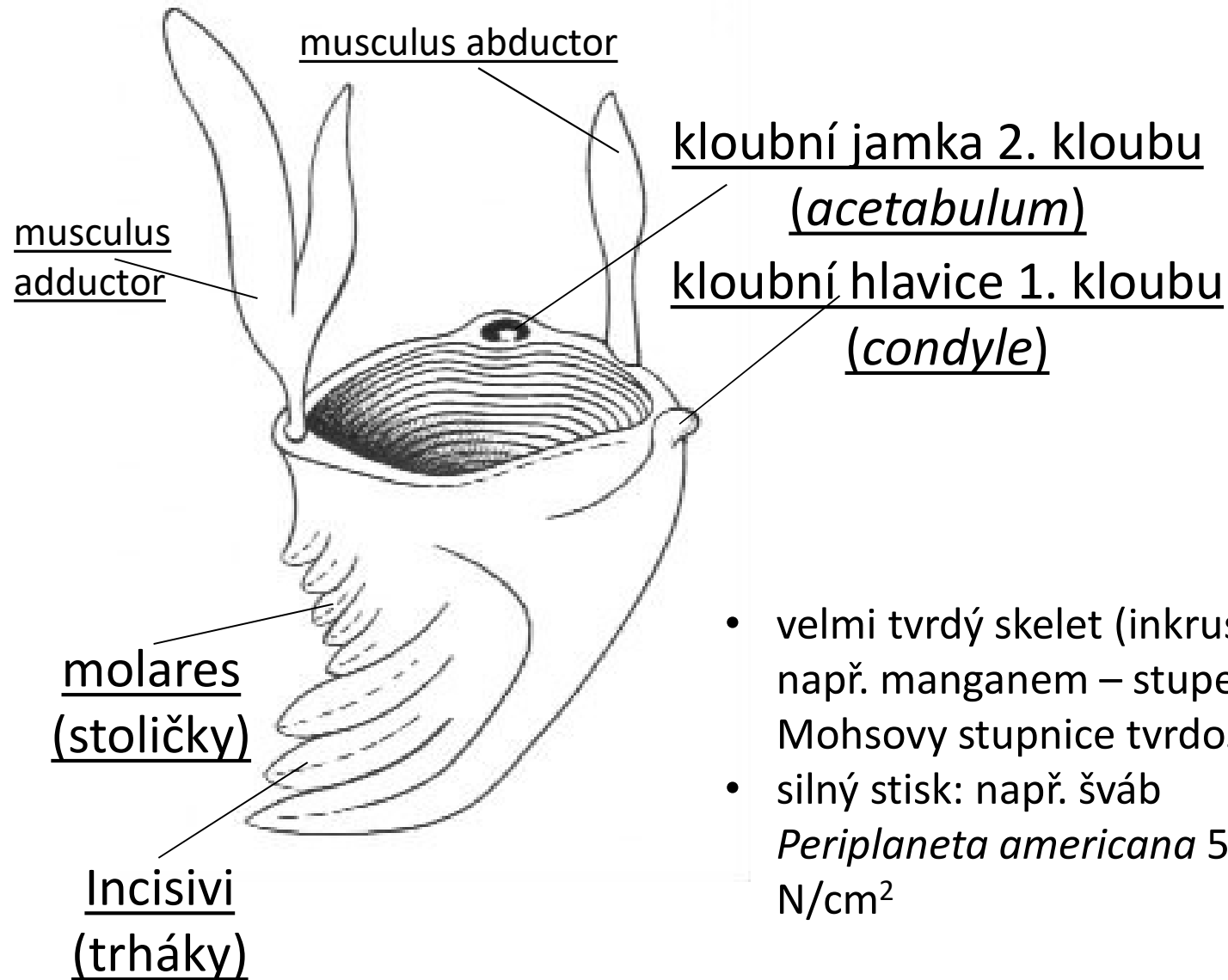


**Maxilla  
(čelist 1. páru)**





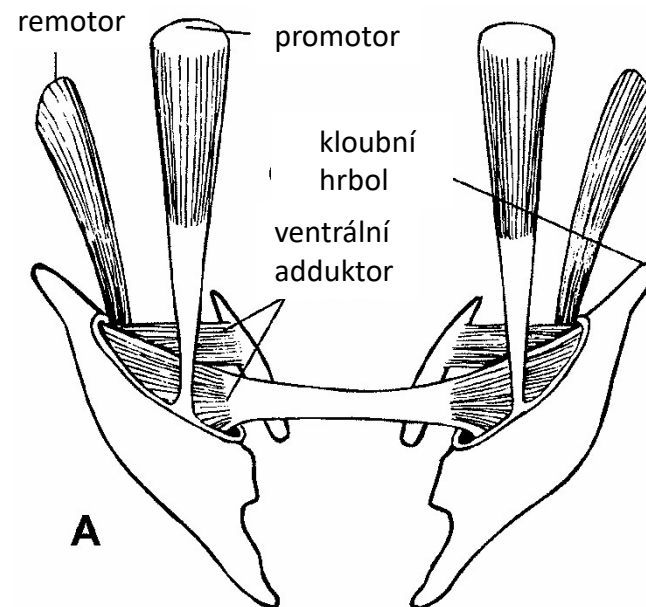
# Mandibula (kusadlo)



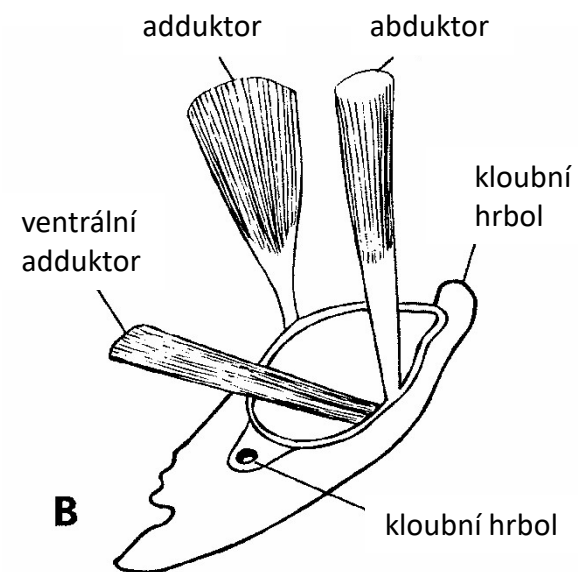
- velmi tvrdý skelet (inkrustace např. manganem – stupeň 3 Mohsovy stupnice tvrdosti)
- silný stisk: např. šváb *Periplaneta americana* 58 N/cm<sup>2</sup>

# Kloubní spojení mandibul (kusadel)

monokondylní

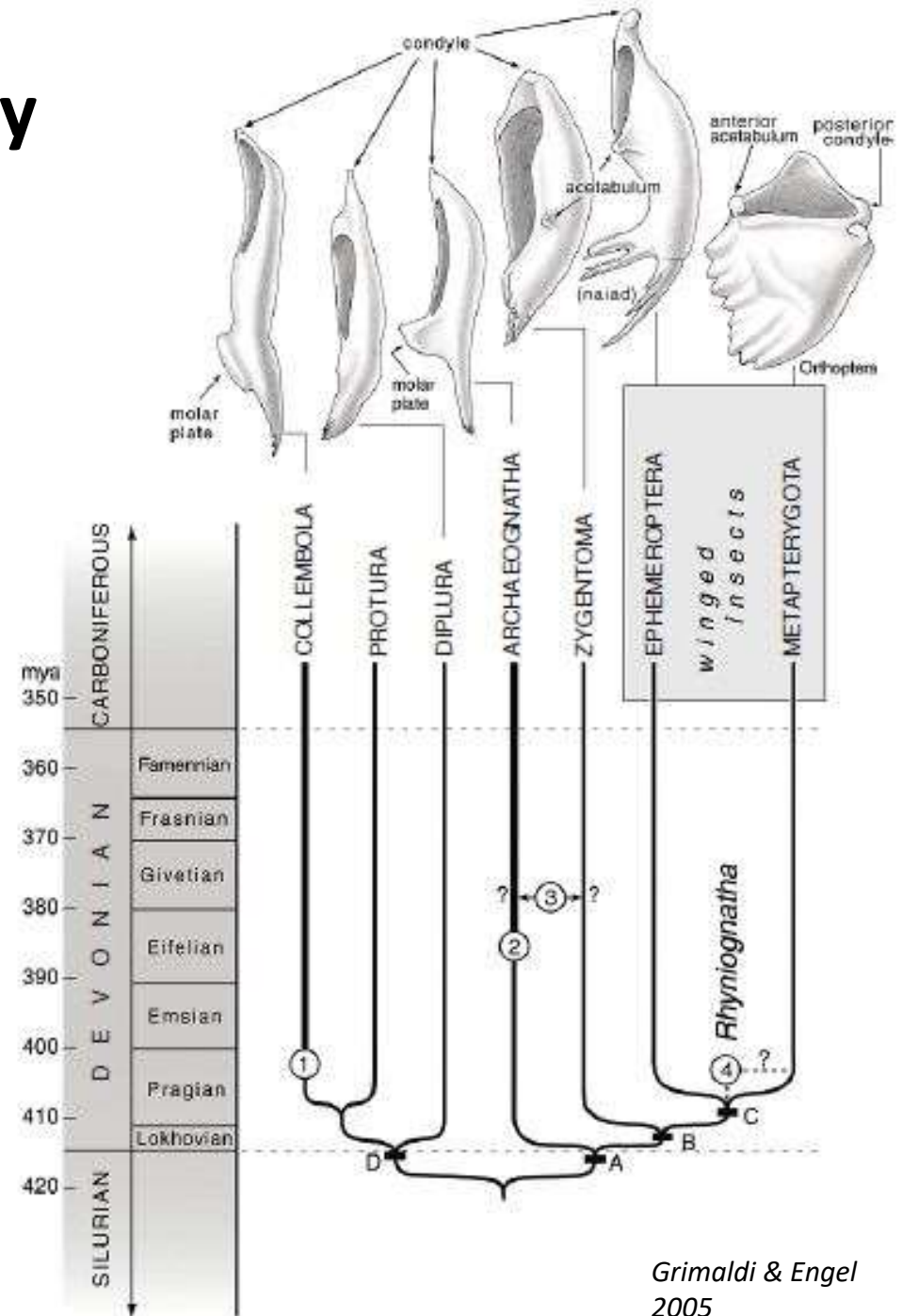


dikondylní



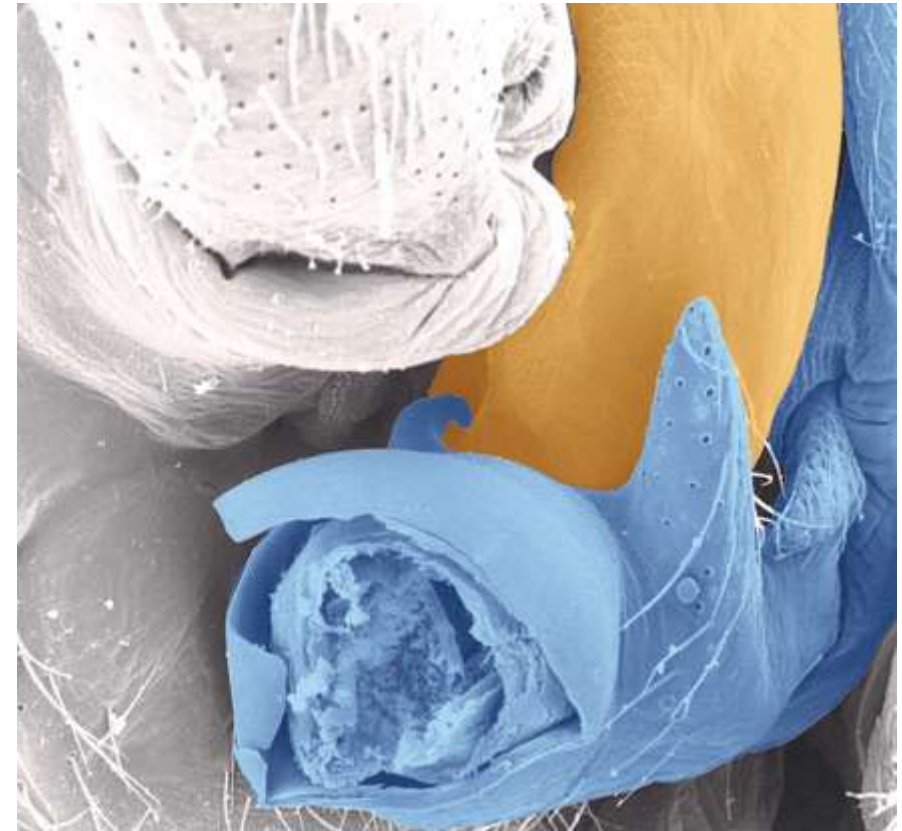
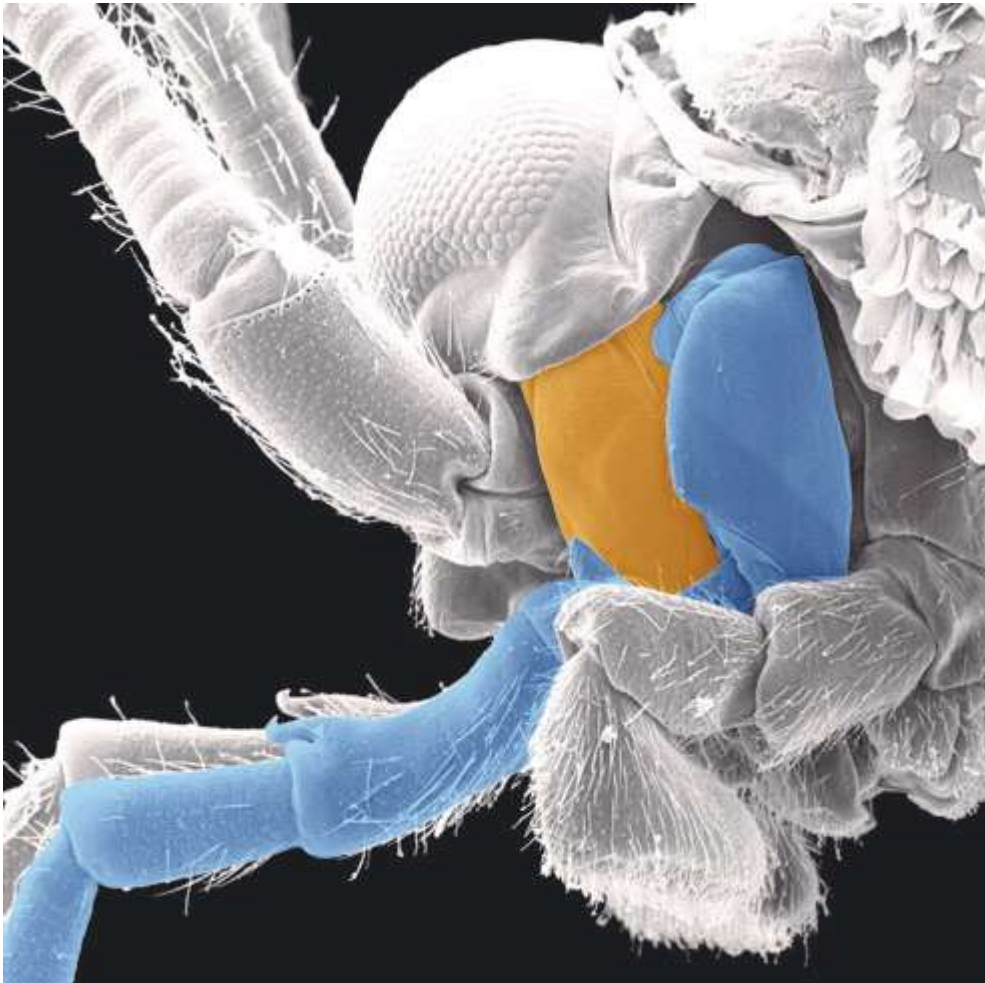
# Dikondylní mandibuly

- vznik nového, sekundárního kloubu na mandibule-hlavové schránce
- synapomorfie Ectognatha, ale modifikace u Archaeognatha, Zygentoma a Ephemeroptera
- důsledek: omezení pohybu mandibuly do jedné roviny (již nerotuje, silnější stisk)
- podstatné rozšíření potravních možností (např. pyl, listy, predace) a mikrohabitatů (např. listové miny, vnitřek stonků, dřevo apod.)



# Kusadla chvostnatek (Archaeognatha)

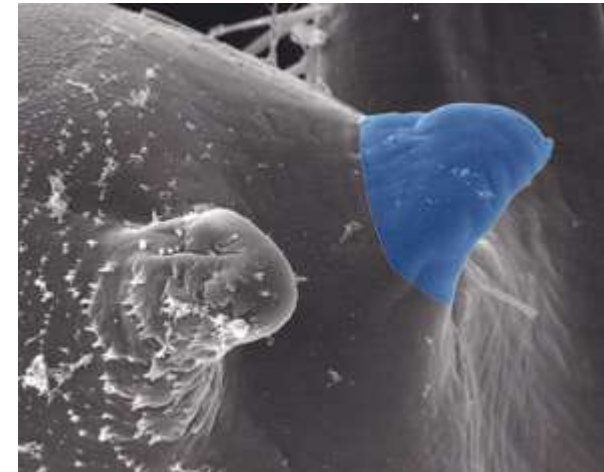
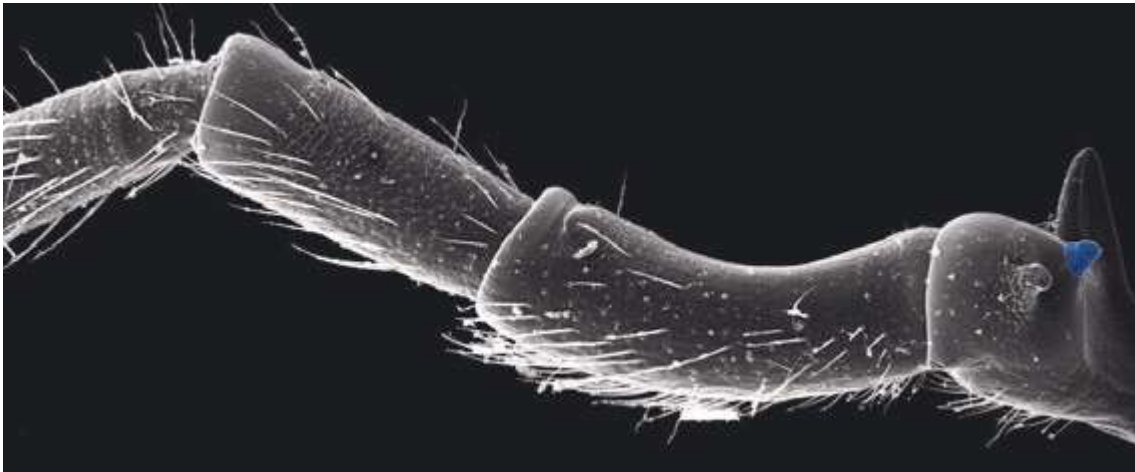
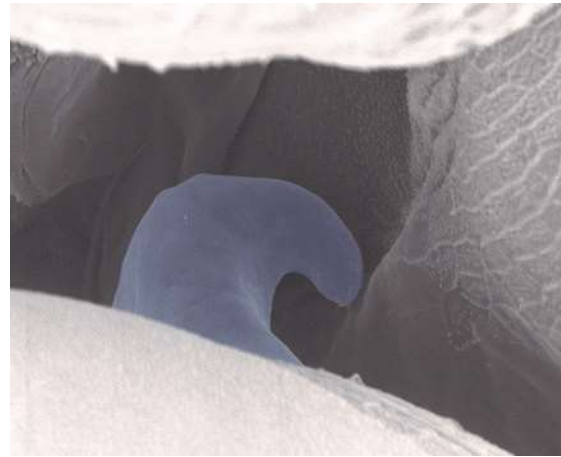
- mandibula je fixována výběžkem na bázi maxilárního palpu, jamka na mandibule je homologická s Dicondylia, spojení umožňuje rotaci



*Blanke et al. 2015*

# Kusadla chvostnatek (Archaeognatha)

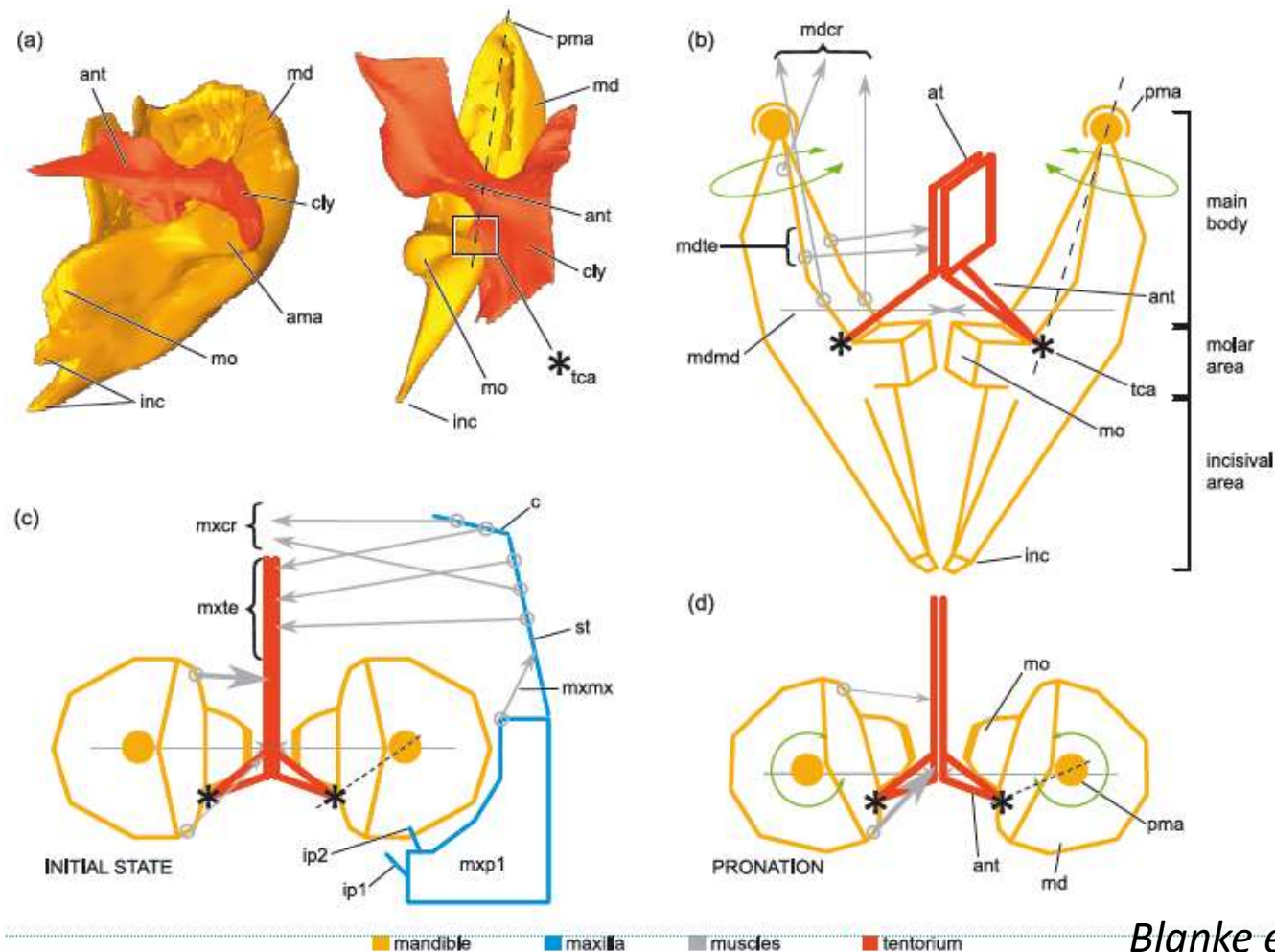
- mandibula je fixována výběžkem na bázi maxilárního palpu, jamka na mandibule je homologická s Dicondylia, spojení umožňuje rotaci



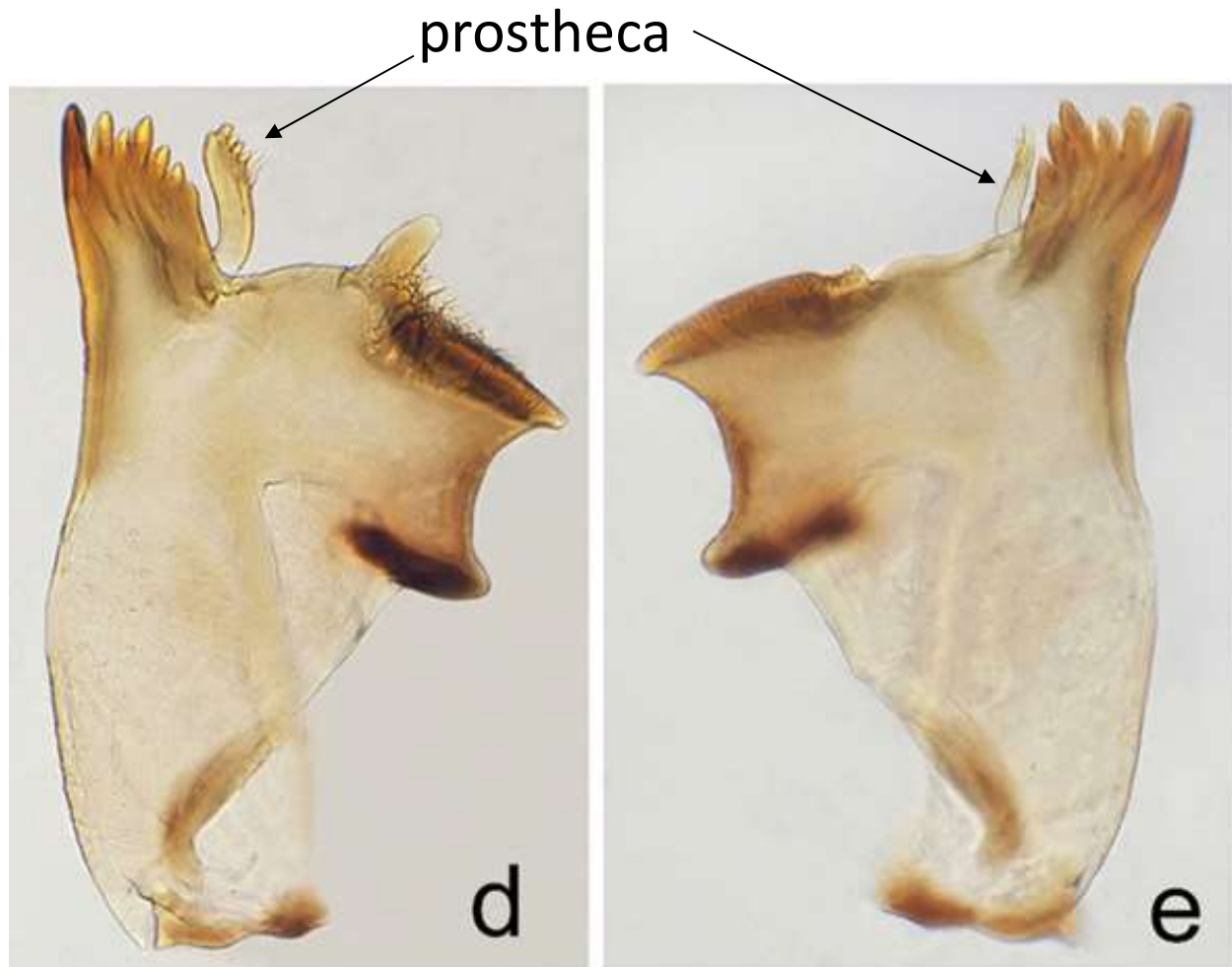
*Blanke et al. 2015*

# Kusadla chvostnatek (Archaeognatha)

- mandibula fixována výběžkem na bázi maxilárního palpu, jamka na mandibule je homologická s Dicondylia, spojení umožňuje rotaci



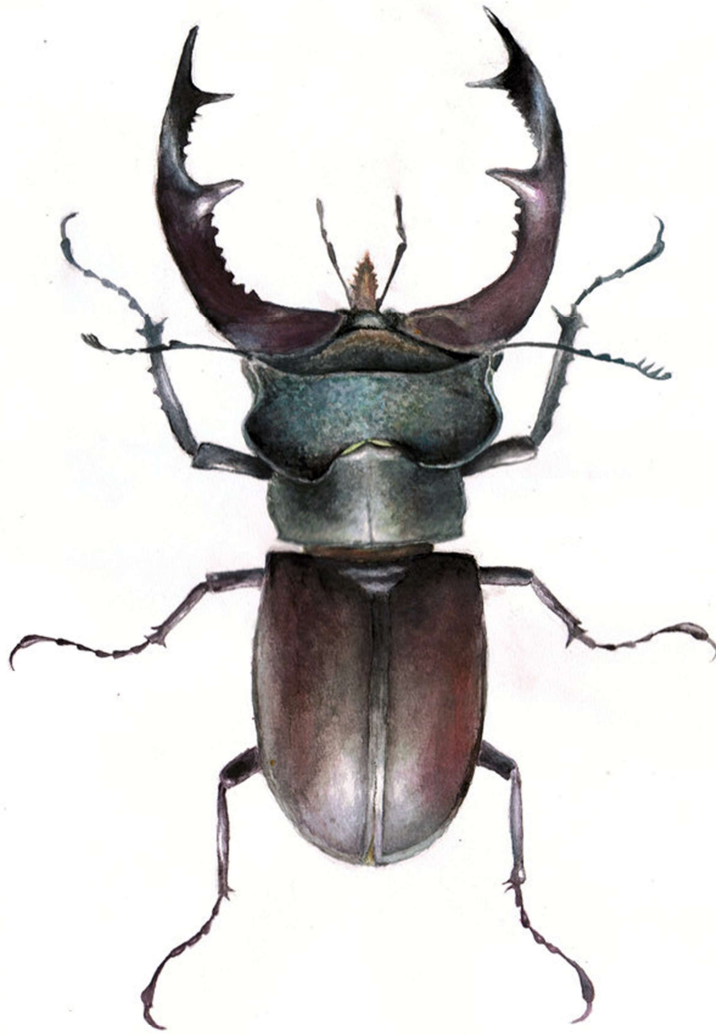
# Kusadla larev jepic – lacinia mobilis (prostheca)



*Shi & Tong 2015*

Vyskytuje se u Diplura a výjimečně i některých pterygotních řádů

# Hypertelie mandibul



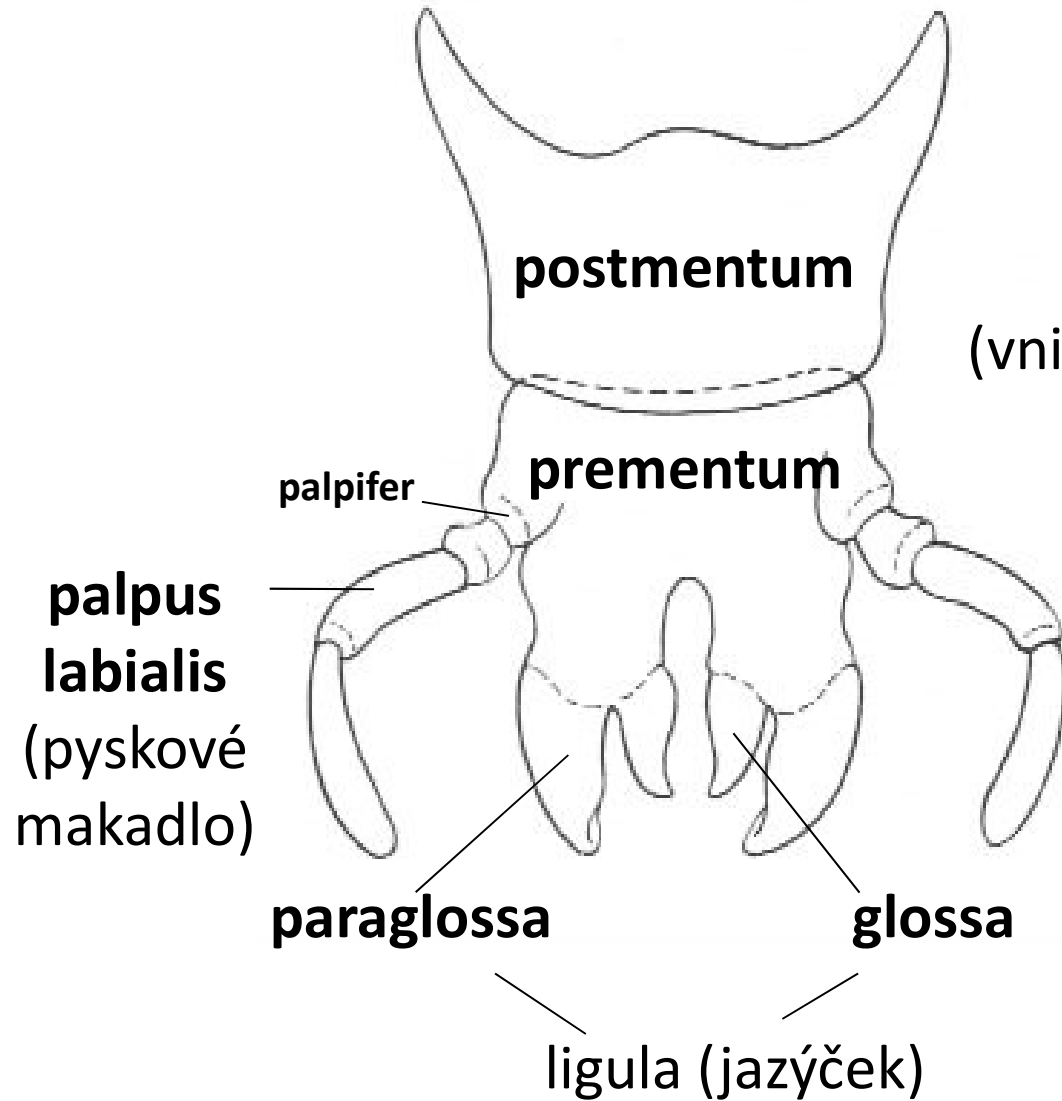
*Lucanus cervus*  
(Coleoptera: Lucanidae)



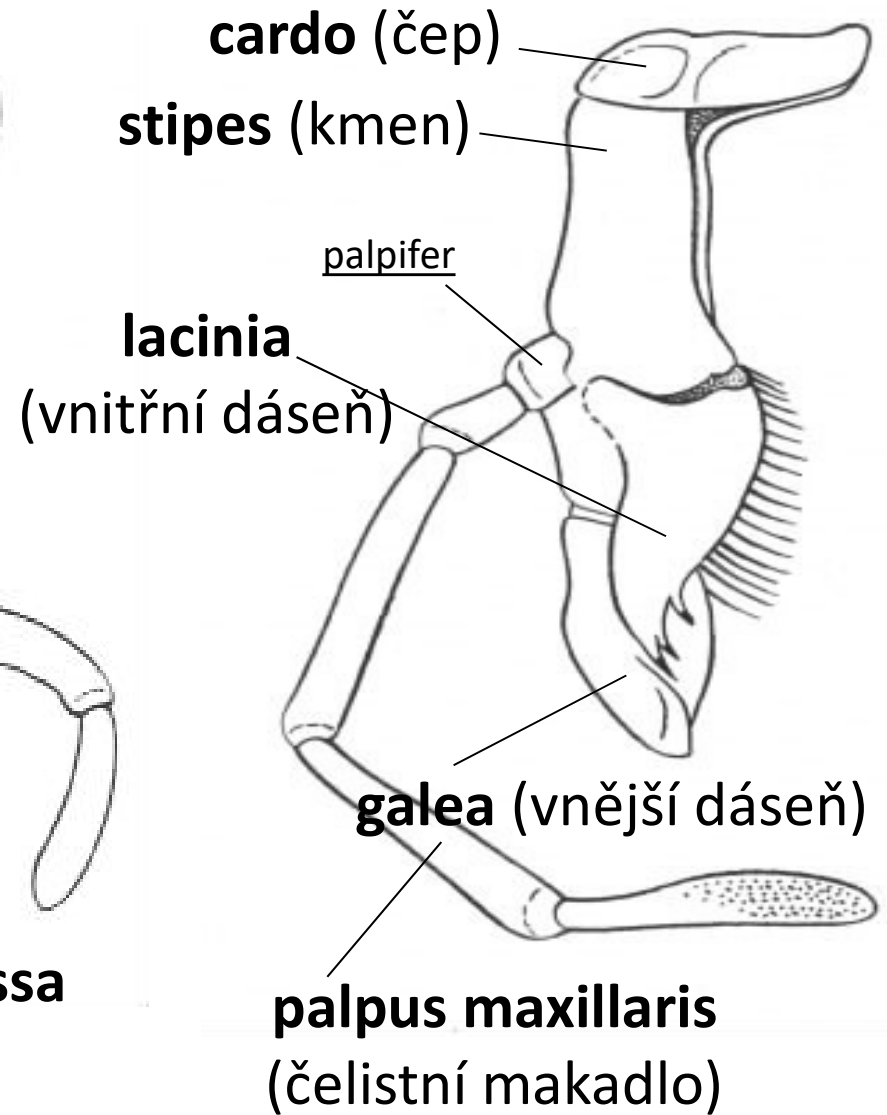
*Corydalis* sp. (Megaloptera)



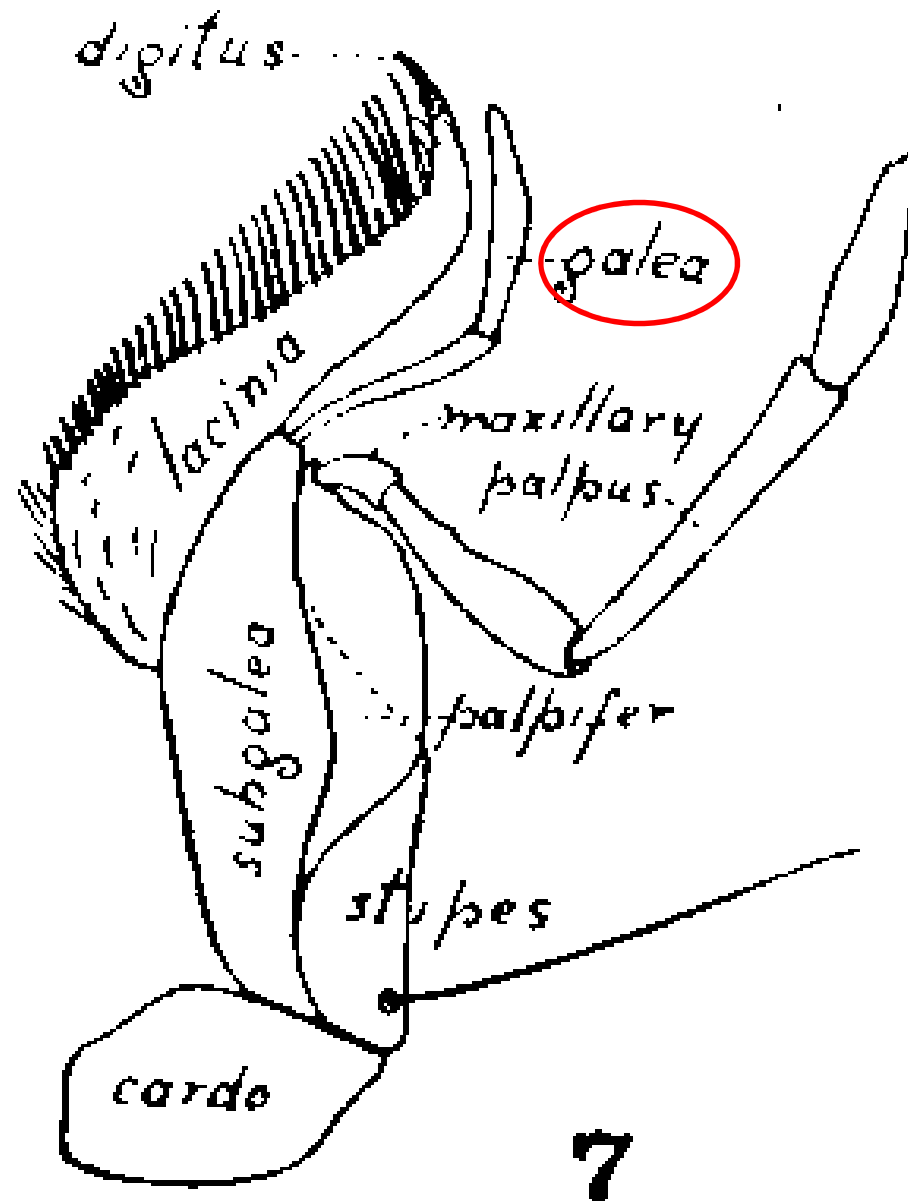
# Labium

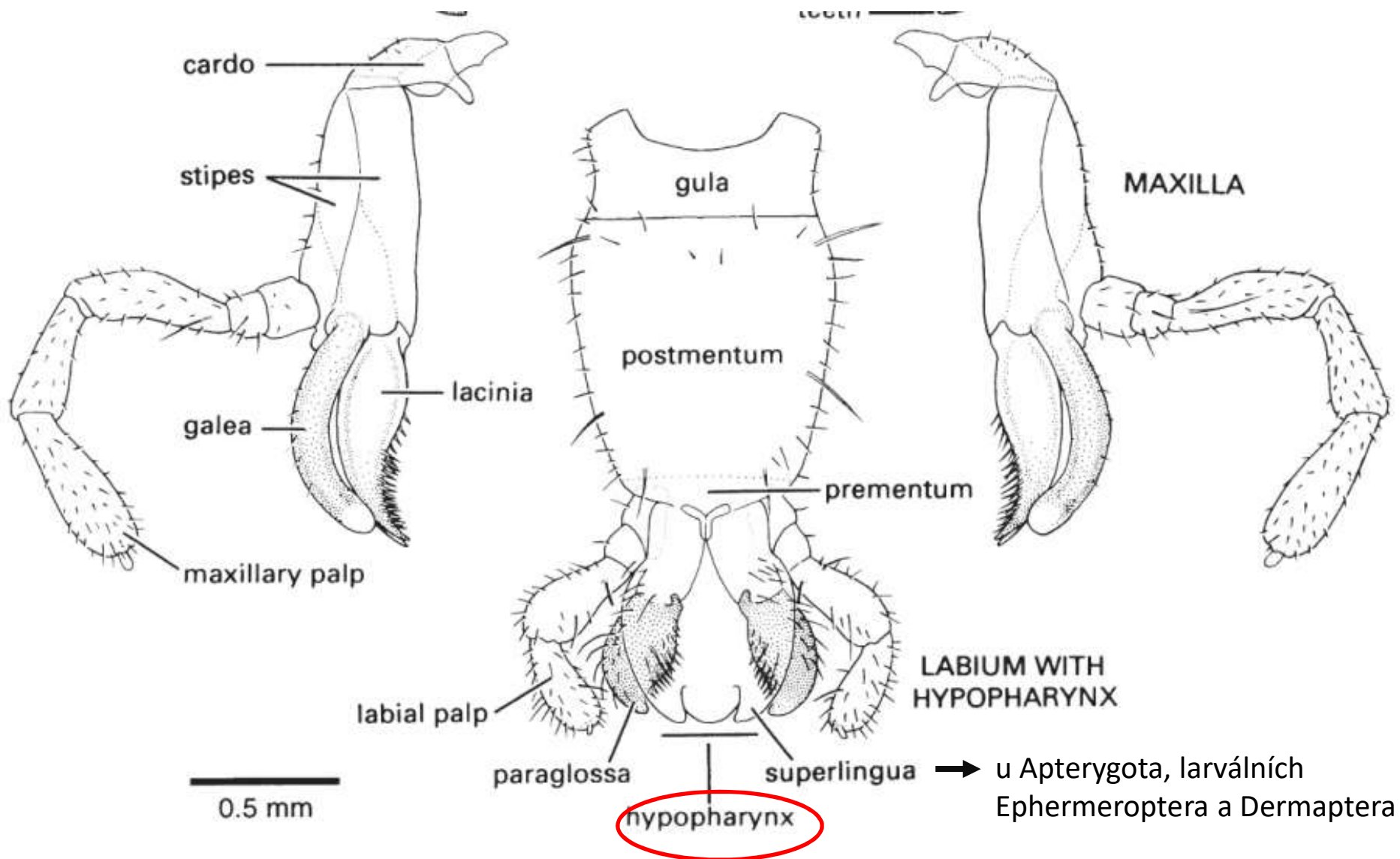


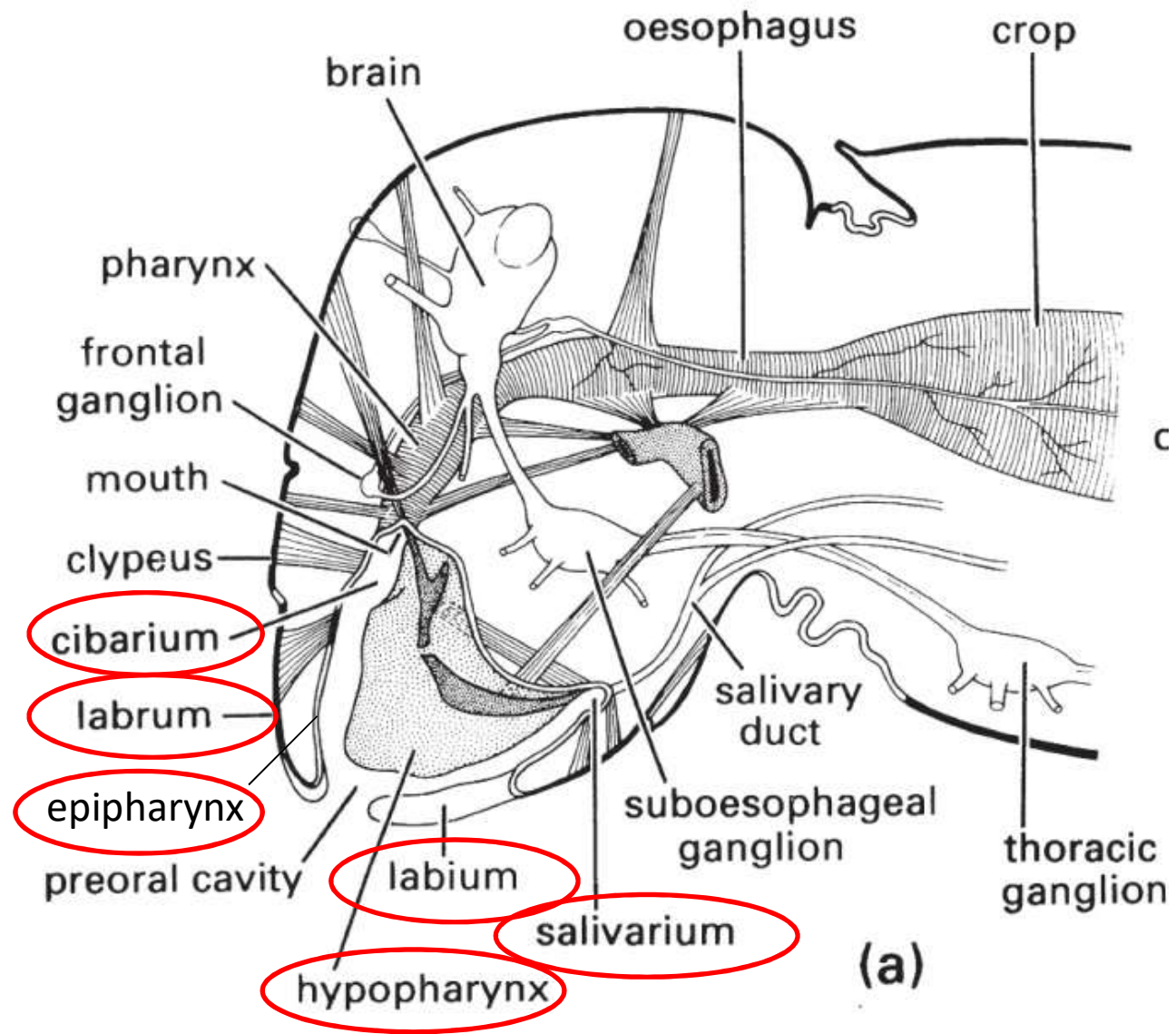
# Maxilla



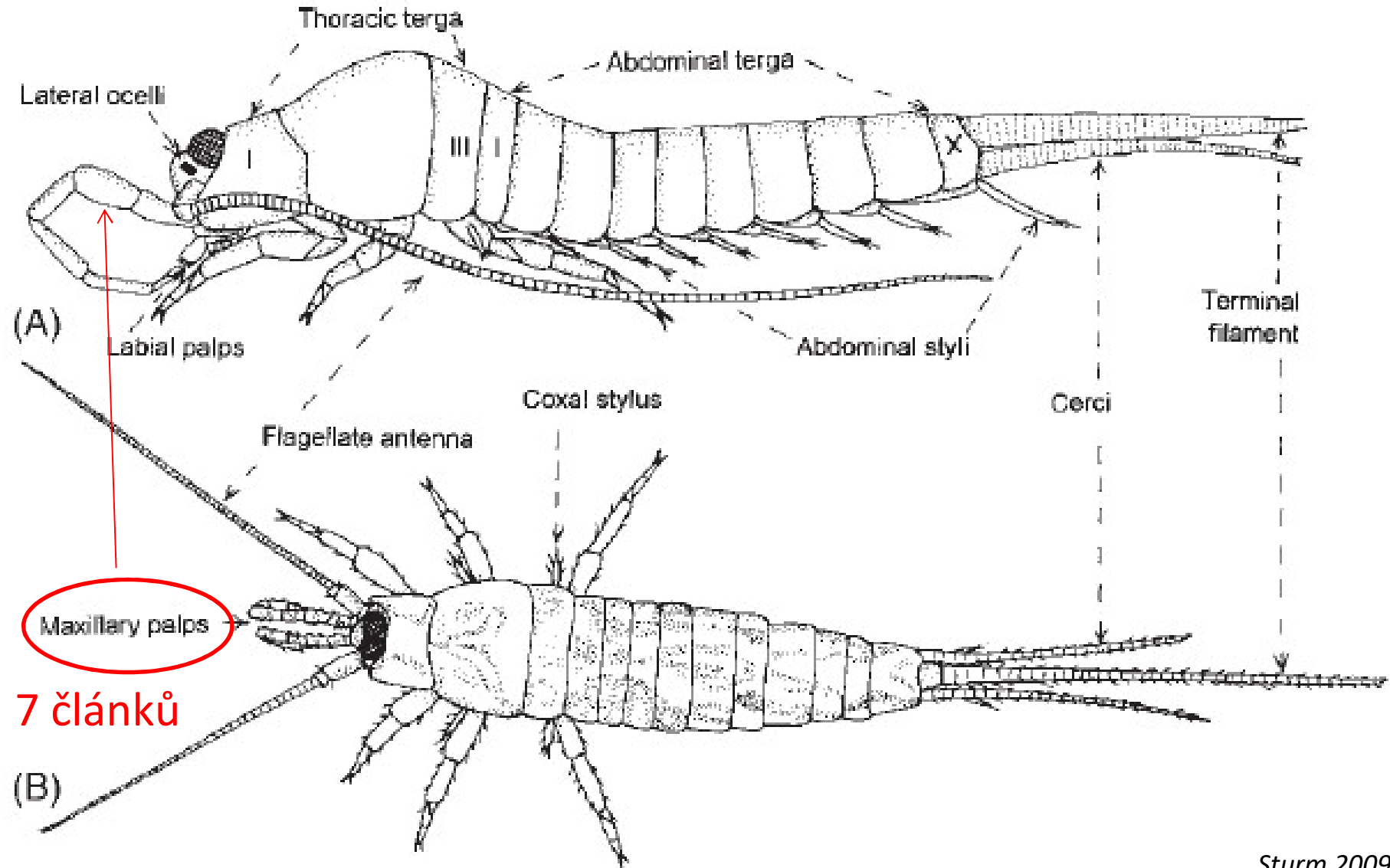
Coleoptera: Adephaga  
(střevlíci, potápníci)  
- článkovaná galea,  
apikální část  
připomínající palpus -  
Hexapalia





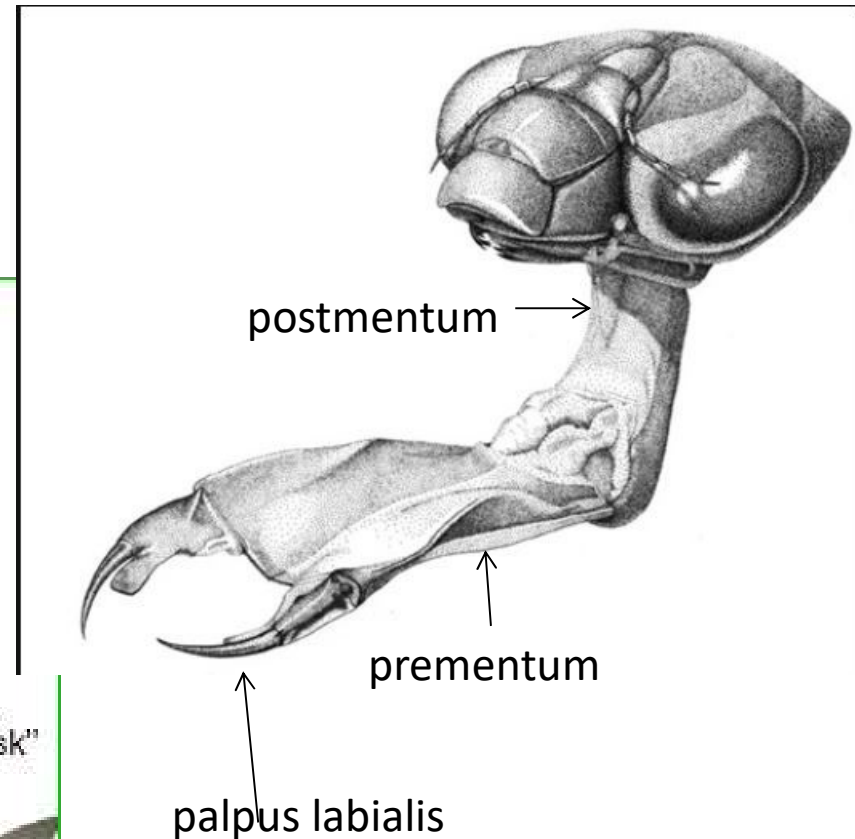
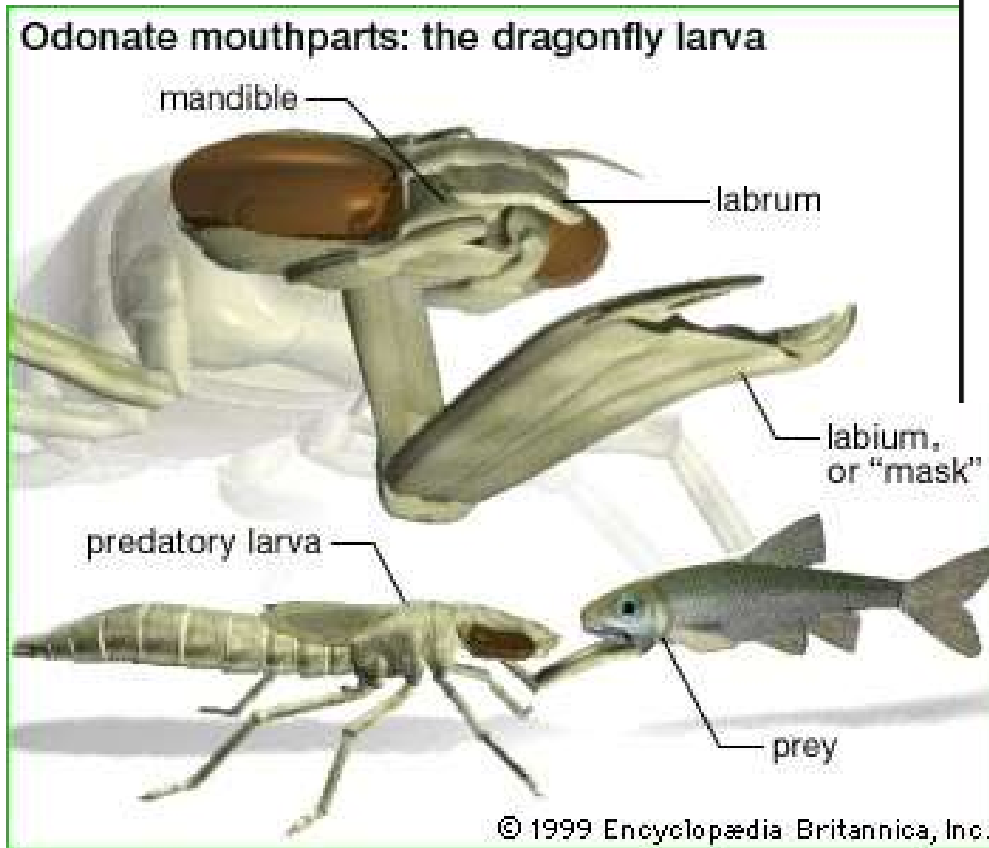


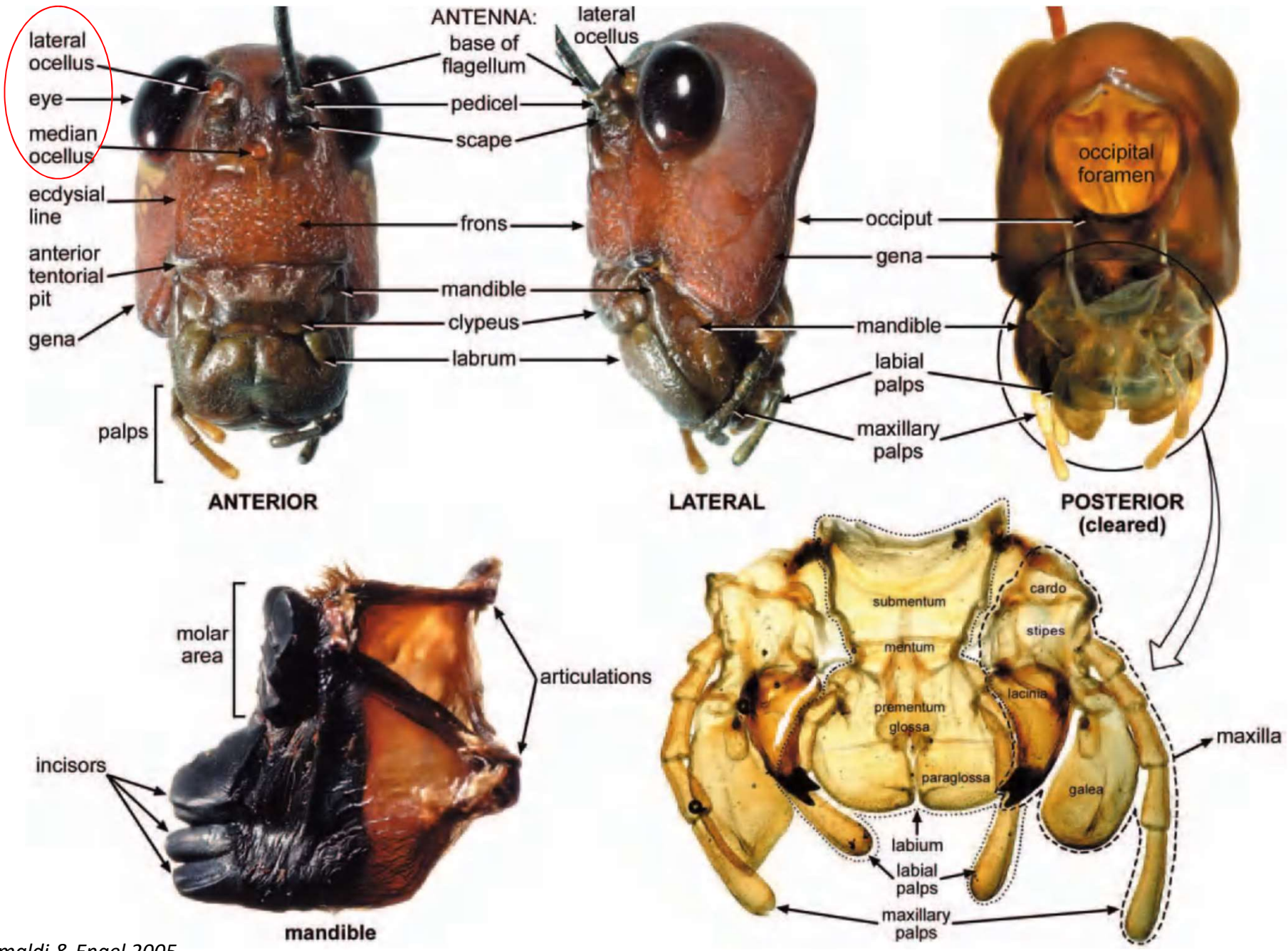
# ARCHAEOGNATHA (chvostnatky)



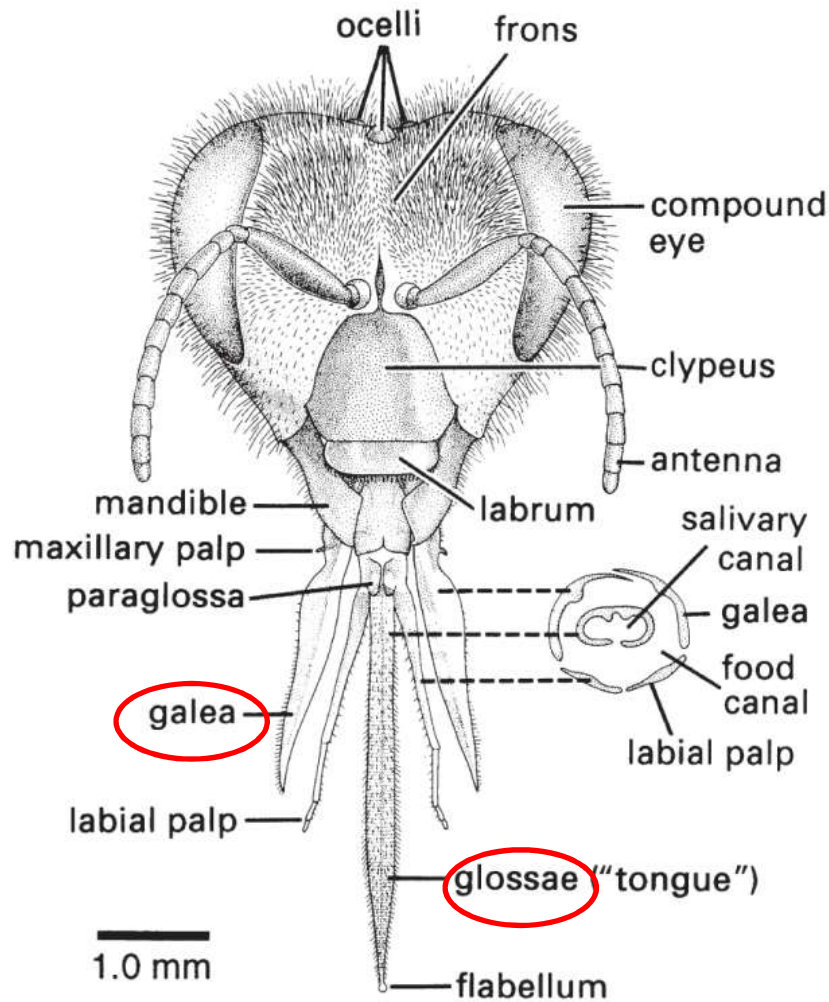
# Modifikace labia u larev vážek

- labiální maska k uchvácení kořisti (*sit-and-wait* strategie)

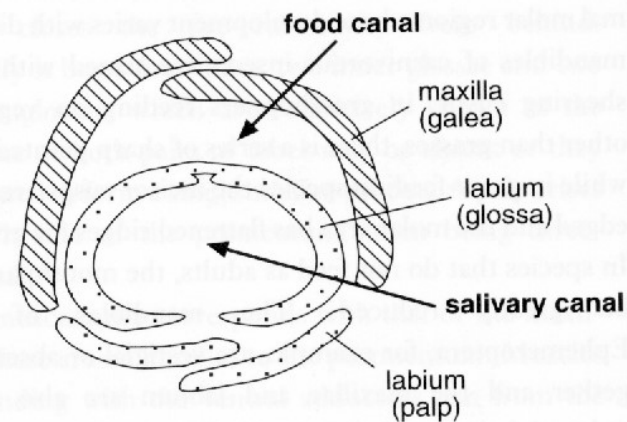




# Kousavě-lízavé ústní ústrojí (maxillo-labiální komplex, včely)



d) Hymenoptera - Apidae



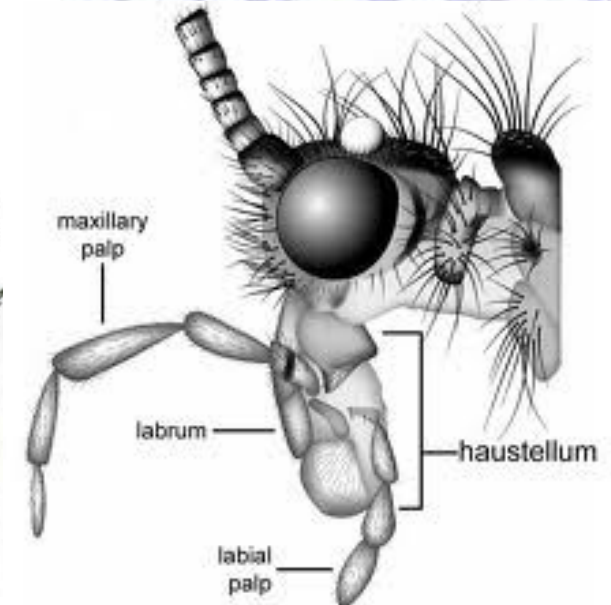
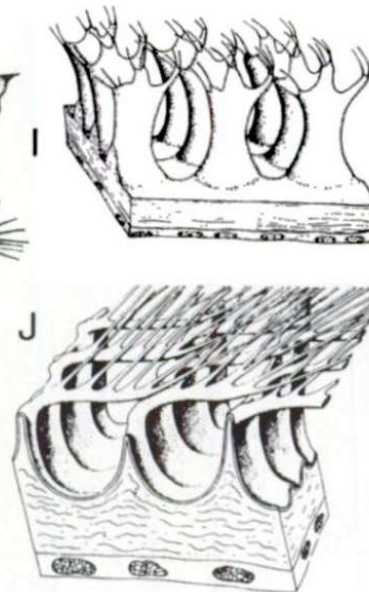
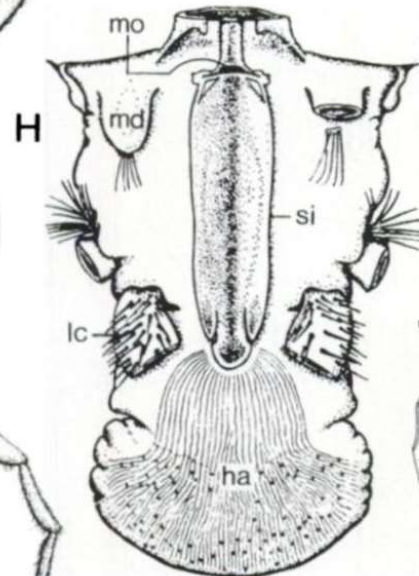
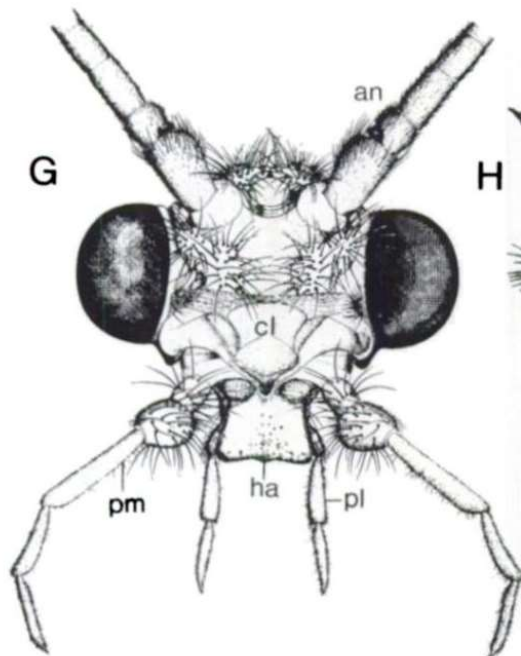
- lízání/sání nektaru: pohyb „jazyka“ dopředu a zpět + cibariální pumpa
- silná redukce maxilárních palp
- funkce kusadel: zpracování vosku a pryskyřice (stavba hnízda), krmení larev a královny, čištění, boj, odstraňování mrtvol a nečistot z hnízda



## Trichoptera (chrostíci)

ústní ústrojí – lízavě-savé (modifikované)

- haustellum (přetvořené prelabium + hypopharynx), vychlípitelné
- zakrnělé mandibuly
- maxilární makadla (1 – 5 článků)
- labiální makadla (3 články)



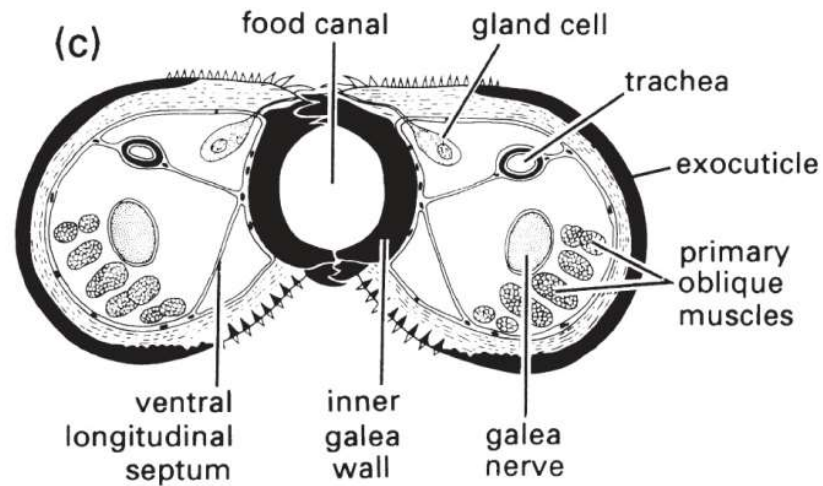
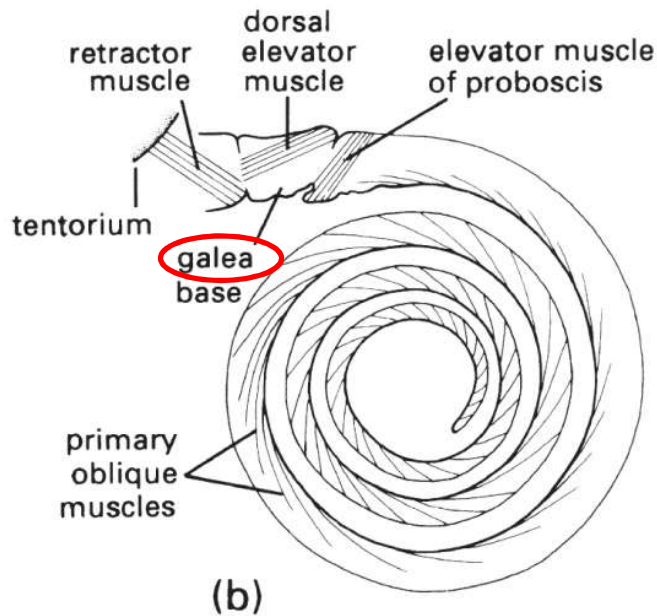
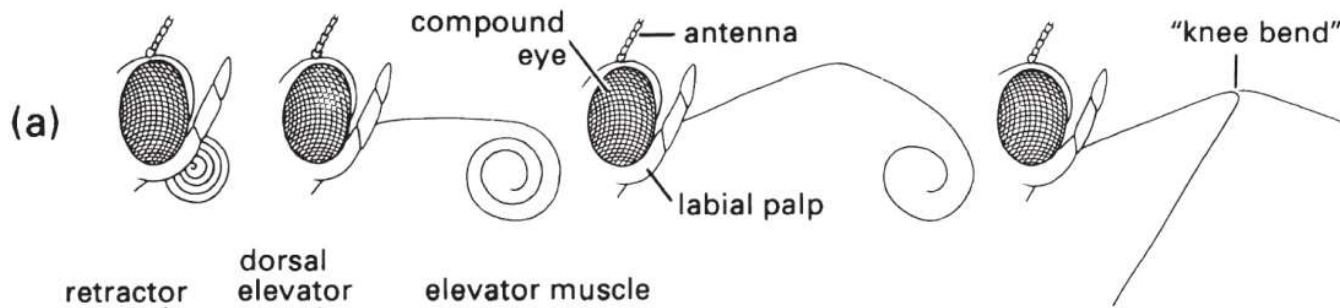
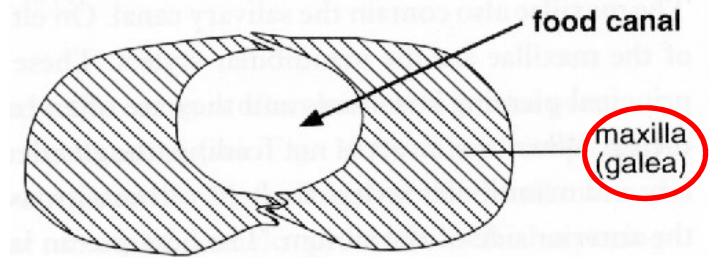
Klemm 1966, Malicky 1973

Holzenthal et al. 2007

# Lízavě-savé ústní ústrojí (haustellární typ, motýli)

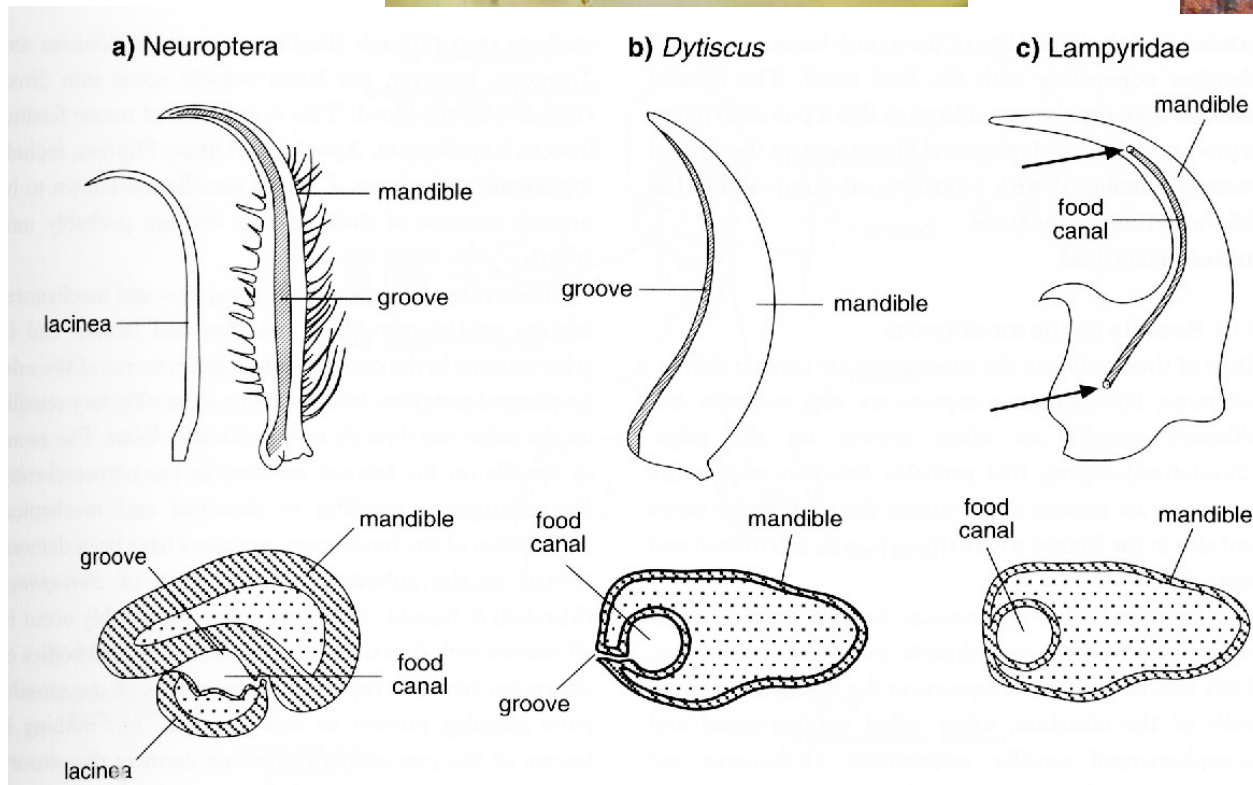
- sosák = proboscis
- extrémně prodloužená galea
- narovnání sosáku tlakem hemolymfy, sání svaly cibaria/pharyngu, stahování svaly

c) Lepidoptera



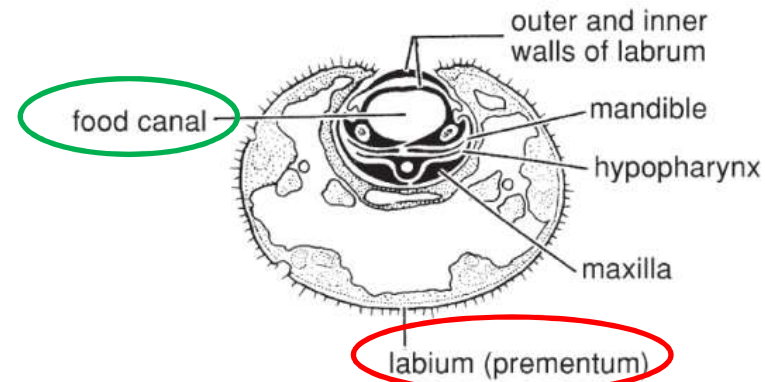
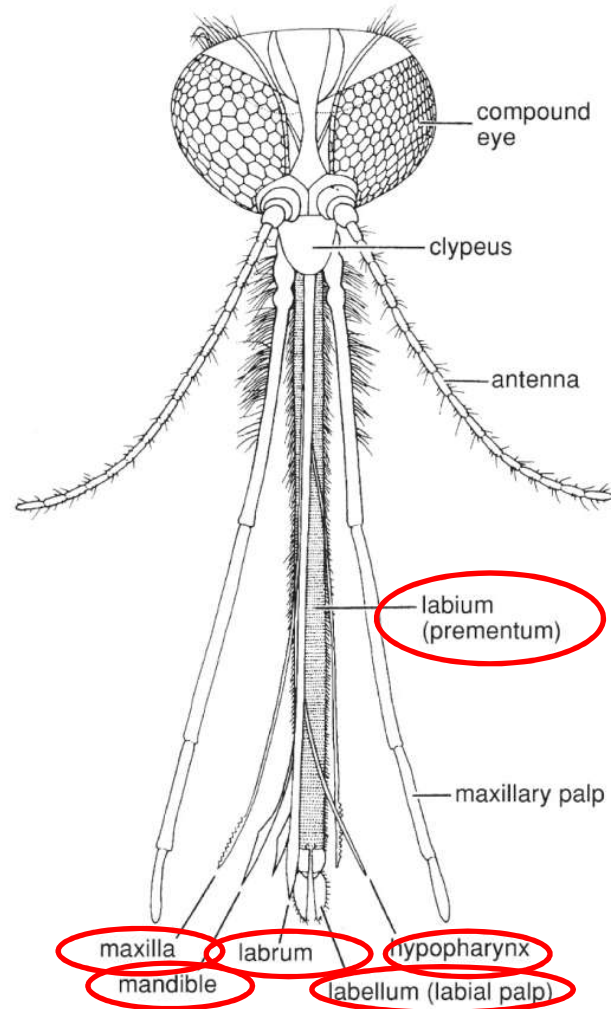
# Bodavě-savé ústní ústrojí – jednoduché typy (Coleoptera, Neuroptera)

- extraorální trávení
- Neuroptera: redukce labra a maxilárních palp, labiální palpy zachovány, cibariální pumpa

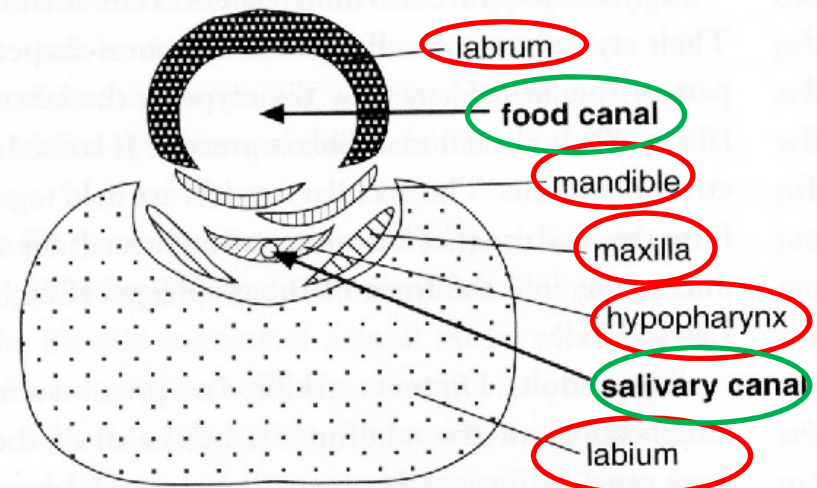


# Bodavě-savé ústní ústrojí (krevsající „bazální“ skupiny Diptera)

- komáři (Culicidae), muchničky (Simuliidae), pakomárci (Ceratopogonidae), koutule (Psychodidae: Phlebotominae), ovádi (Tabanidae) – liší se délkou sosáku
- labium tvoří nebodavý obal (zůstává vně hostitele) pro bodací komplex 5 styletů (prodloužené maxilly, mandibuly a hypopharynx) a potravný kanálek vně labra, na konci je labellum se smyslovými orgány; antikoagulační sliny jsou vylučovány z kanálku v ostře zakončeném hypopharyngu



e) Diptera - Ceratopogonidae





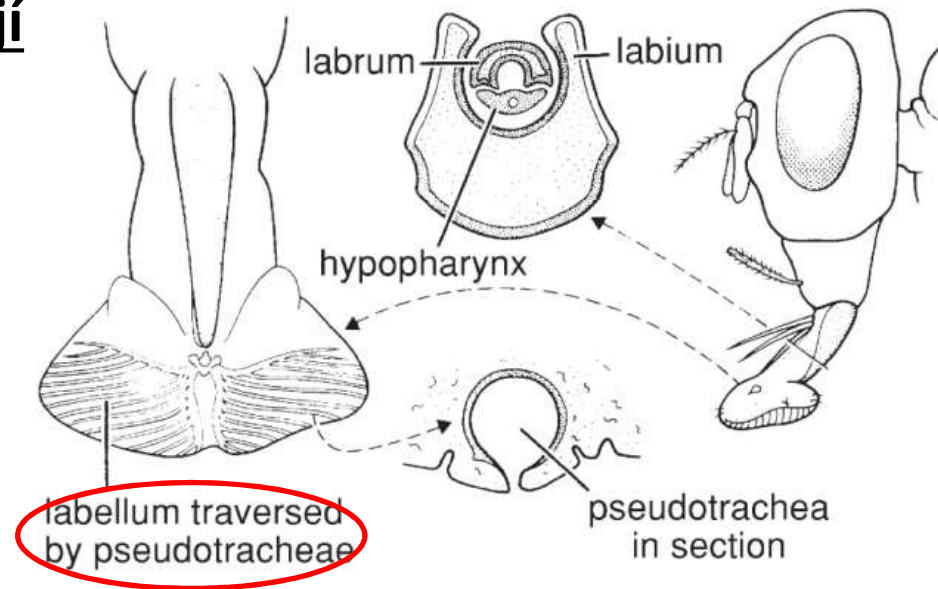
Diptera: Culicidae (komárovití)



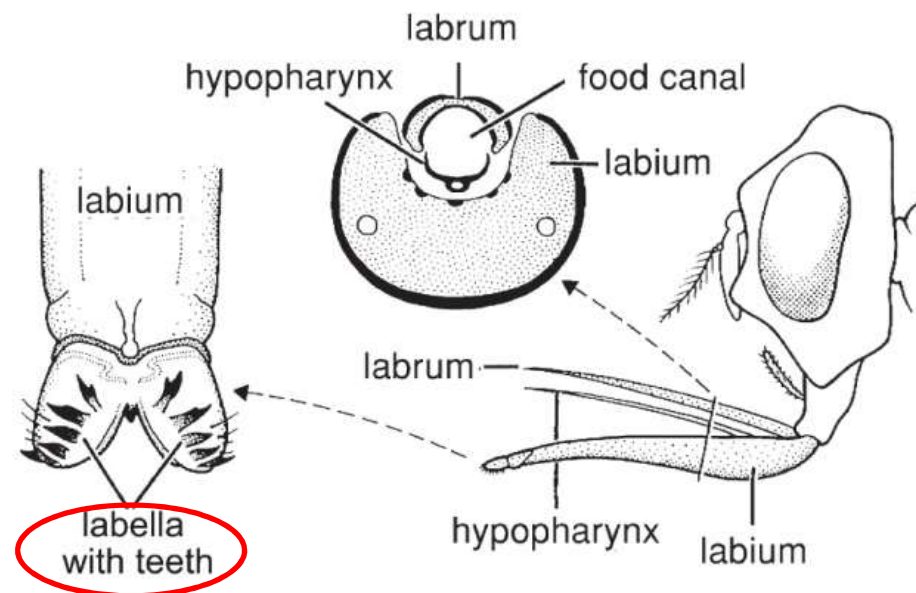
Diptera: Tabanidae (ovádovití)

# Lízavé/bodavě-savé ústní ústrojí (Diptera: pravé mouchy)

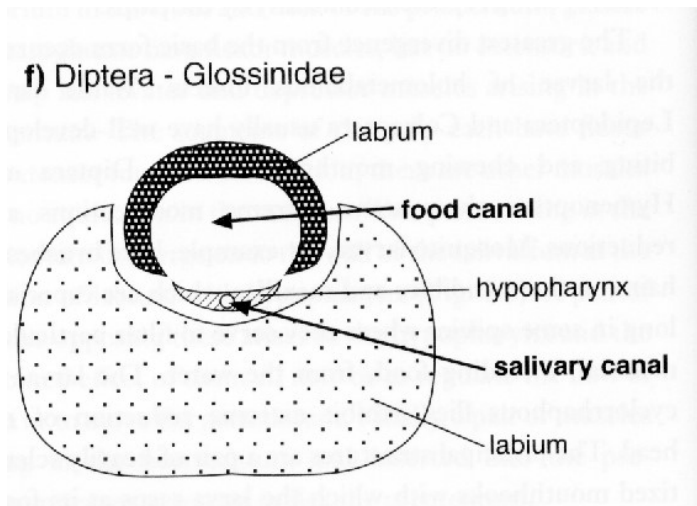
- redukce mnoha částí
- dominantní labium, labelly modifikovány na nasávací „houbu“ (např. Muscidae), uplatňují se kapilární síly a 3 svalové pumpy – prelabrální, labrální a cibariální
- krevsající druhy (Muscidae – např. *Stomoxys calcitrans*, Glossinidae – tse-tse) mají prodloužené labrum a labium s ozubenými labellami



(a)



(b)



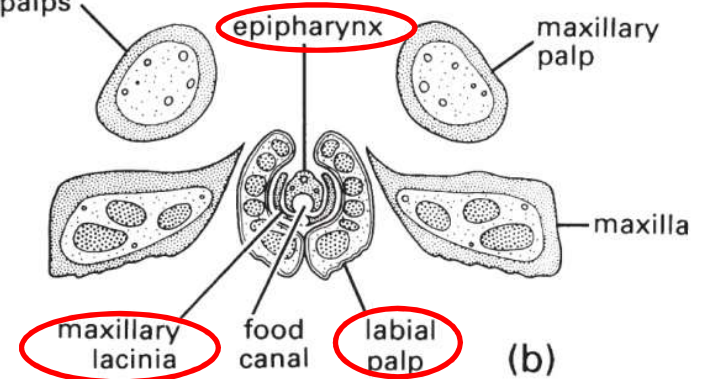
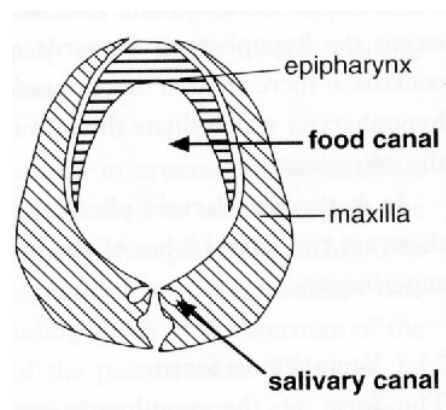
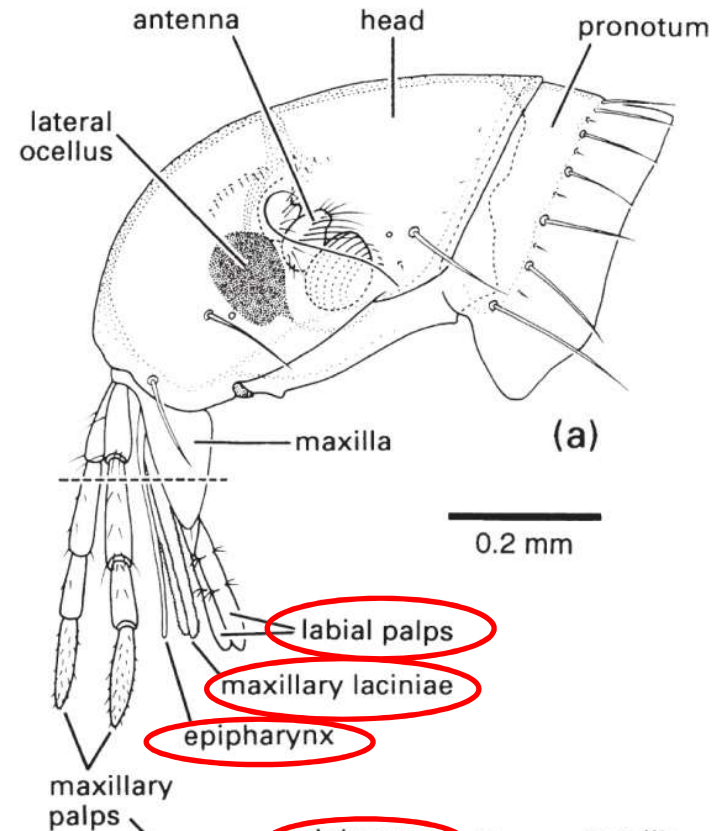
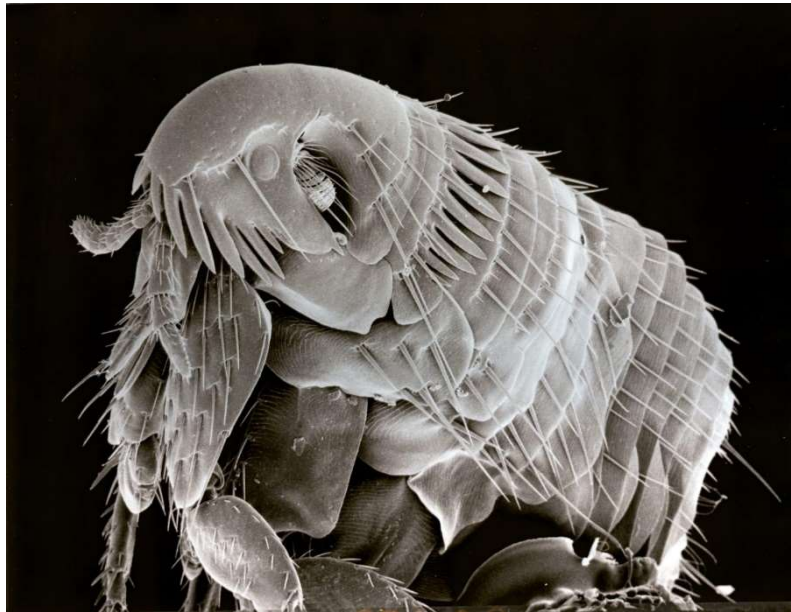
©PIOTR NASKRECKI 2014



Diptera: Glossinidae: *Glossina* sp. (bodalka tse-tse)

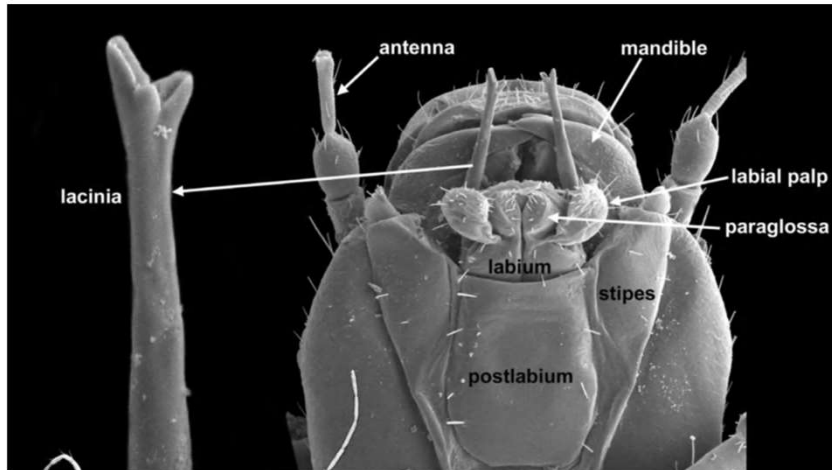
# Bodavě-savé ústní ústrojí (Siphonaptera: blechy)

- sosák: 1 stylet z labra (epipharynx) + ostré lacinie čelistí, přidržované labiálními palpami

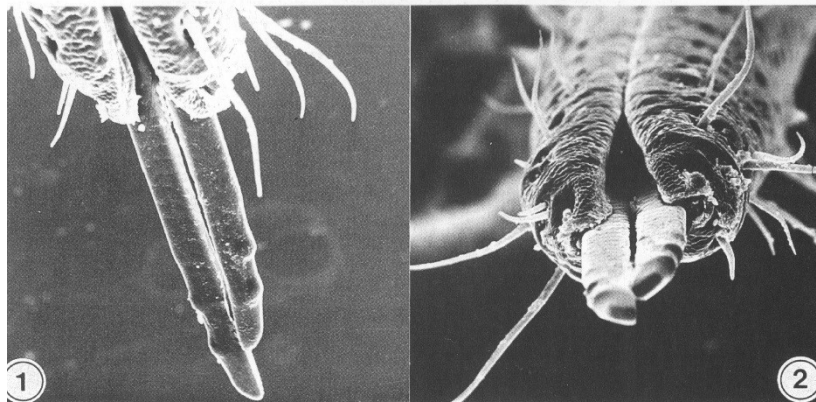




# PARANEOPTERA: tendence k prodlužování laciní

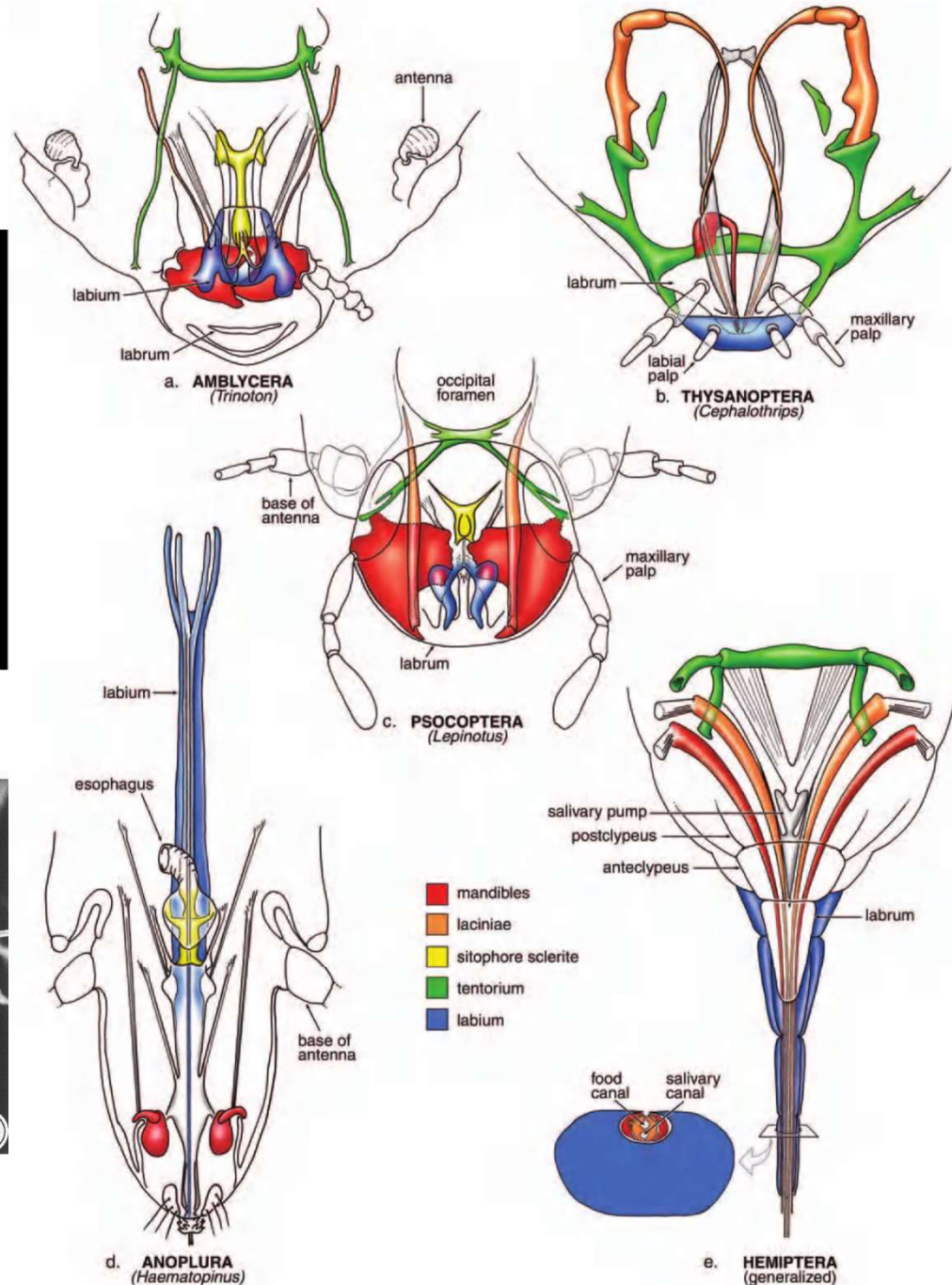


PSOCODEA



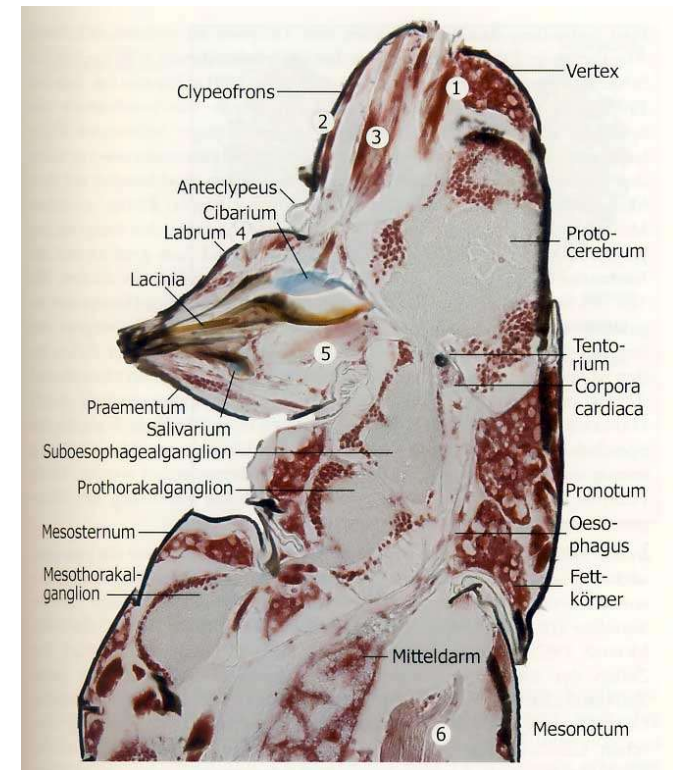
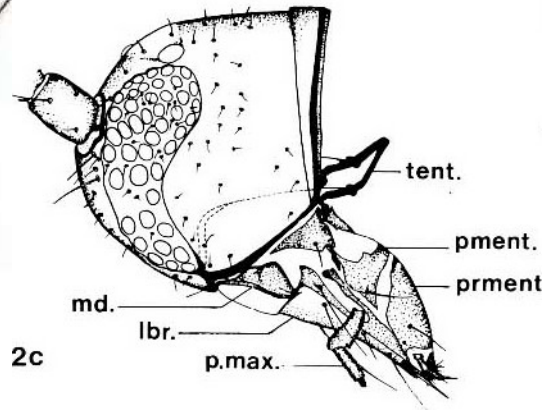
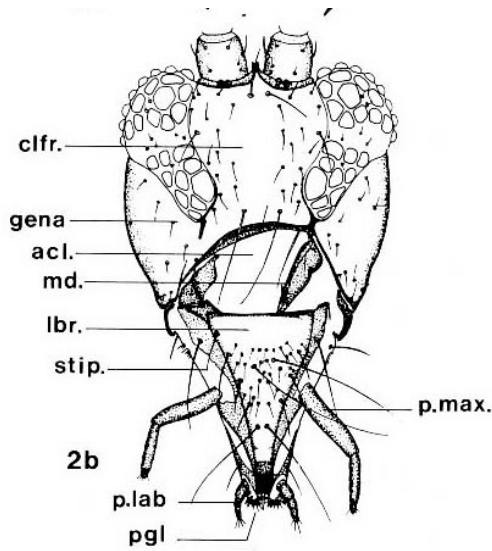
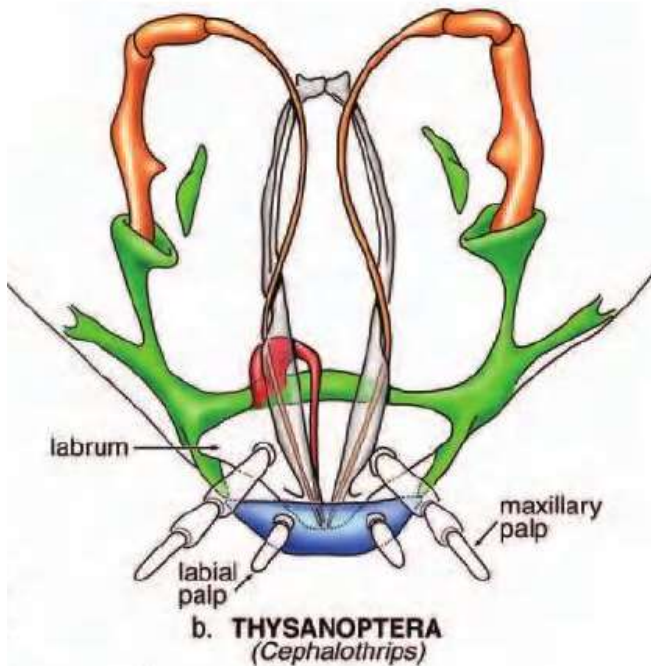
HEMIPTERA

Grimaldi & Engel 2005  
Boulard & Mondon 1995



# Bodavě-savé ústní ústrojí (Thysanoptera: třásněnky)

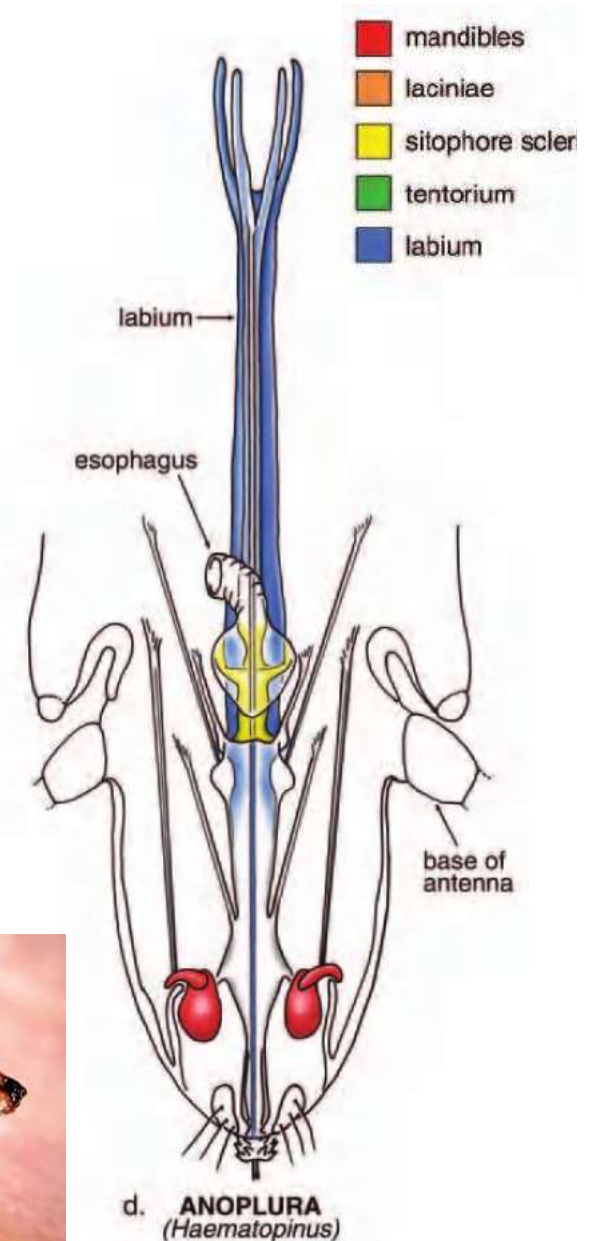
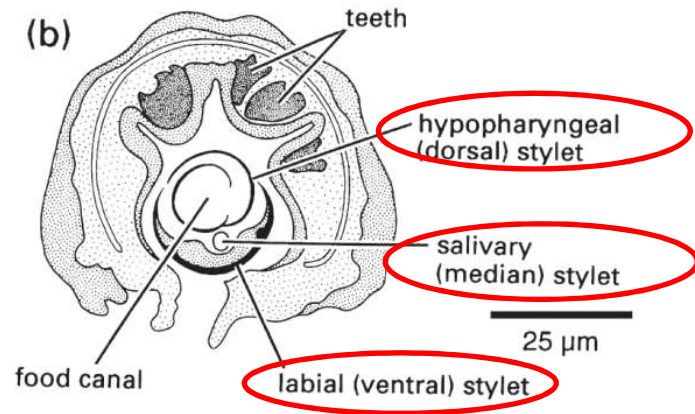
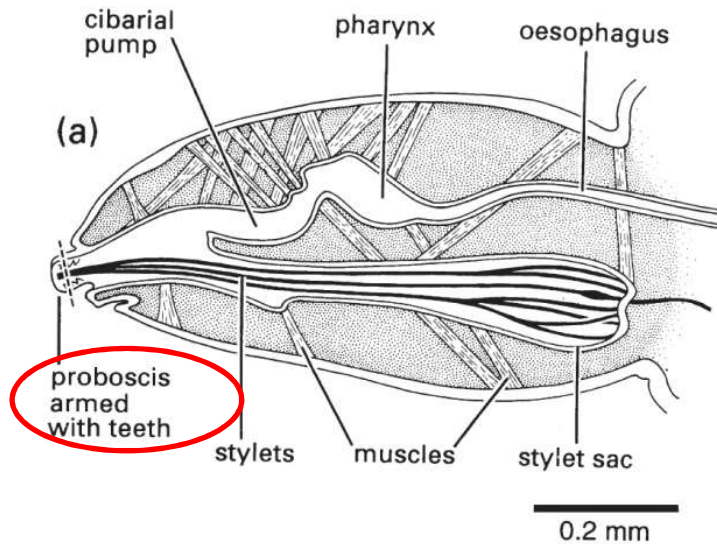
- asymetrická stavba
  - ústní kužel (labrum+labium)
  - pár maxilárních styletů (stipites+laciniae), při vysunutí na konci do sebe zakloubené do trubicovitého útvaru k sání: 1 kanál (nemají slinný kanál, žlázy ústí do oesophagu), subterminální otvor
  - nepárový stylet z levé mandibuly (pravá md. zcela redukována) –propichuje substrát
  - pár čelistních a zkrácených pyskových makadel



Grimaldi & Engel 2005  
Moritz 2006

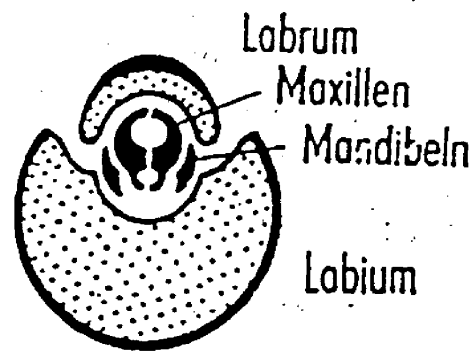
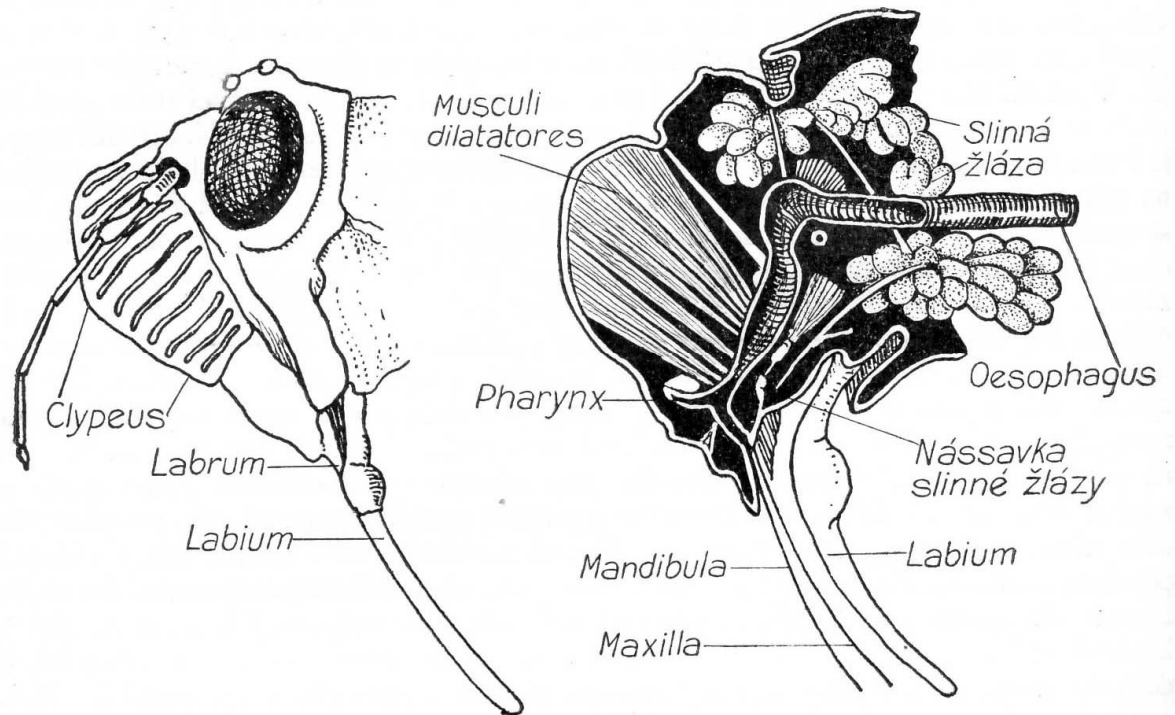
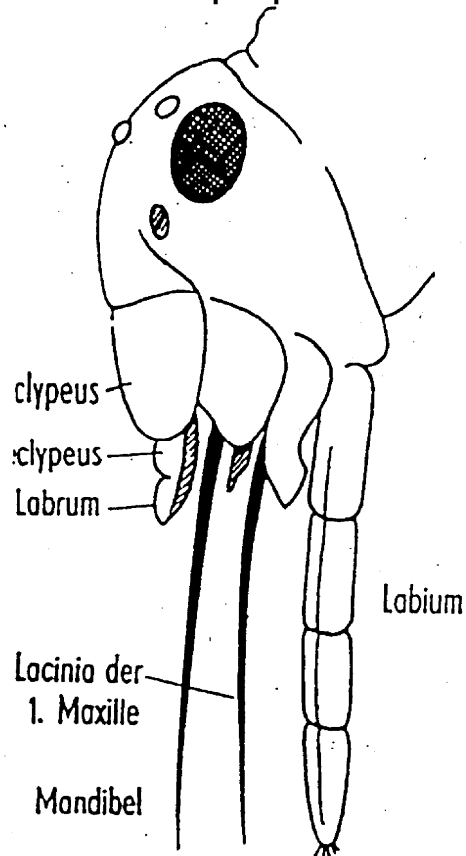
# Bodavě-savé ústní ústrojí (Psocodea: Anoplura – vši)

- 3 nepárové stylety (hypopharynx, salivarium, labium) uložené ve ventrálním vaku uvnitř hlavy
- malý vychlipitelný sosák se zoubky k přidržení se na hostiteli během sání

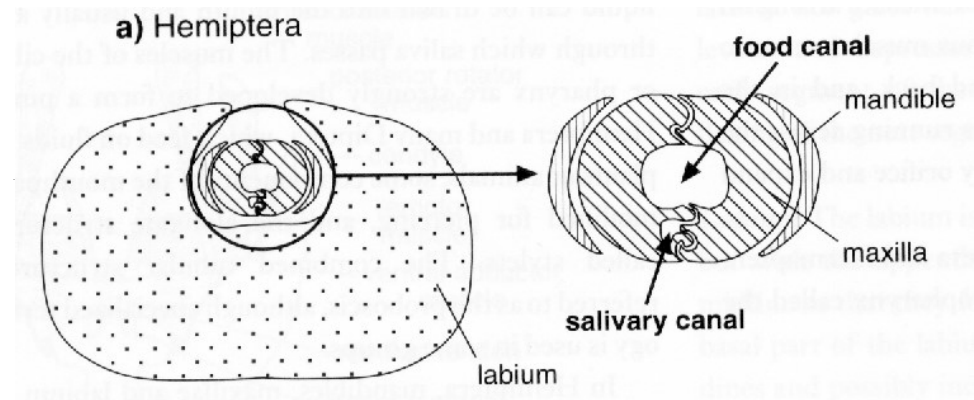
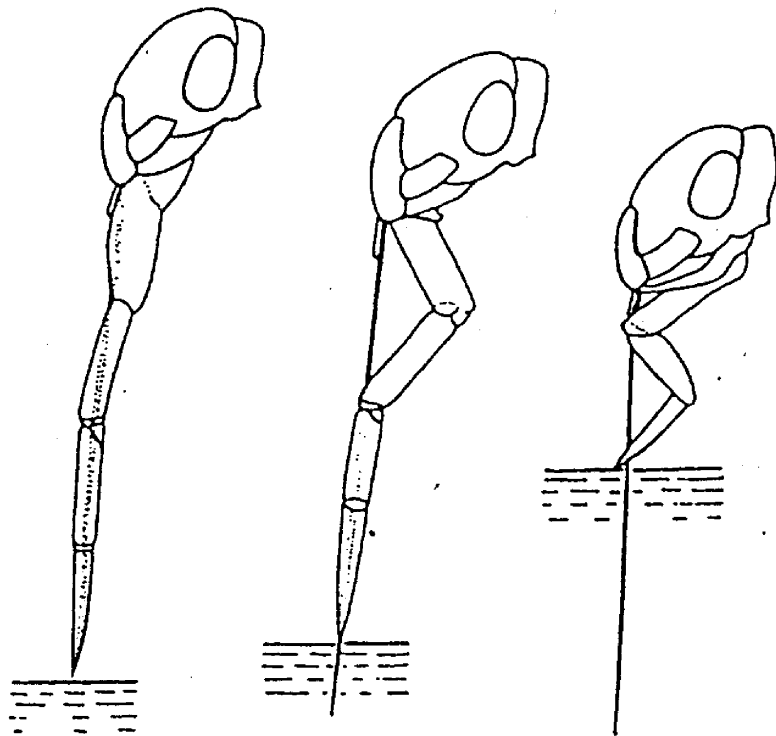
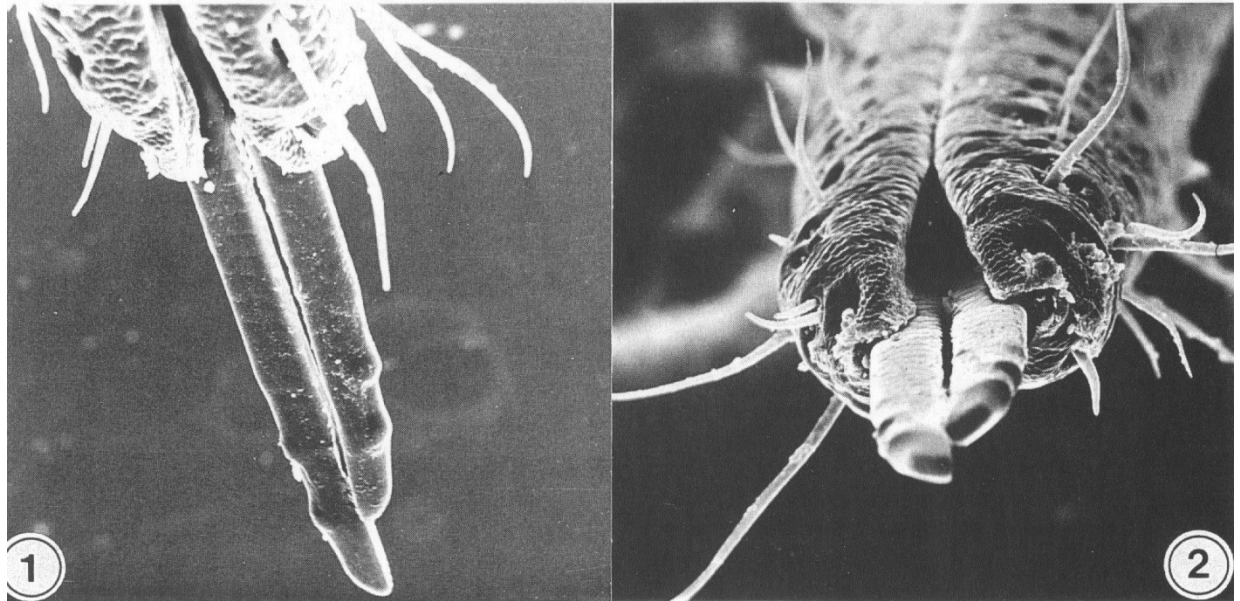


# Bodavě-savé ústní ústrojí (Hemiptera)

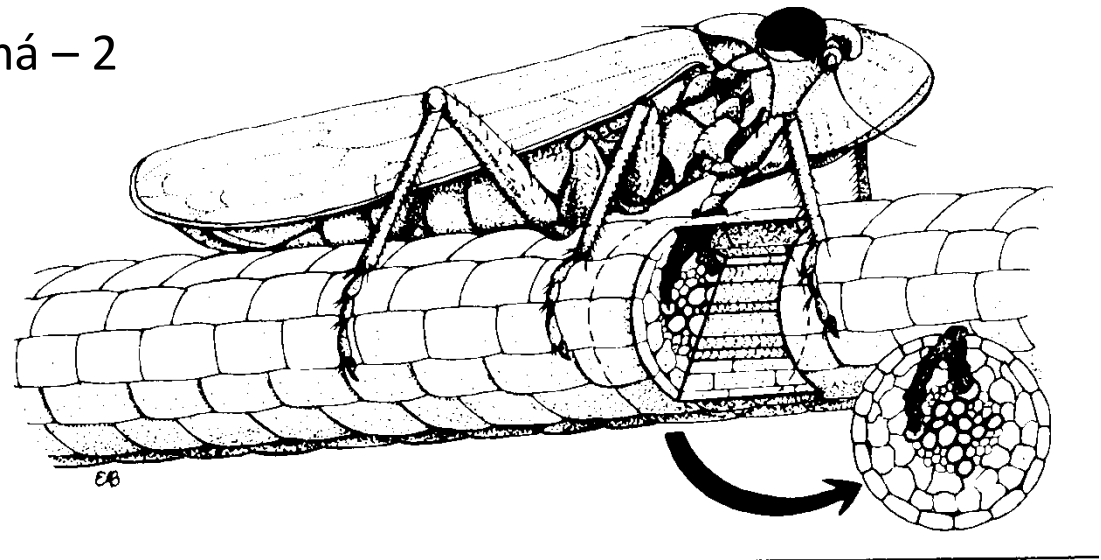
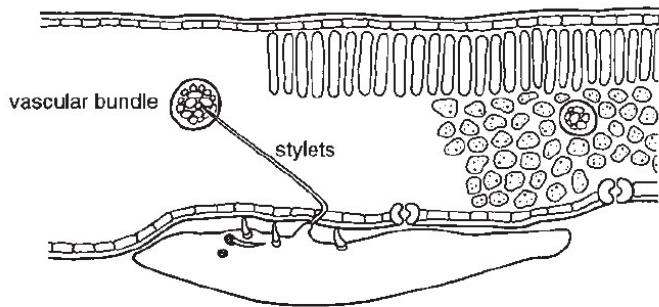
- 2 páry styletů (mandibuly, lacinie maxil) uložené v trubicovitém prodlouženém labiu
- oba kanálky v laciních
- úplná redukce palp



# Funkce bodavě- savého ú.ú. Hemiptera



- nasávání mízy (xylém) z cévních svazků  
– většina skupin Hemiptera:  
Sternorrhyncha a Auchenorrhyncha –  
mohutné svaly cibariální a  
pharyngeální pumpy (potrava má – 2  
MPa)

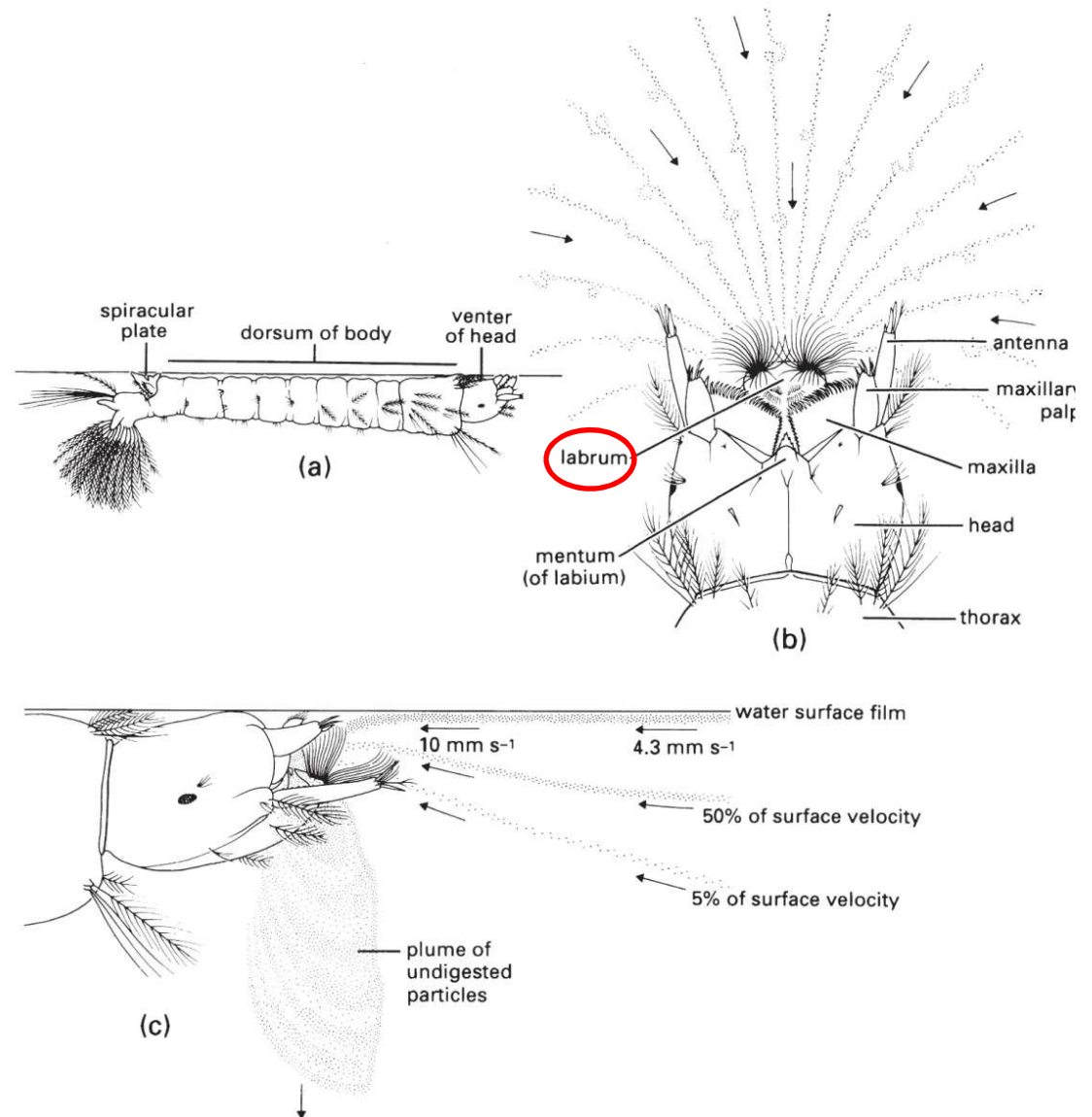


- nasávání šťávy z phloému – skupiny Hemiptera: mšice, svítilky – nízká viskozita tekutiny pod vysokým tlakem ( $< 1\text{Mpa}$ ) – pasivné nasávání bez potřeby silných svalových kontrakcí



# Filtrační ústní ústrojí (vodní hmyz)

- např. komáři (Diptera: Culicidae) – brvy (sety) na labru tvoří víry přihánějící částičky potravy z hladiny k ústnímu ústrojí, brvy na mandibulách a maxillách je zachytávají a transportují do ústní dutiny





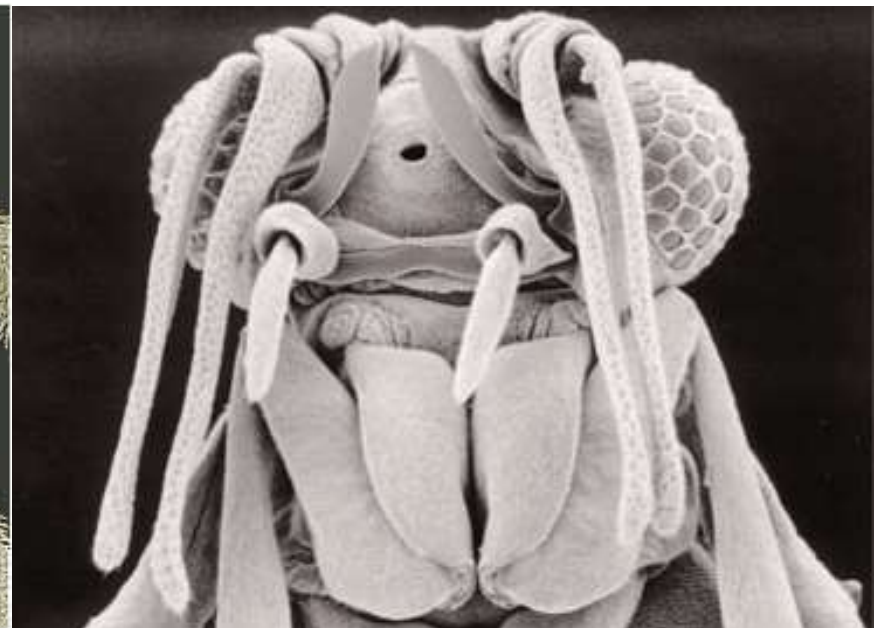
## Redukce ústního ústrojí

- dospělci jepic (Ephemeroptera), samců řasníků (Strepsiptera) a červců (Hemiptera: Coccoomorpha), některých Diptera a Lepidoptera,
- souvisí krátkou délkou života
- např. Strepsiptera: ztráta lacinií a pyskových makadel, redukce čelistních makadel na 1-2 články, úzká kuželovitá kusadla), absence tentoria



Hemiptera: Coccoomorpha, samec

Strepsiptera: samec



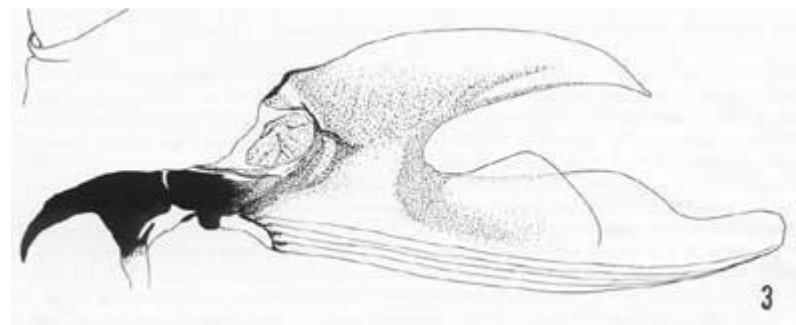
# Redukce ústního ústrojí

- poměrně častá u larev holometabolního hmyzu žijících endoparaziticky nebo v tekutých substrátech a u sociálních druhů
- redukce hlavové schránky u Diptera: eucefalní, hemicefalní a acefalní larvy (zachován pouze cephalopharyngeální skelet)



hemicefalní larva: Tipulidae

*Apis mellifera*



acefalní larva: Cyclorhapha, cephalopharyngeální skelet