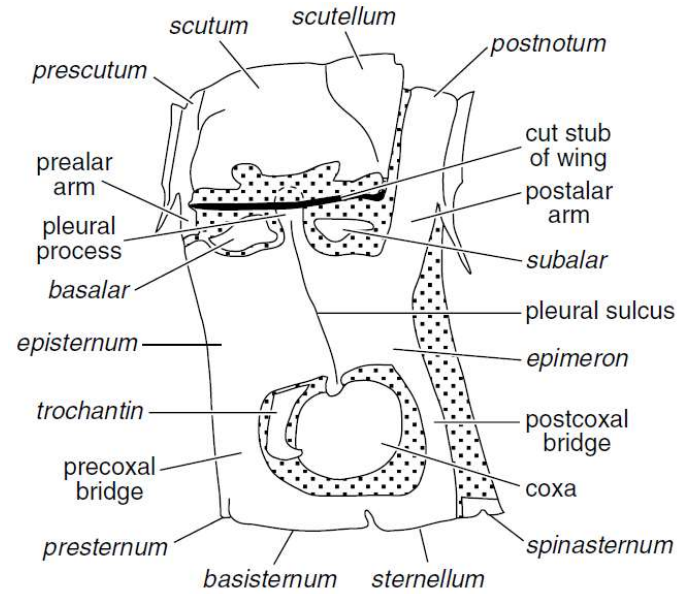
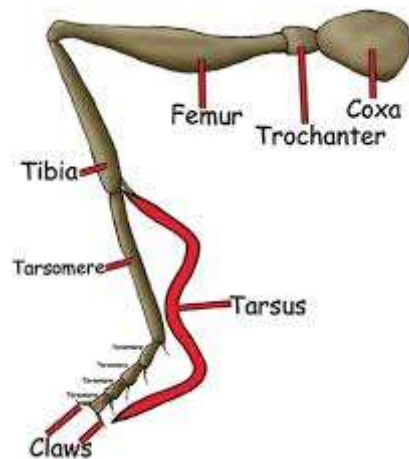


# Bi6760 Základy entomologie

## 3. Hrud'

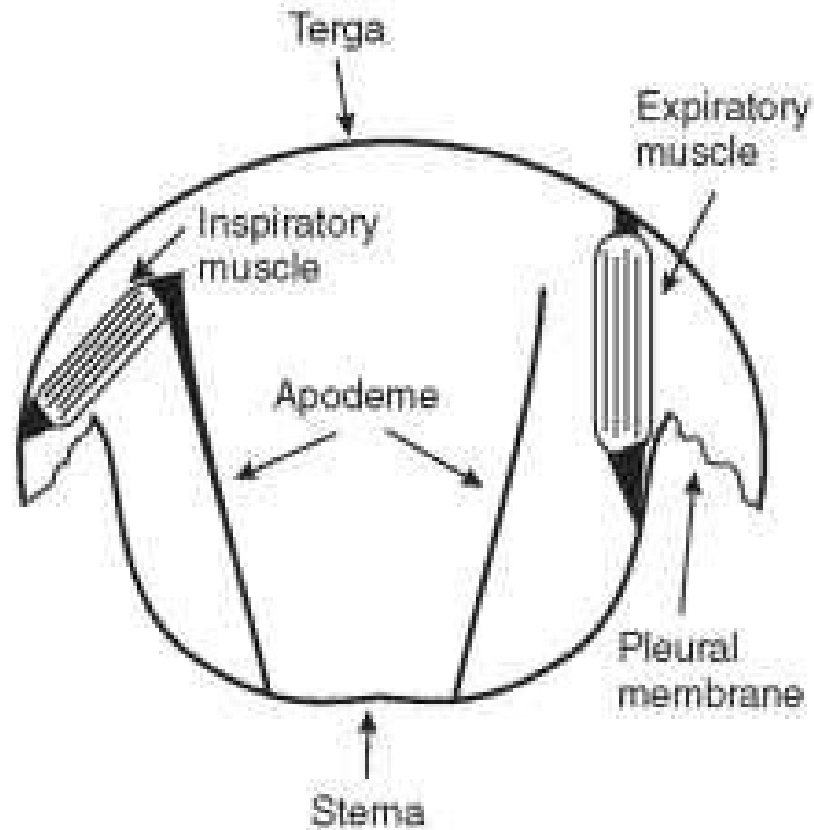


Andrea Tóthová, Igor Malenovský  
A31-111, [tothova@sci.muni.cz](mailto:tothova@sci.muni.cz)

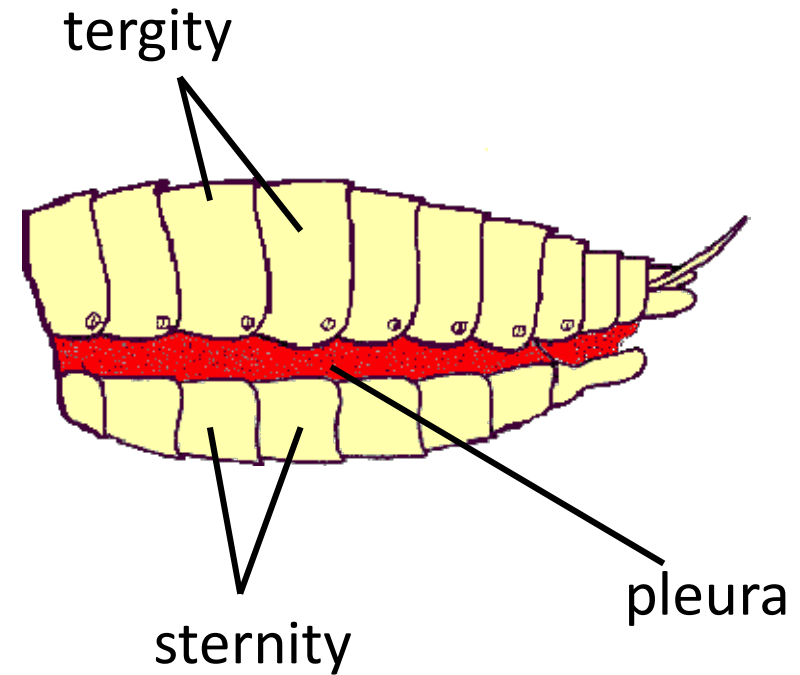
# Hrud' (*thorax*)

- u hmyzu vždy složena ze 3 článků:
  - předohrud' (*prothorax*)
  - středohrud' (*mesothorax*)
  - zadohrud' (*metathorax*)
- lokomoční oddíl těla: párovité končetiny na všech člancích, u skupiny Pterygota křídla na 2. a 3. článku (= *pterothorax*), vnitřně upnuté svaly
- 2 páry stigmat na 2.(1.) a 3. článku
- poměry velikostí článků různé vzhledem k přítomnosti/nepřítomnosti a funkci křídel

# Sklerity

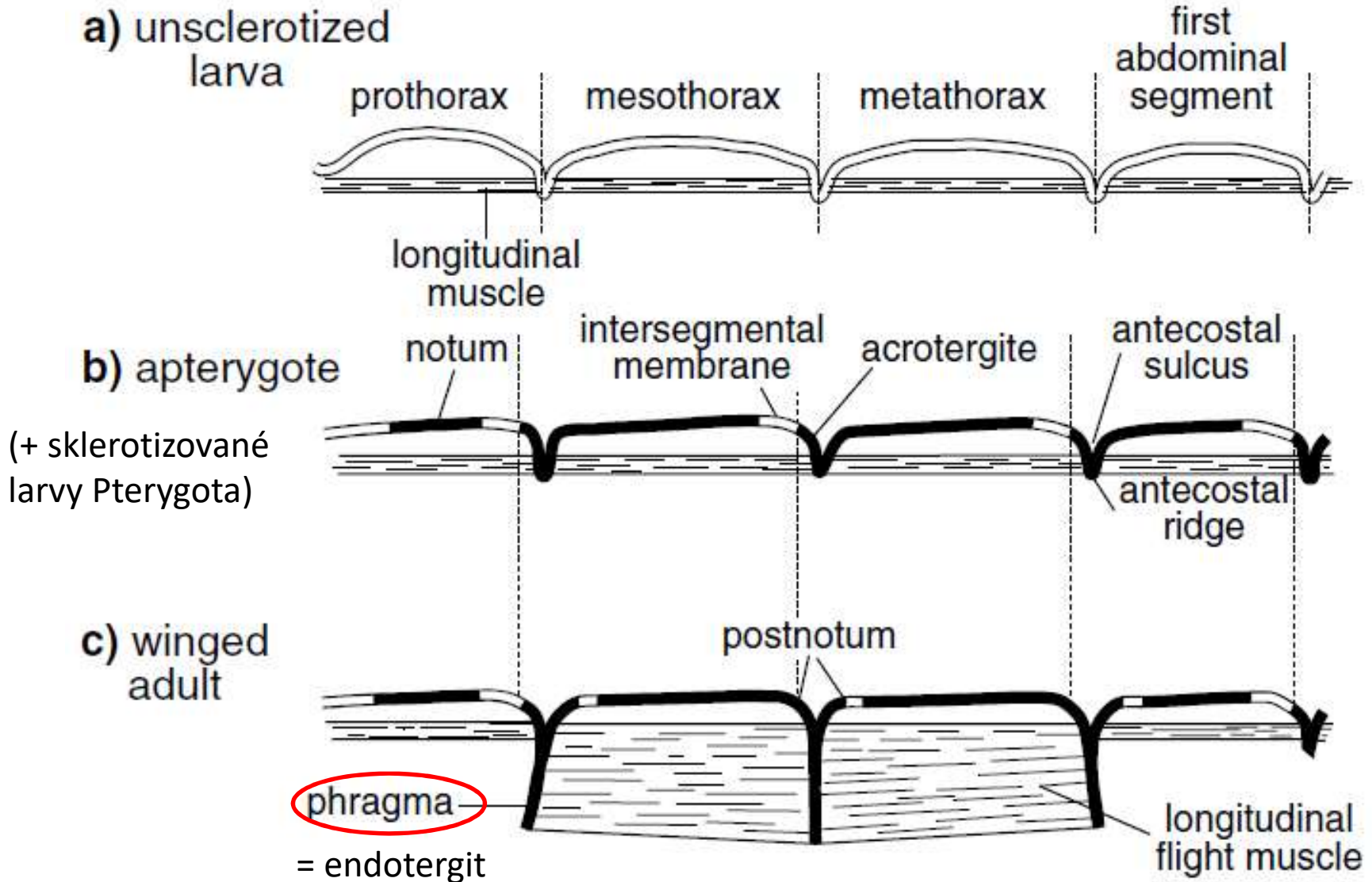


# Zadeček

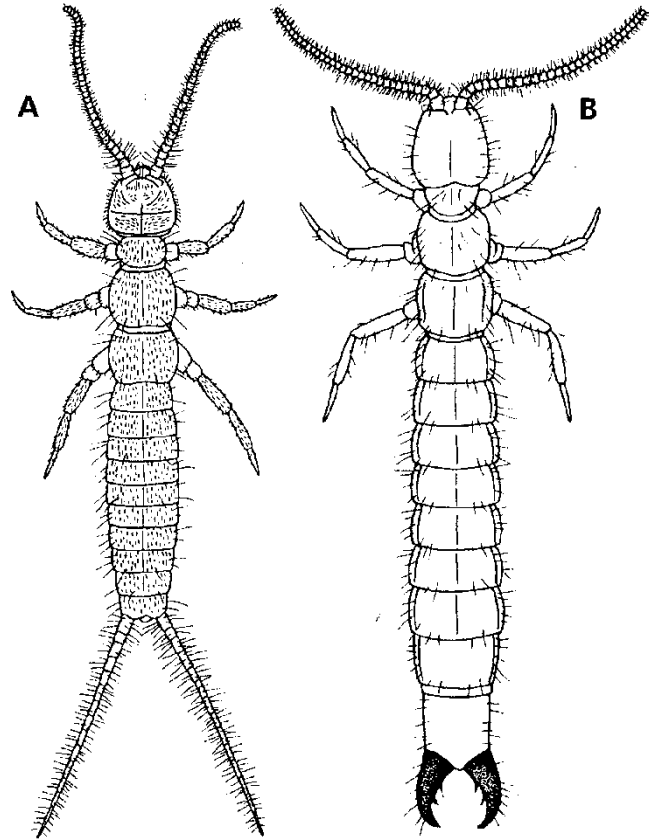


- dorsální sklerity na hrudi = ***nota*** (j.č. ***notum***)
- ventrální sklerity na hrudi = ***sterna*** (j.č. ***sternum***)

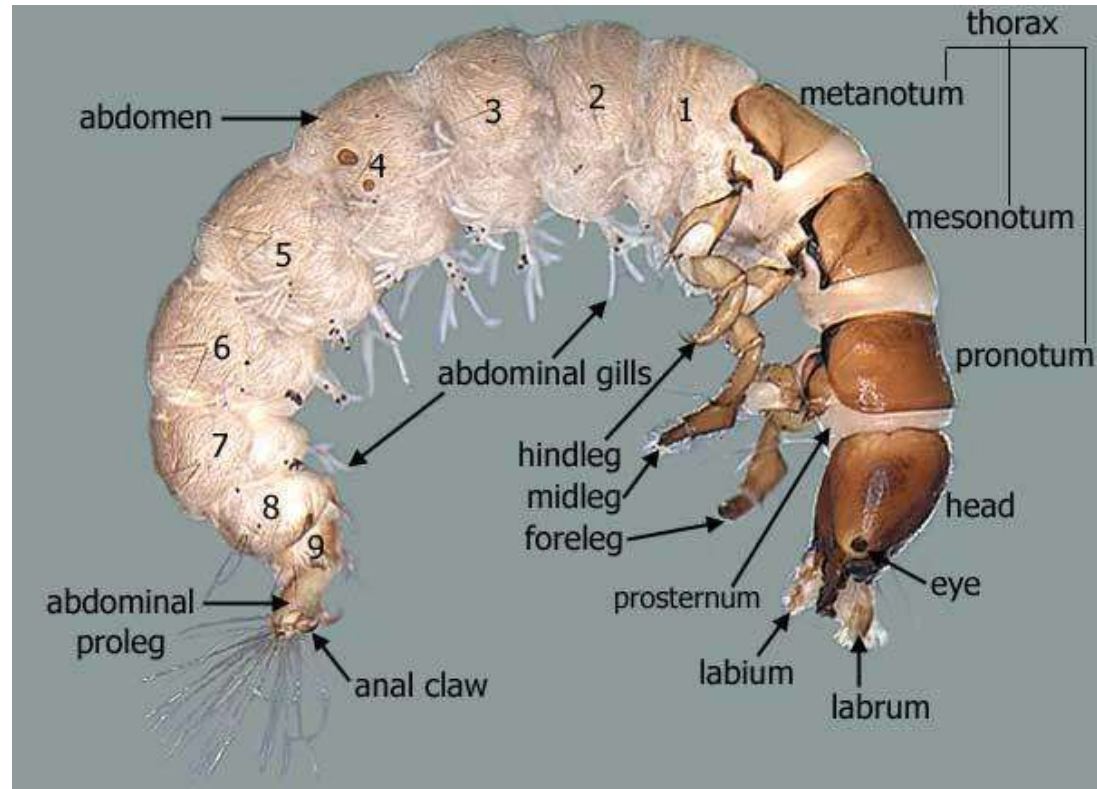
# Segmentace hrudi a odvození postnota a přepážek u Pterygota



# 1. Homonomní segmentace hrudi



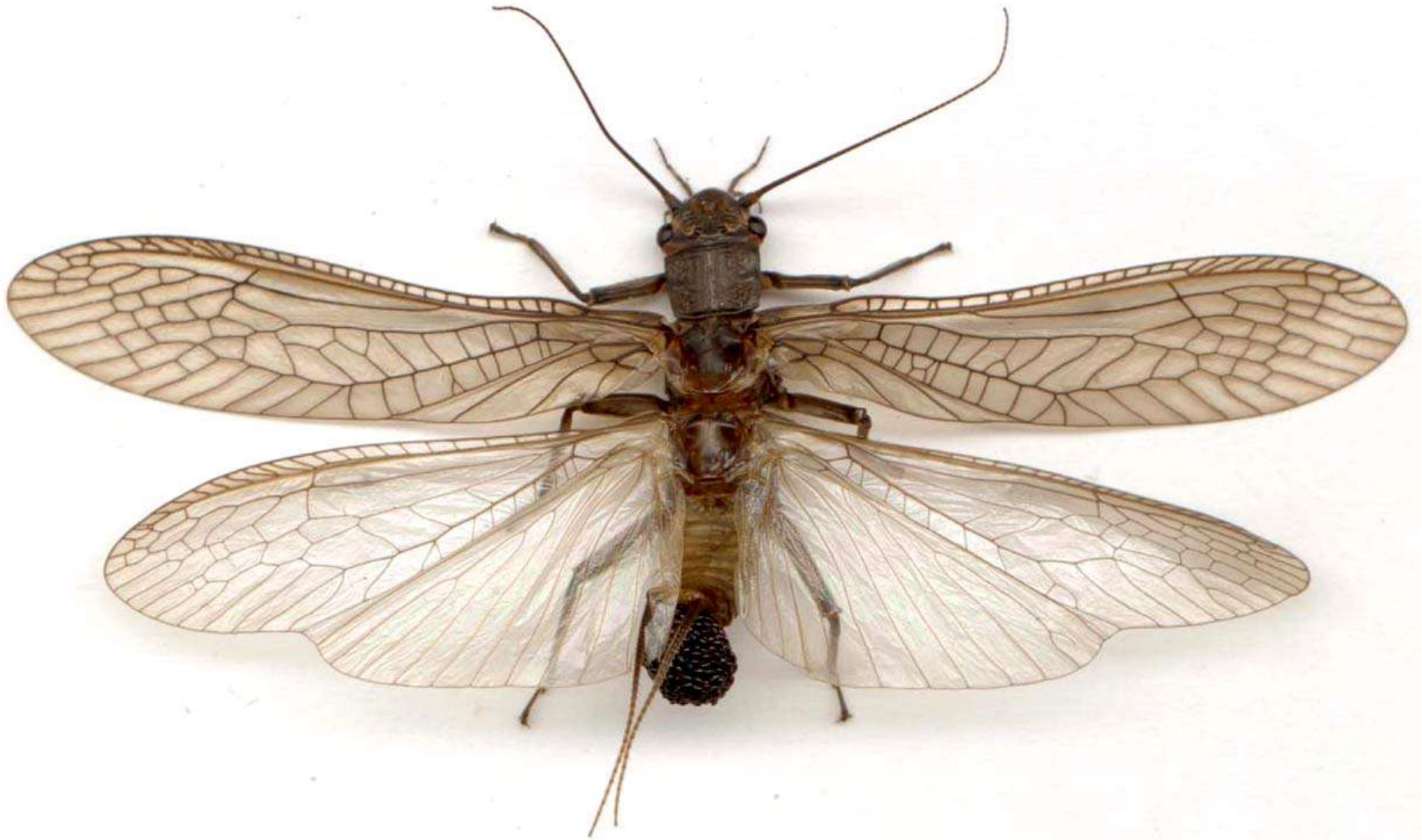
Diplura (vidličnatky)



Trichoptera (larva chrostíka)

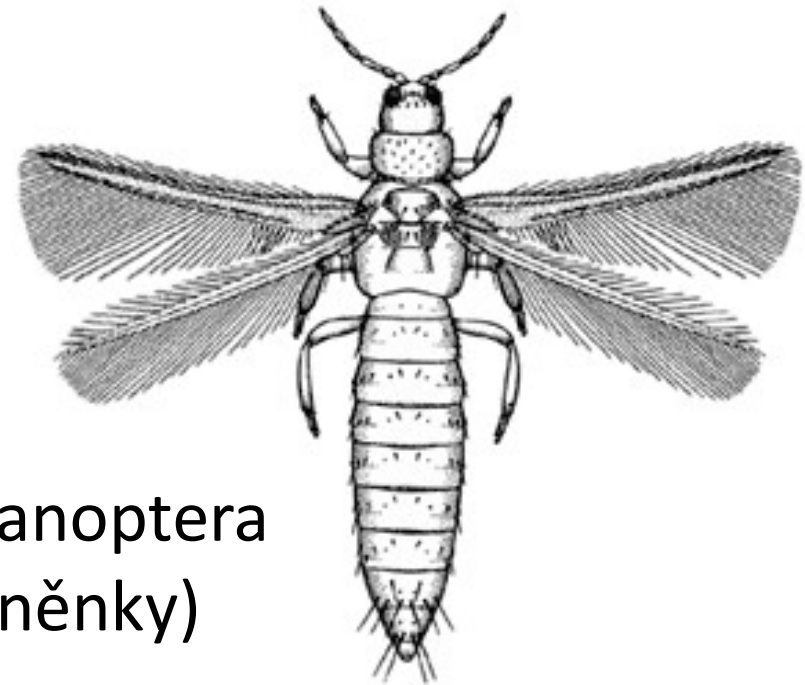
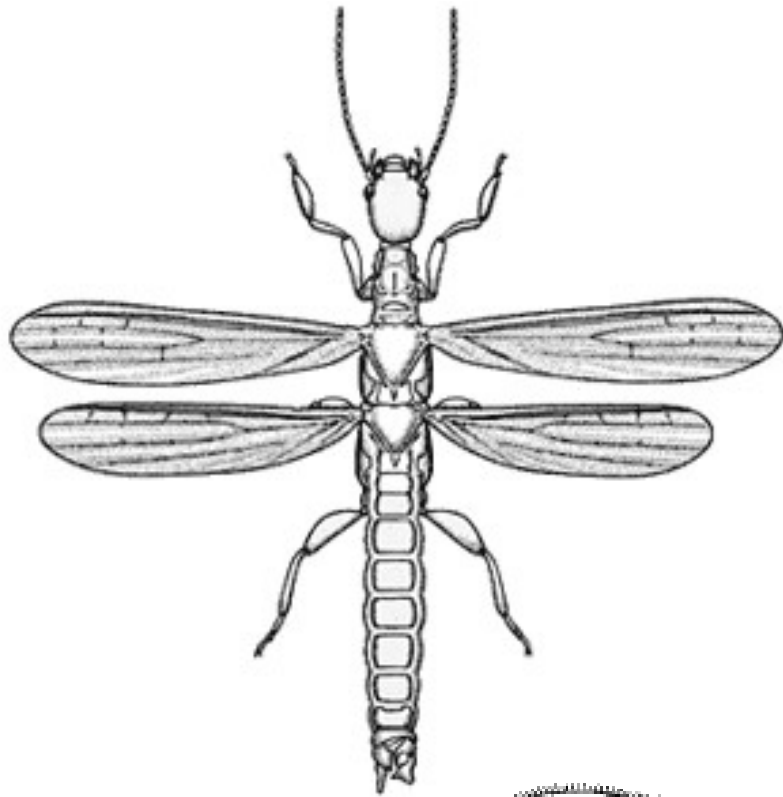
- všechny segmenty více méně stejné velikosti: původně u primárně bezkřídlého hmyzu, larev Holometabola a málo odvozených řádů Pterygota (špatných letců), též u sekundárně bezkřídlých skupin

# Homonomní segmentace hrudi

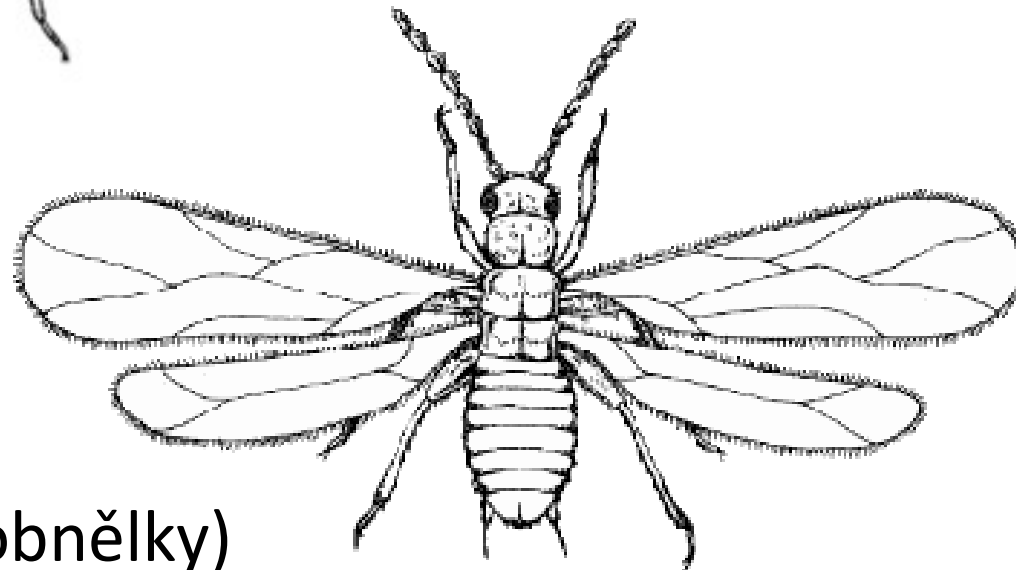


Plecoptera (pošvatky)

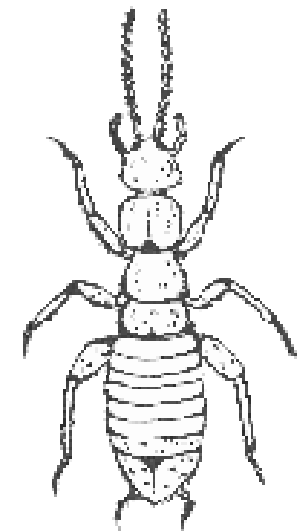
Embioptera (snovatky)



Thysanoptera  
(třásněnky)



Zoraptera (drobnělky)



# Homonomní segmentace hrudi



Megaloptera  
(střechatky)





# Homonomní segmentace hrudi

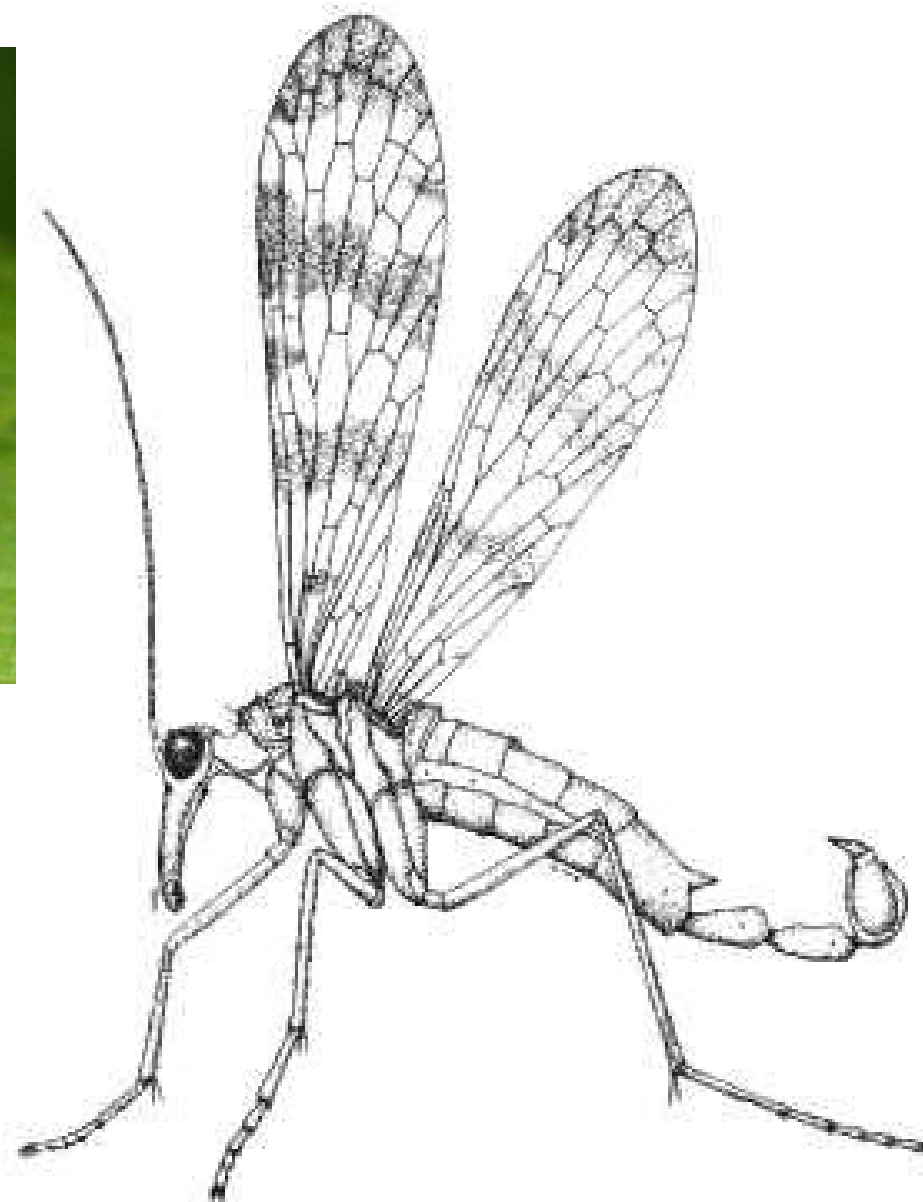


Neuroptera  
(sítokřídli)

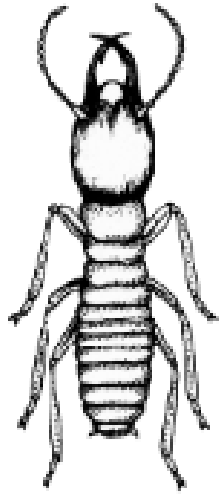
# Homonomní segmentace hrudi



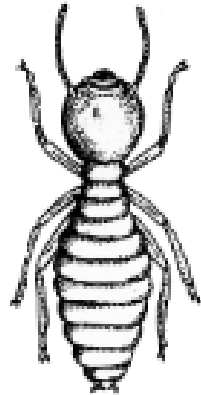
Mecoptera (srpice)



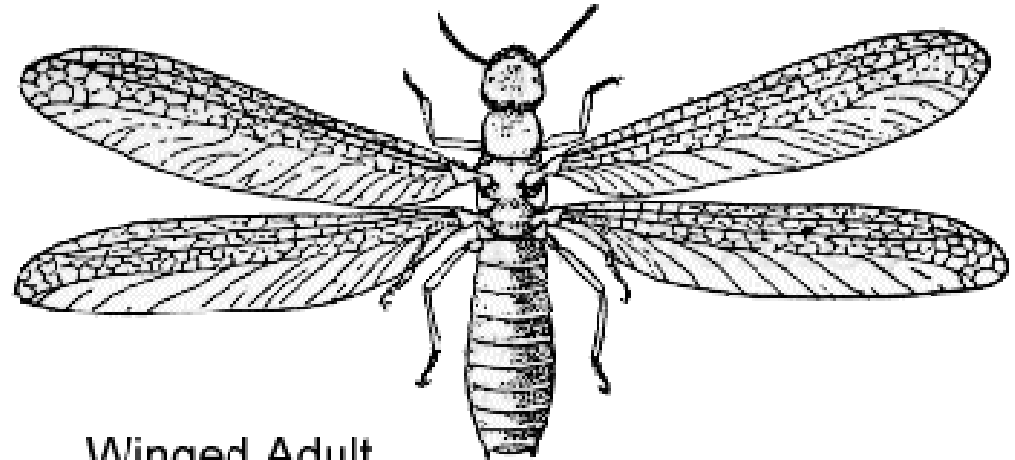
## 2. Sekundárně homonomní segmentace hrudi



Soldier

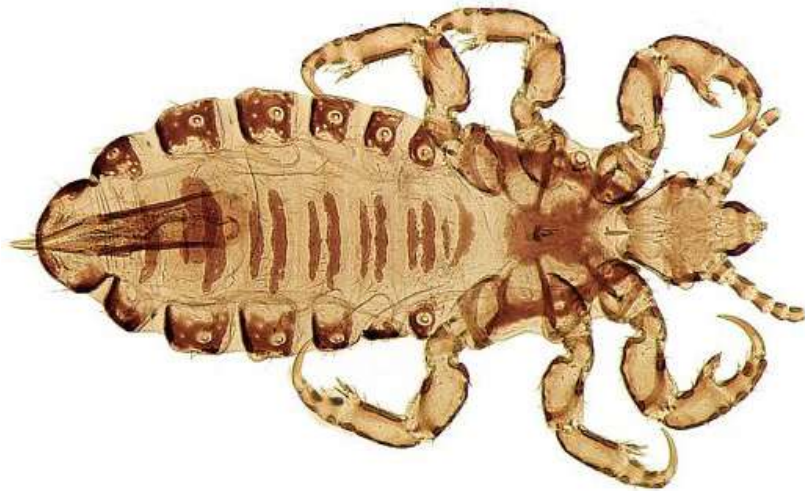


Worker

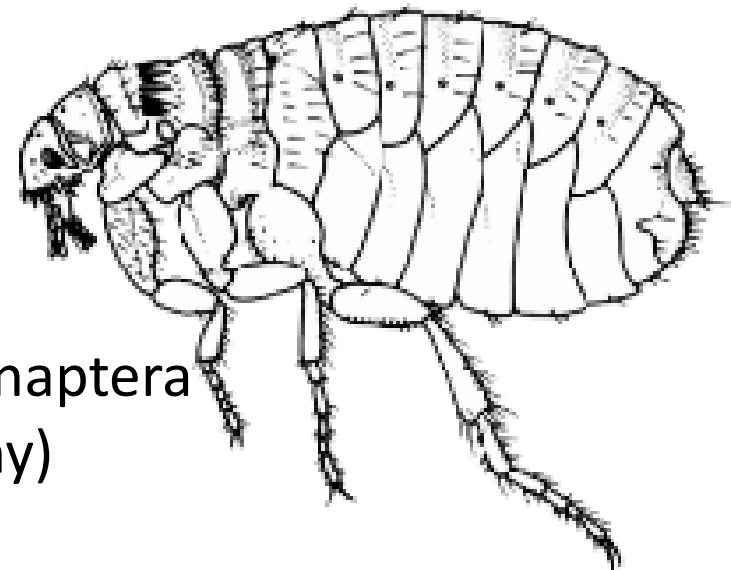


Winged Adult

Blattodea: Termitoidea (všekazi)

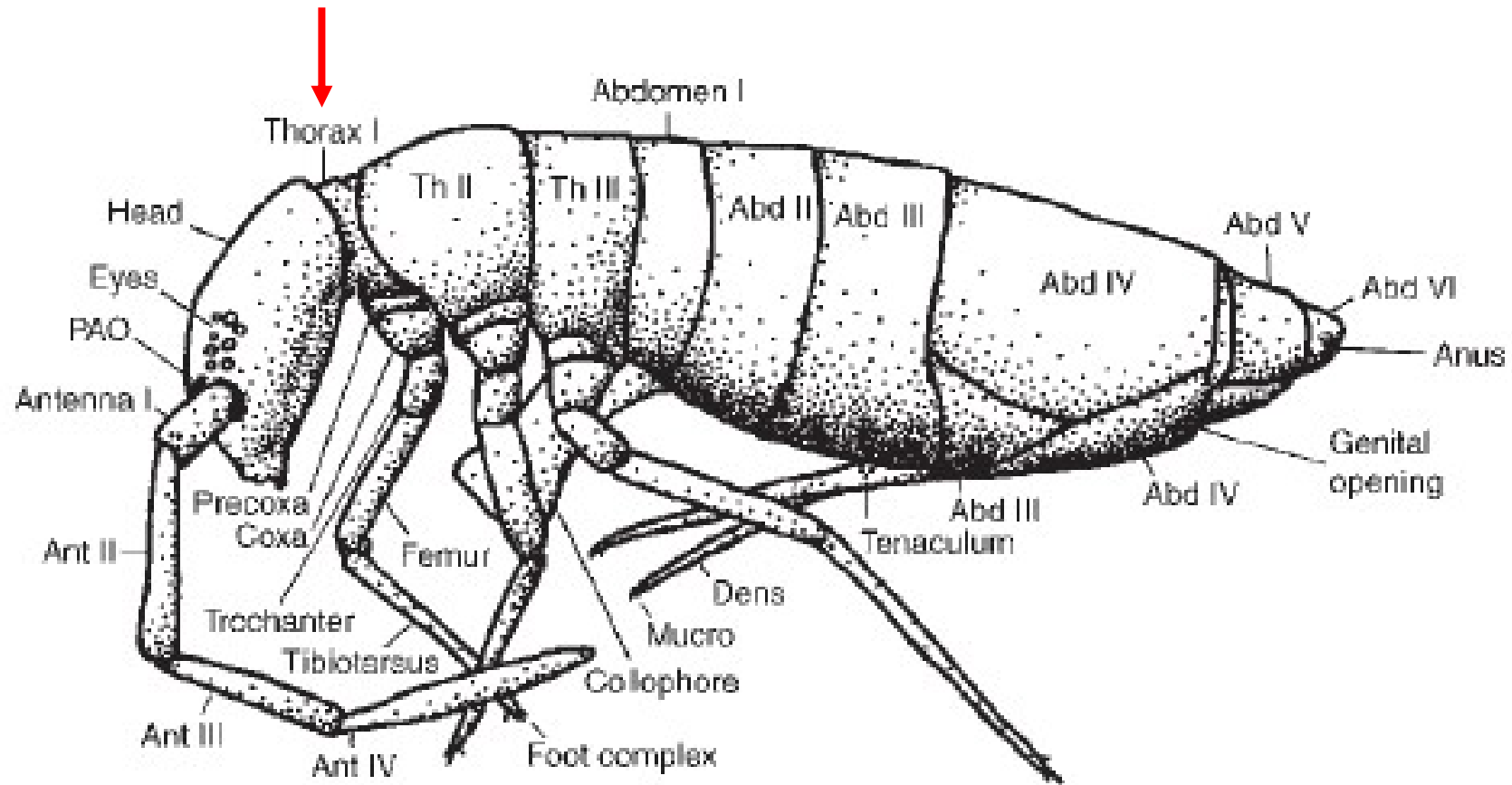


Psocodea: Anoplura (vši)



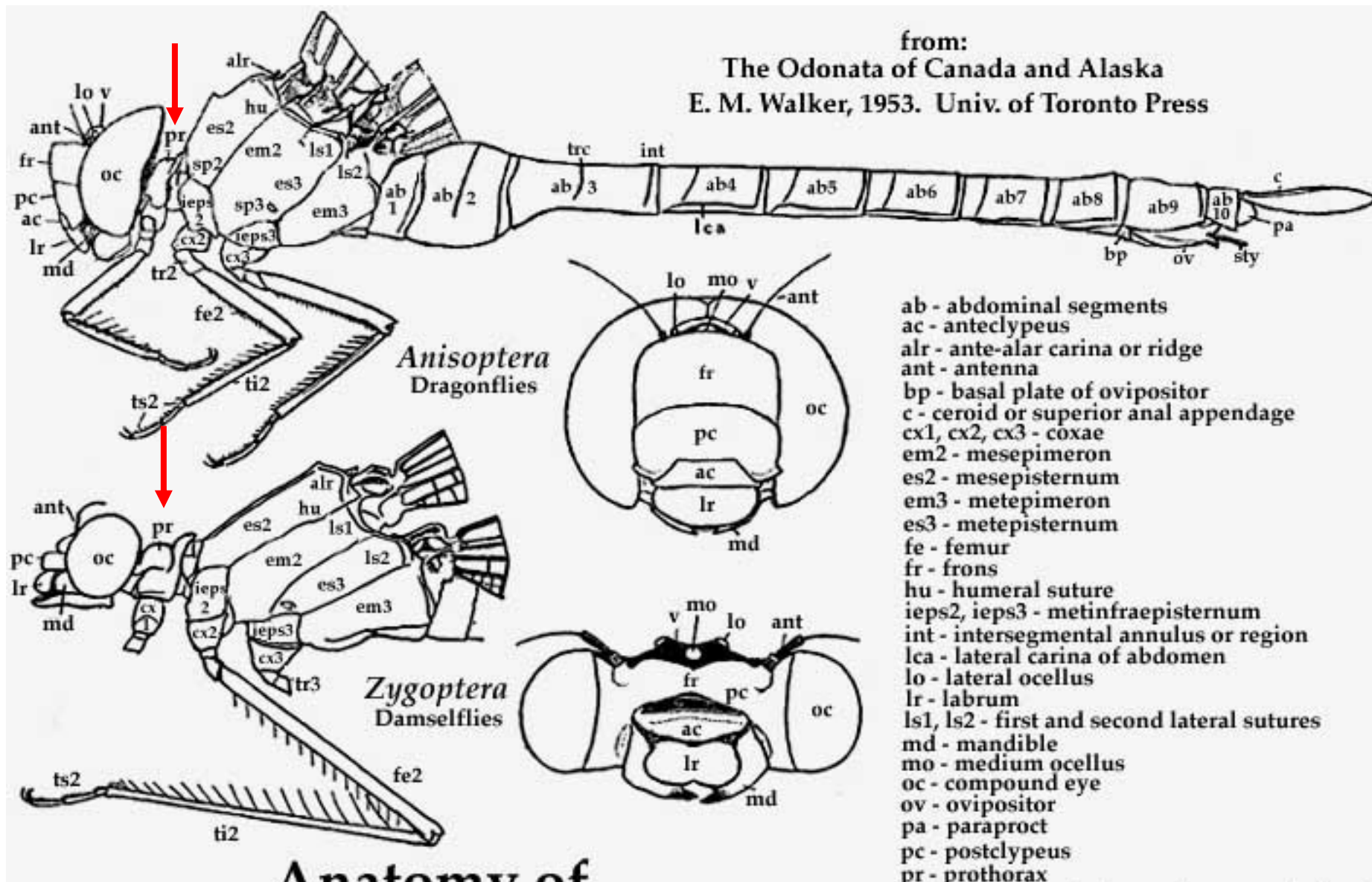
Siphonaptera  
(blechy)

### 3. Redukce předohrudi

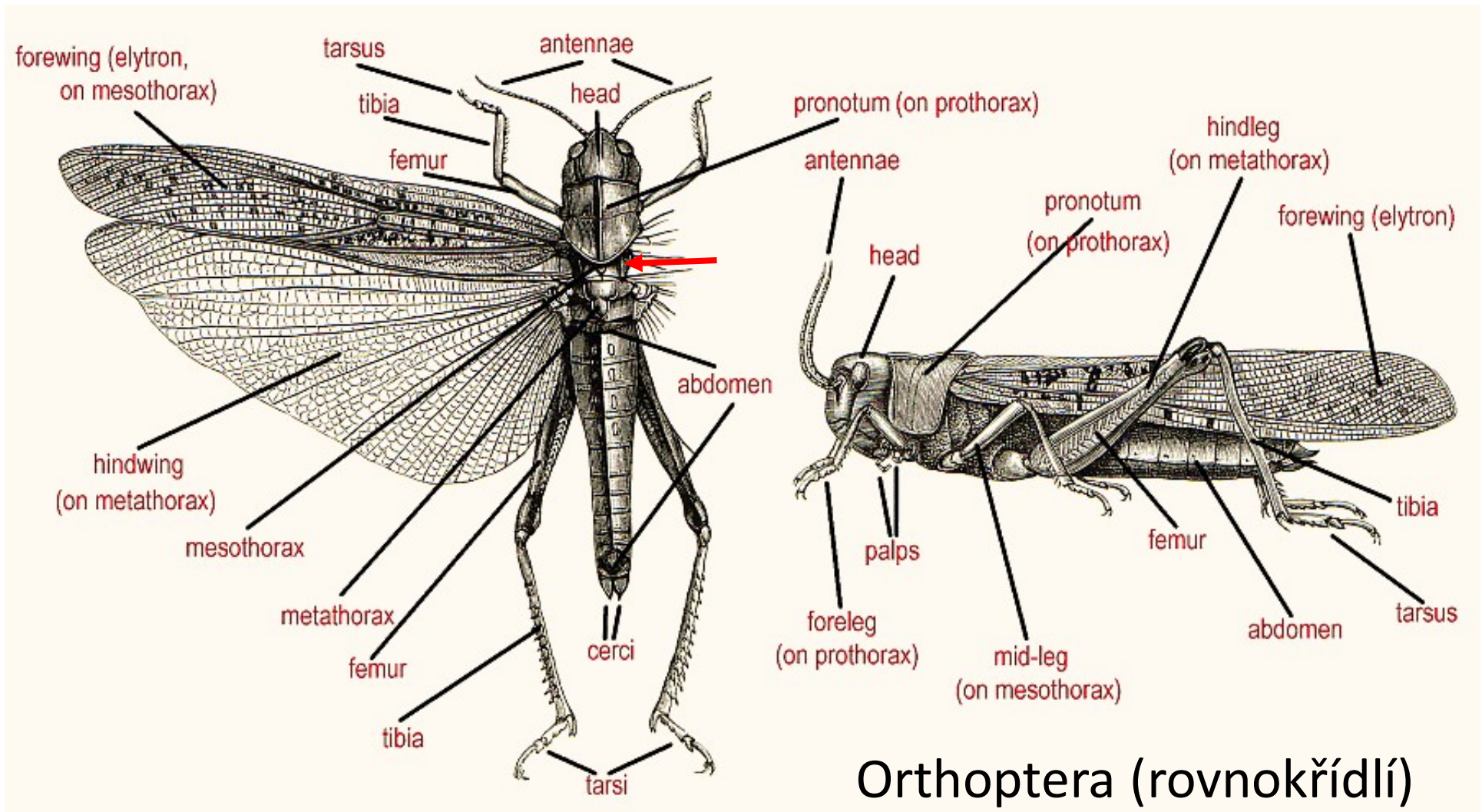


Collembola (chvostokoci)

# Redukce předohrudi Odonata (vážky)



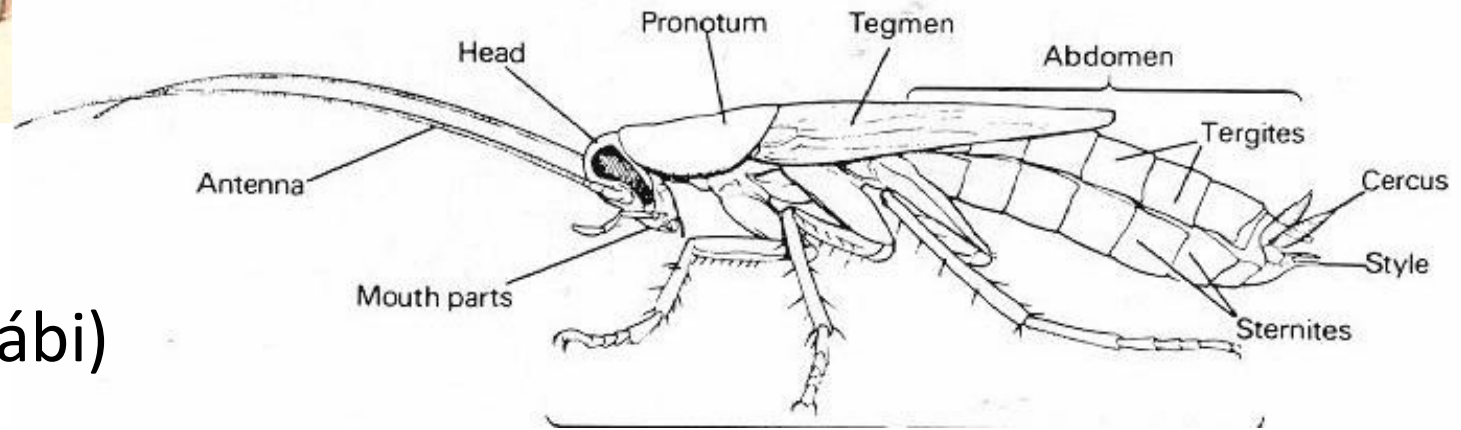
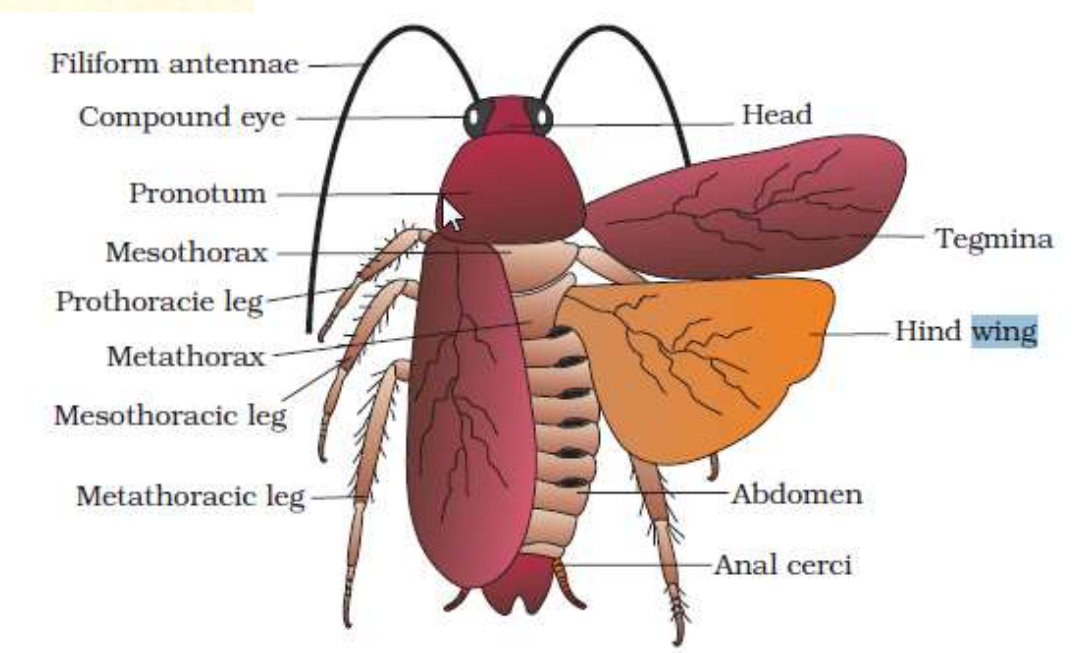
## 4. Redukce středohrudi



Orthoptera (rovnokřídlí)

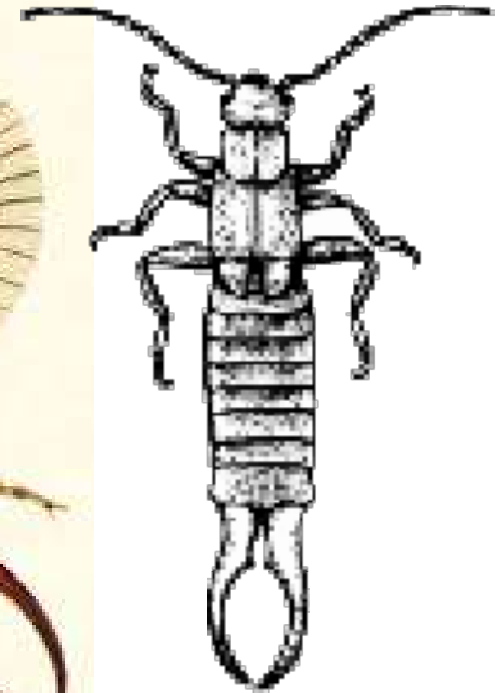
- hlavním lokomočním orgánem jsou zadní křídla, předohrud' přítomna jako hrudní štít

# Redukce středohrudi



Blattodea (švábi)

# Redukce středohrudi

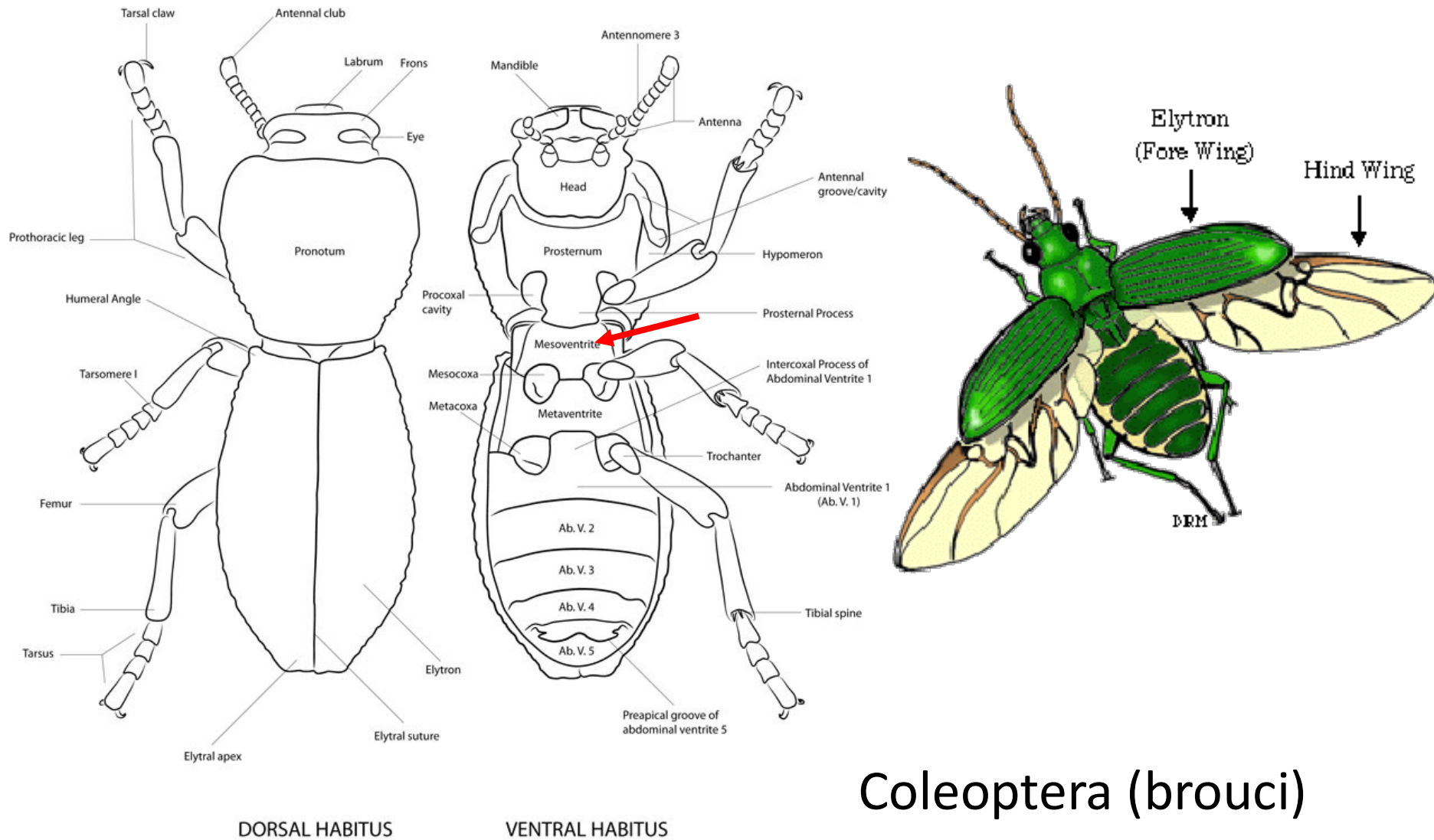


Dermaptera (škvoři)

- hlavním lokomočním orgánem jsou zadní křídla, předohrud' přítomna jako hrudní štít



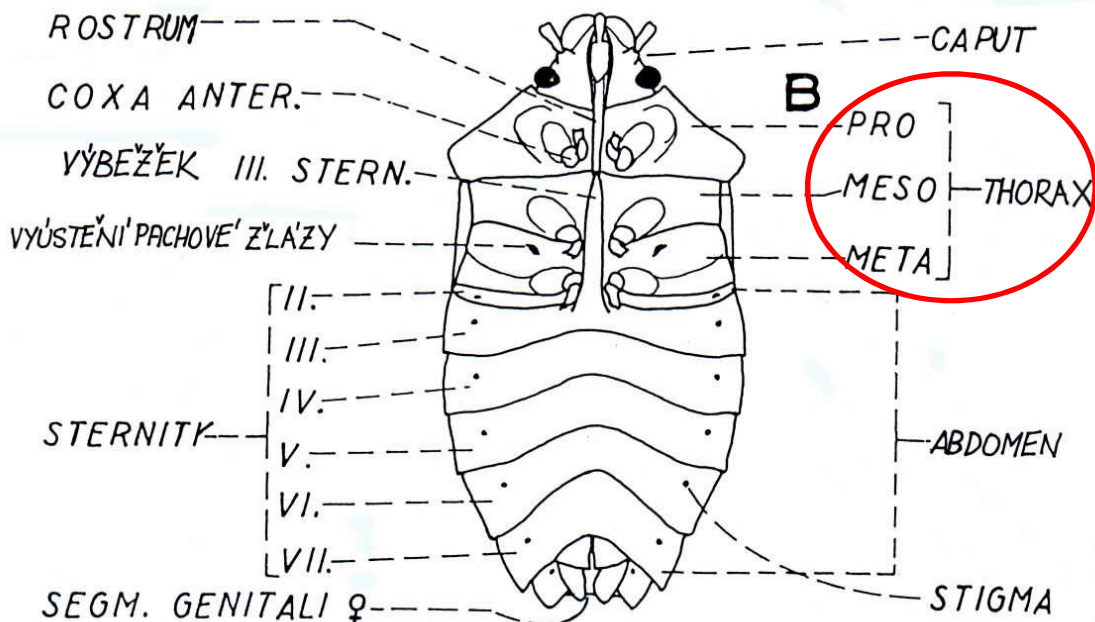
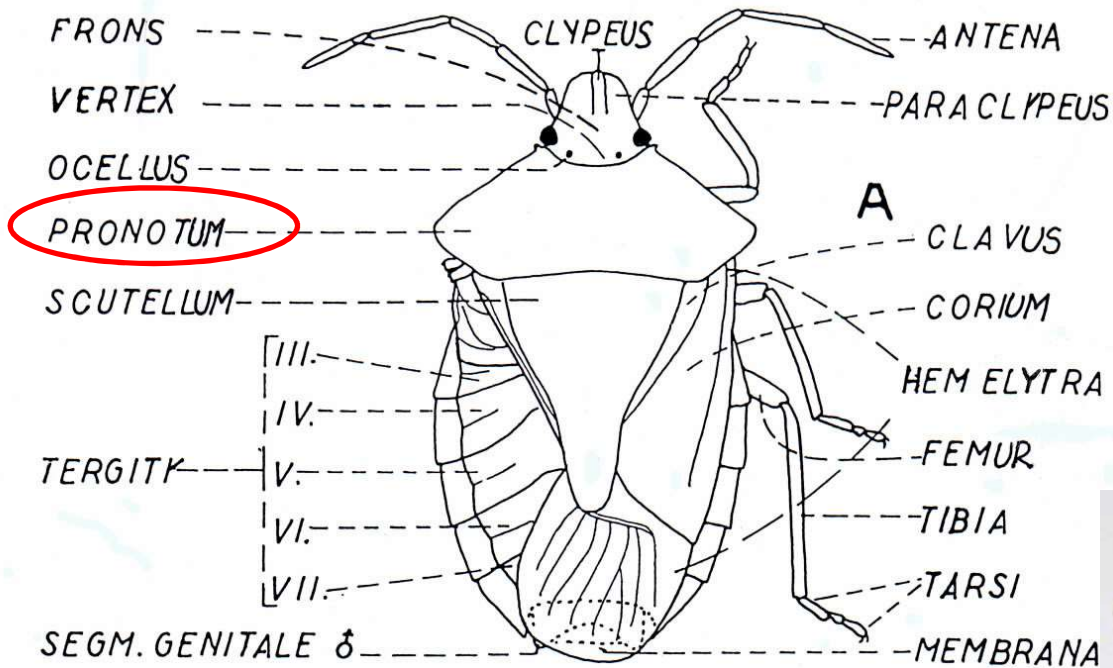
# Redukce středohrudi



## Coleoptera (brouci)

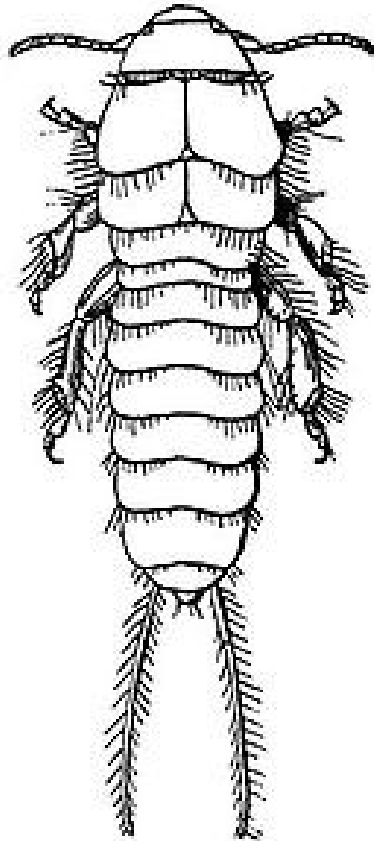
- hlavním lokomočním orgánem jsou zadní křídla, předohrud' přítomna jako hrudní štít

# 5. Částečná redukce středohrudi a zadohrudi



Hemiptera:  
Heteroptera  
(ploštice)

## 6. Redukce středohrudi a zadohrudi



*Hemimerus Hansenii*.

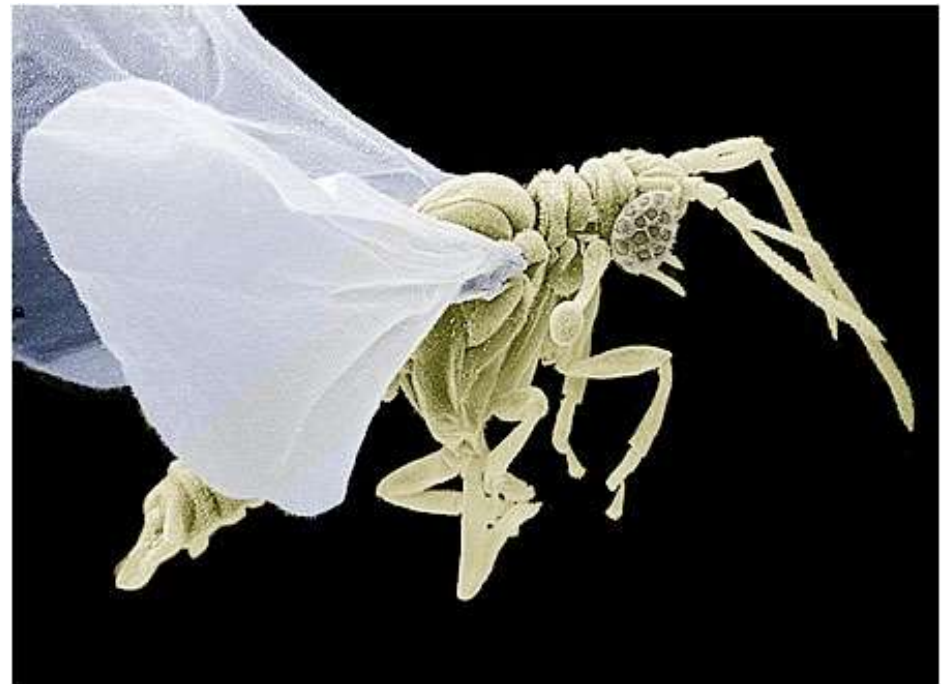
(After Hansen.)



Dermaptera: Hemimeridae, Arixenidae (hryzenky)

- poměrně vzácný případ u skupin se sekundárně redukovanými křídly

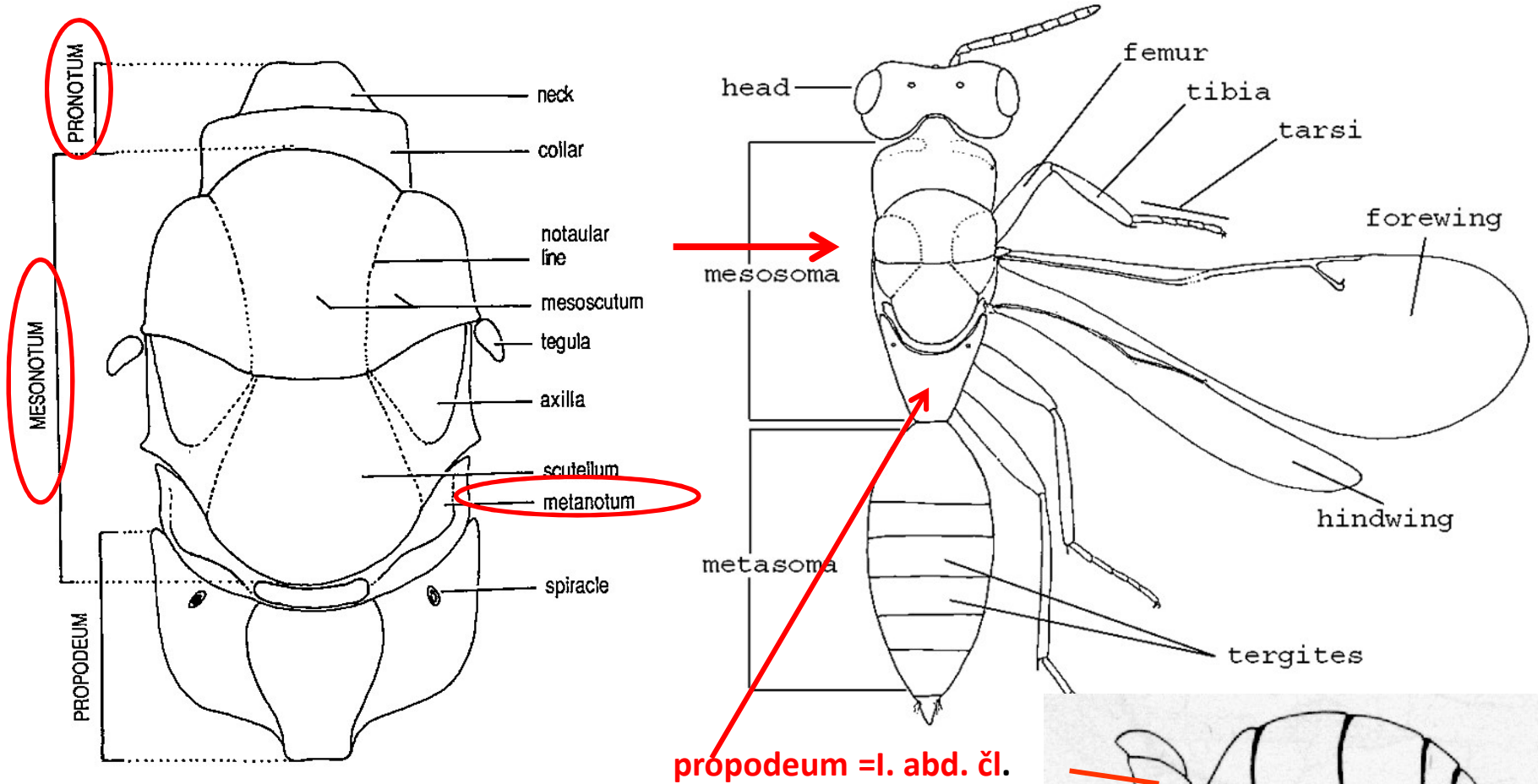
## 7. Redukce předohrudi a středohrudi



Strepsiptera (řasníci) - samci

- hlavním lokomočním orgánem jsou zadní křídla, redukce předních křídel

# 8. Redukce předohrudi a zadohrudi

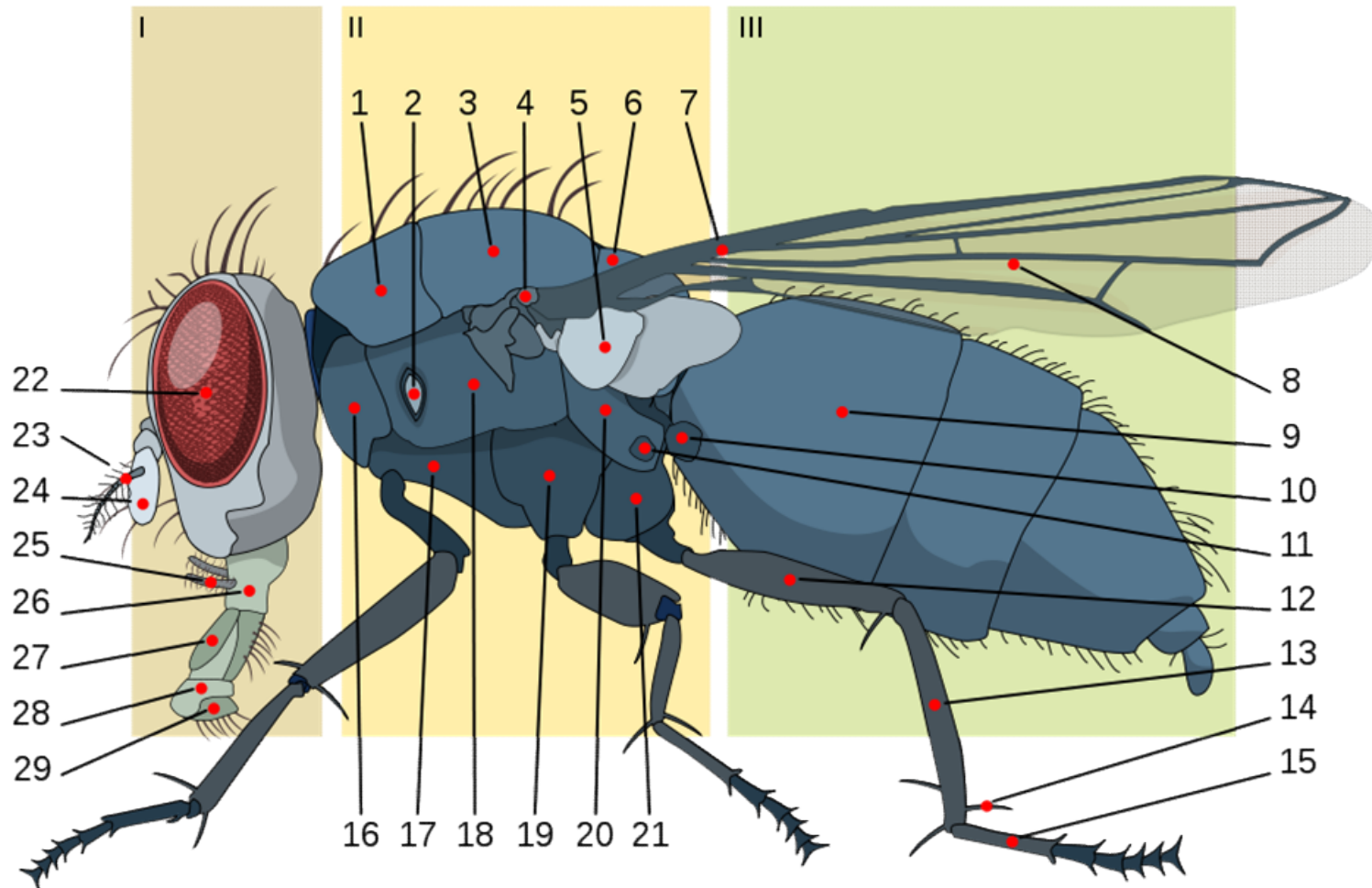


Hymenoptera (blanokřídlí)

propodeum = I. abd. čl.  
petiolus = II. abd. čl.

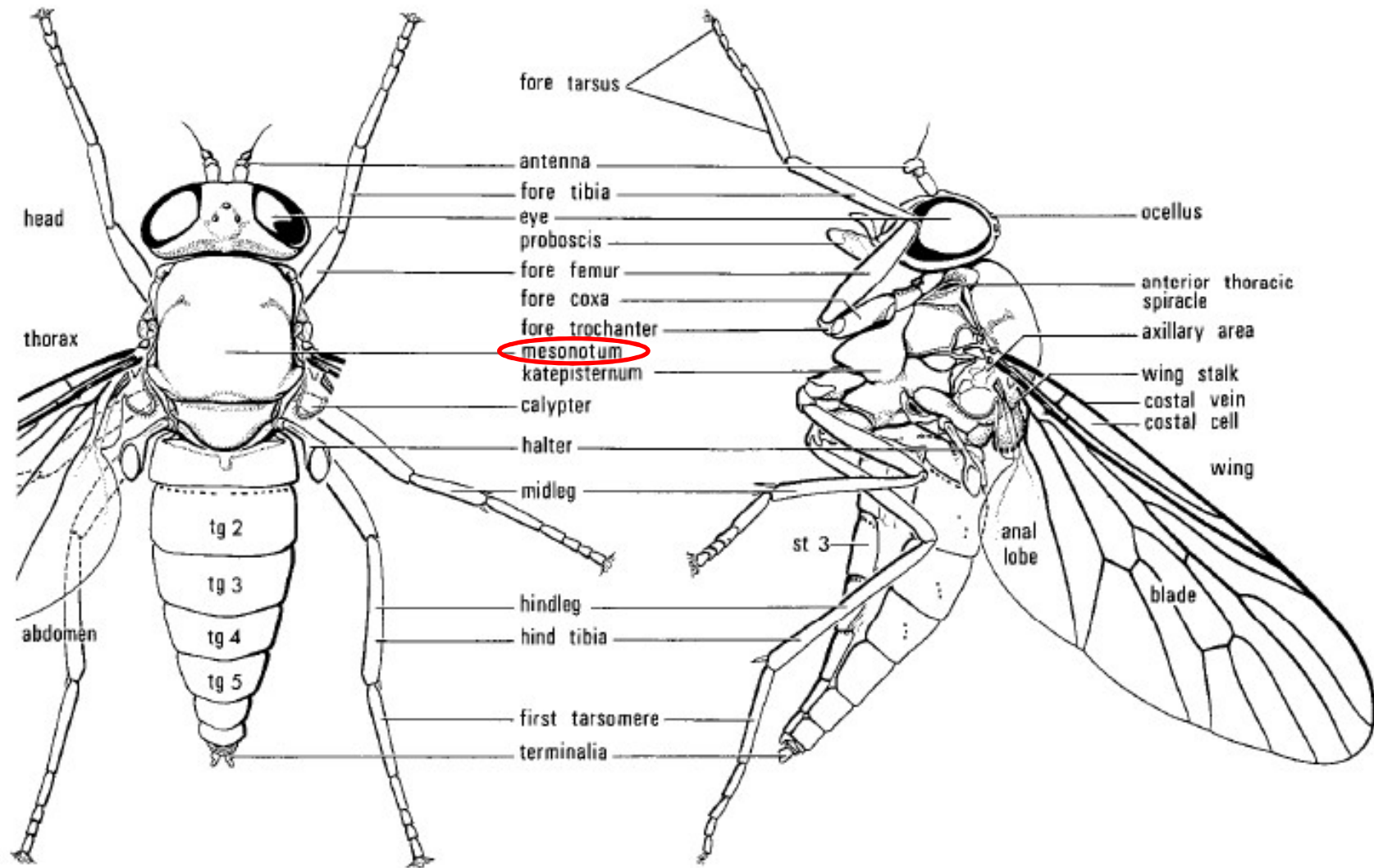
- hlavním lokomočním orgánem jsou přední křídla

# Redukce předohrudi a zadohrudi



Diptera (dvoukřídlí)

- hlavním lokomočním orgánem jsou přední křídla

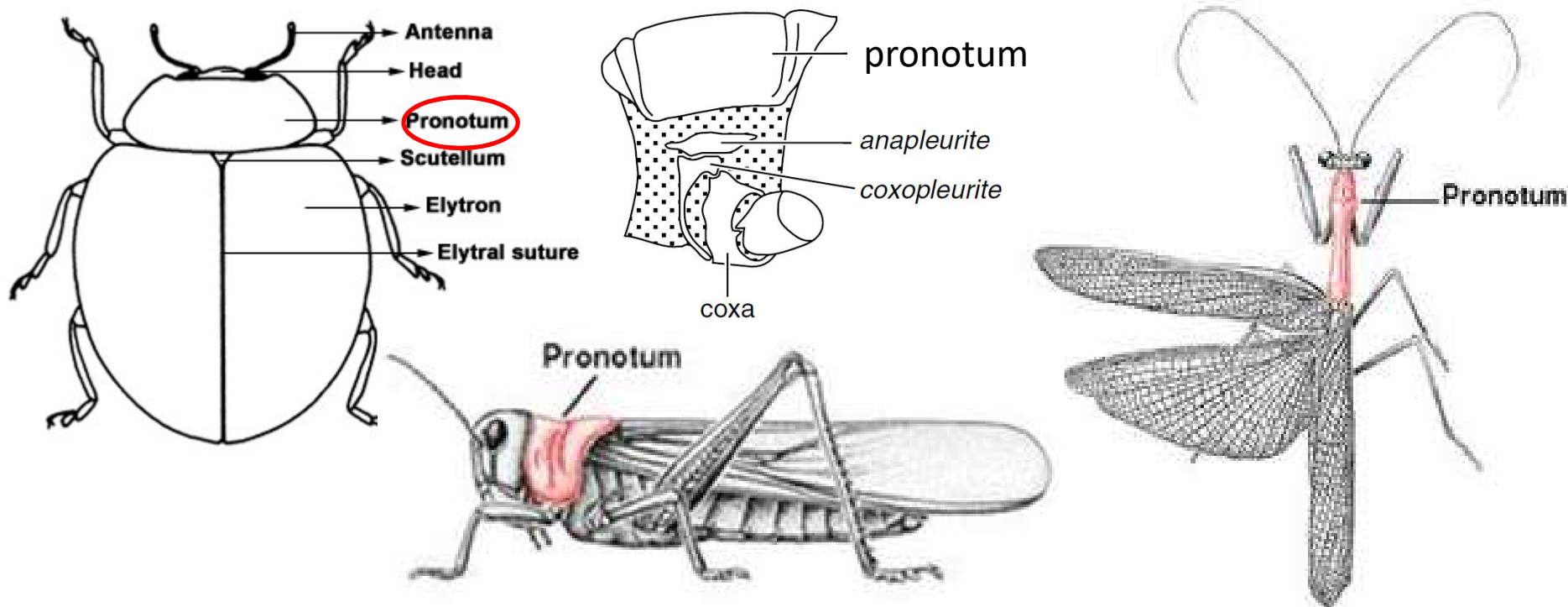


2 *Symphoromyia montana* ♀

3 *Symphoromyia montana* ♀

# Dorzální část předohrudi (*pronotum*)

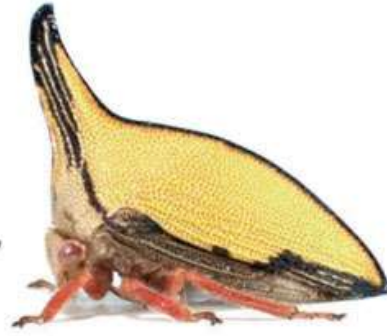
- jednoduchá stavba, schází akrotergit (není zde úpon svalů), většinou menší než meso- a metanotum
- slouží zejména pro úpon svalů předních nohou
- nápadně zvětšené u Coleoptera, Blattodea, Mantodea, Orthoptera, Hemiptera (Heteroptera, část Auchenorrhyncha): **štít**, svrchu částečně kryjící hlavu a středohrud'





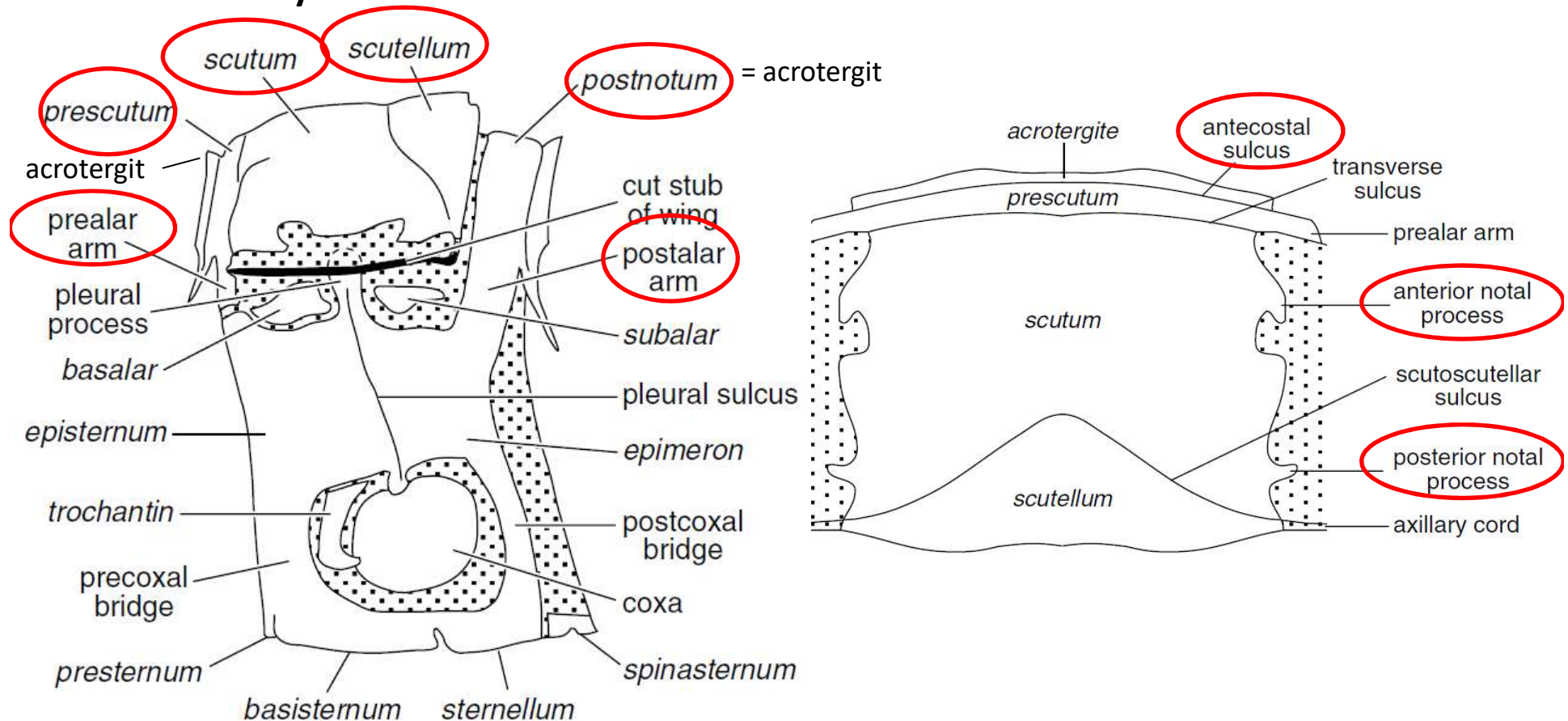
# Hypertelie pronota u ostnohřbetek (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Membracidae)





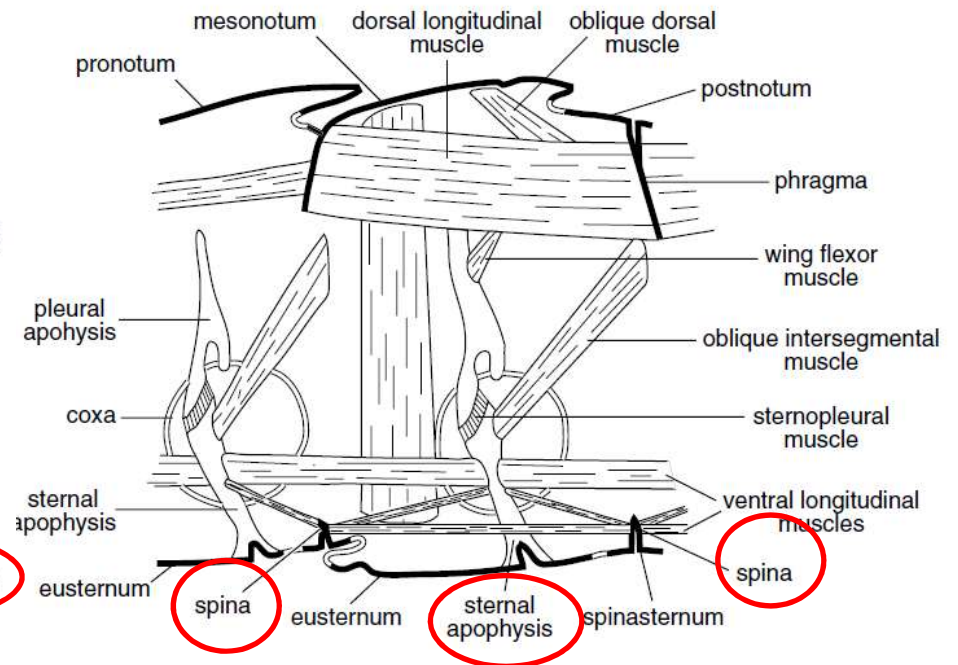
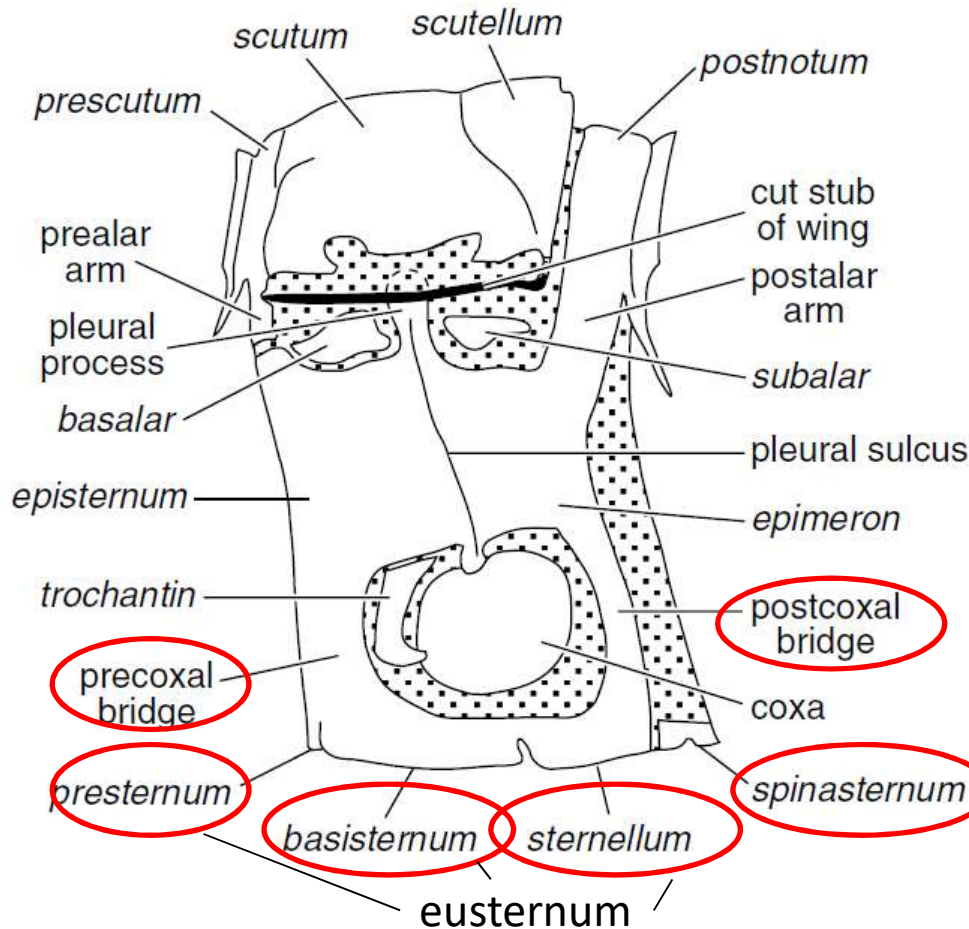
# Notum na okřídleném segmentu: *mesonotum*, *metanotum*

- často zesílené vnitřní hřebeny, navenek vypadající jako rýhy (*sulci*) – adaptace k mechanickému tlaku vyvolanému křídly a křídelními svaly: rozdělení na *prescutum*, *scutum* a *scutellum* (dohromady tvoří *alinotum*) + antekostálním švem rozdělené *postnotum*
- *prescutum* spojeno s pleuronem prealárním a *postnotum* s epimeronem postalárním výběžkem
- *scutum* - laterálně anteriorní a posteriorní křídelní výběžky (proxalaria) **kloubně spojené s bazálními sklerity křídla**



# Sternum na okřídleném segmentu: *mesosternum*, *metasternum*

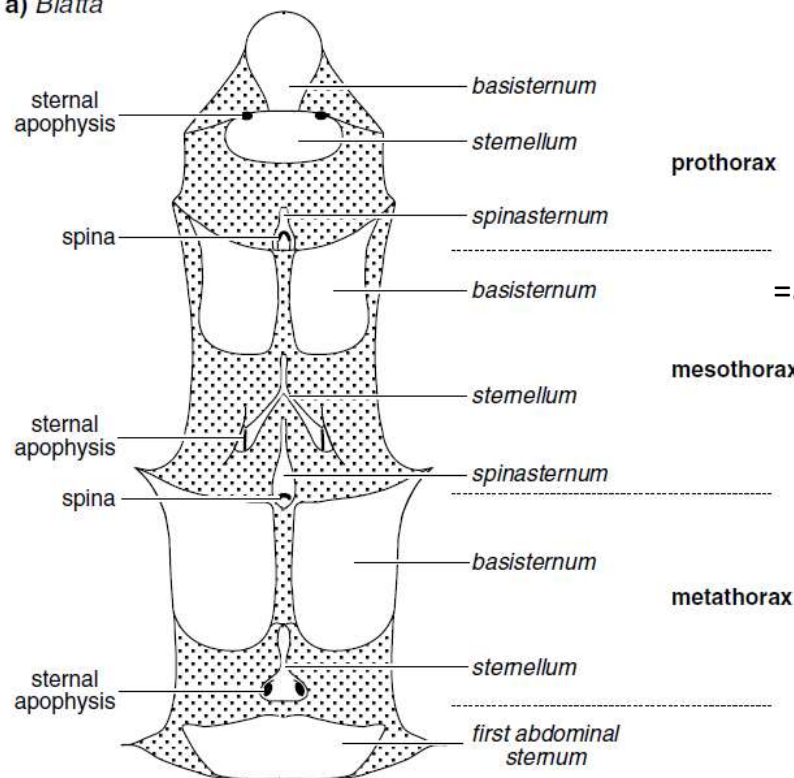
- intersegmentální sklerotizovaná část (intersternit) = *spinasternum*, vybíhá dovnitř jako trnitý výběžek (*spina*), chybí u zadohrudi; nikdy se nespojuje s následujícím skleritem
- segmentální sklerotizovaná část = *eusternum* (často je rozdělená na *presternum*, *basisternum* a *sternellum*=*furcasternum*), laterálně může splývat s pleuronem (= *laterosternit*) a vytvářet prekoxální a postkoxální můstek (*pons precoxale*, *postcoxale*)



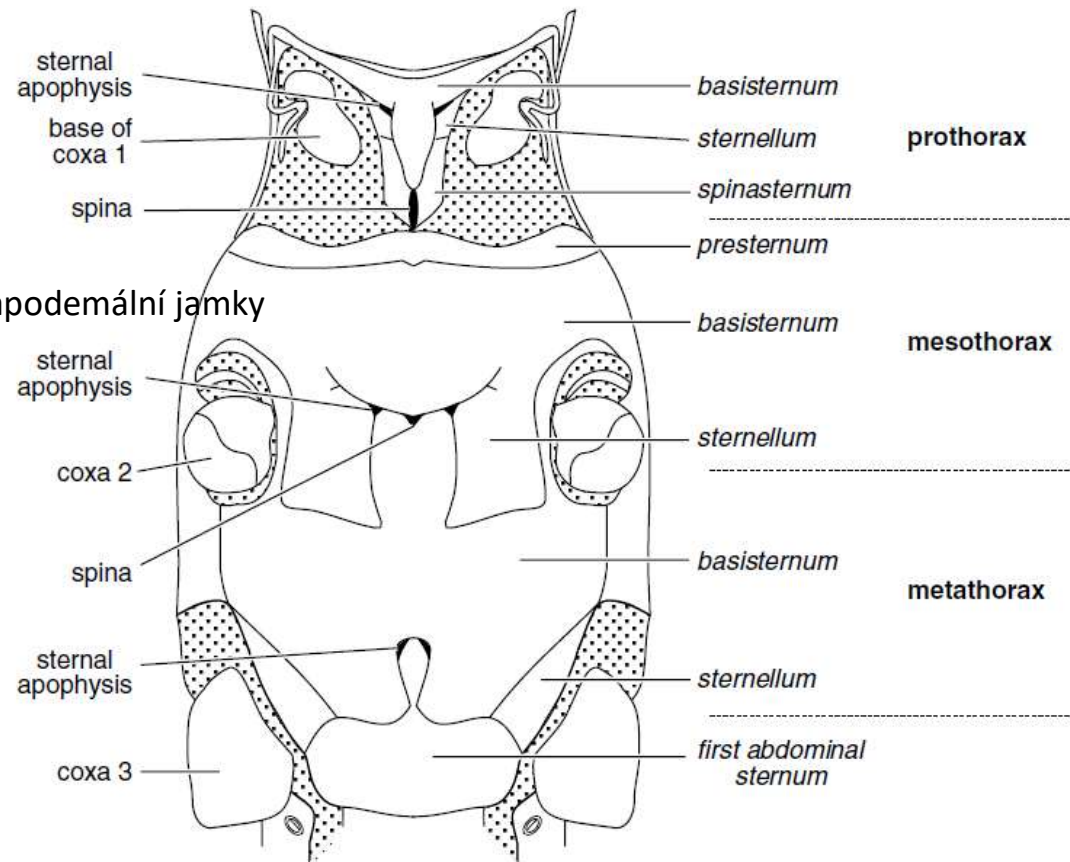
# Sternum na okřídleném segmentu: *mesosternum*, *metasternum*

- 4 stupně fúze ventrálních skleritů – od jednotlivých volných přes splynulé mesosternum s 2. spinasternem, navíc splynulý prothorax s 1. spinasternem až po splynulou pterothorokální destičku, presternum u Pterygota většinou chybí, spinasternum často redukované
- u Holometabola je sternum do značné míry invaginované dovnitř a externě nahrazené sklerity pleury (preepisternum, katepisternum) - **endosternie**

a) *Blatta*



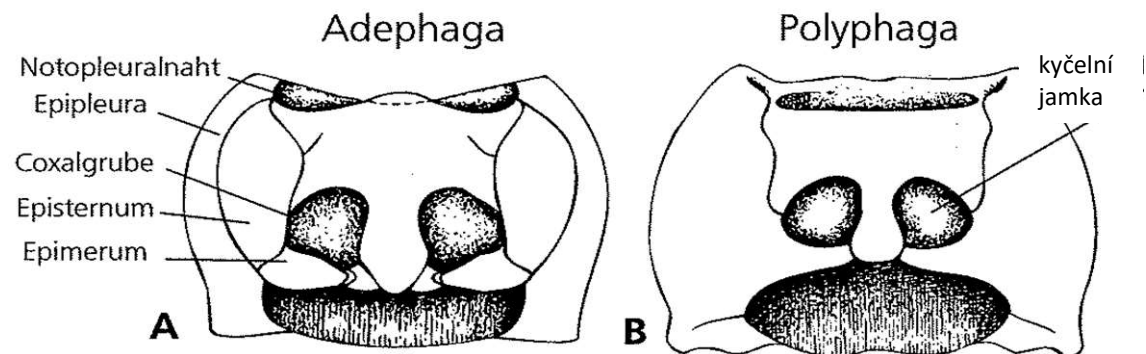
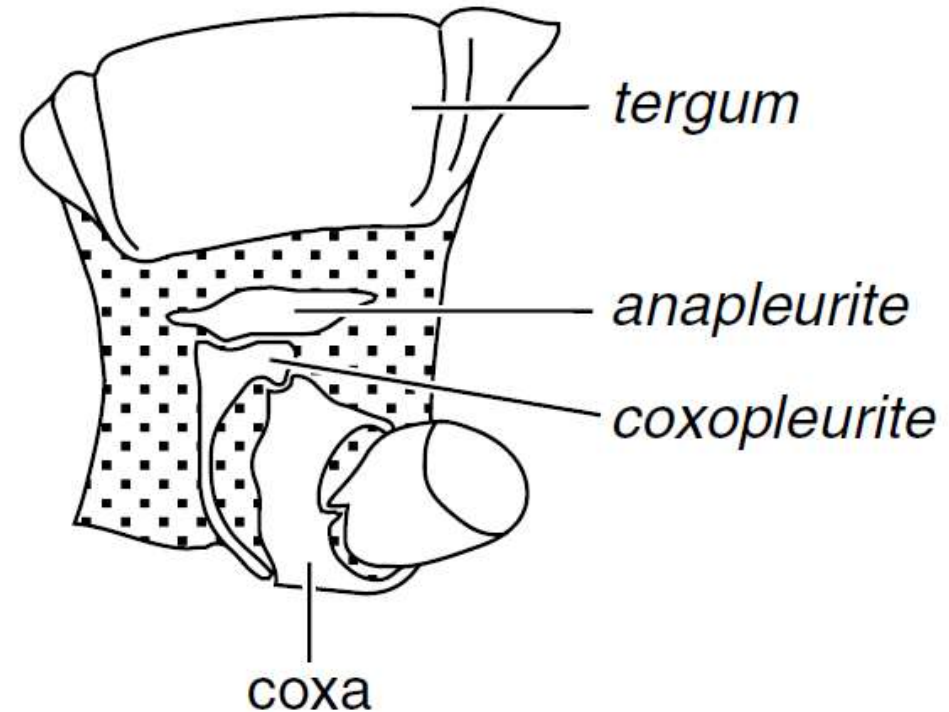
Blattodea (švábi)



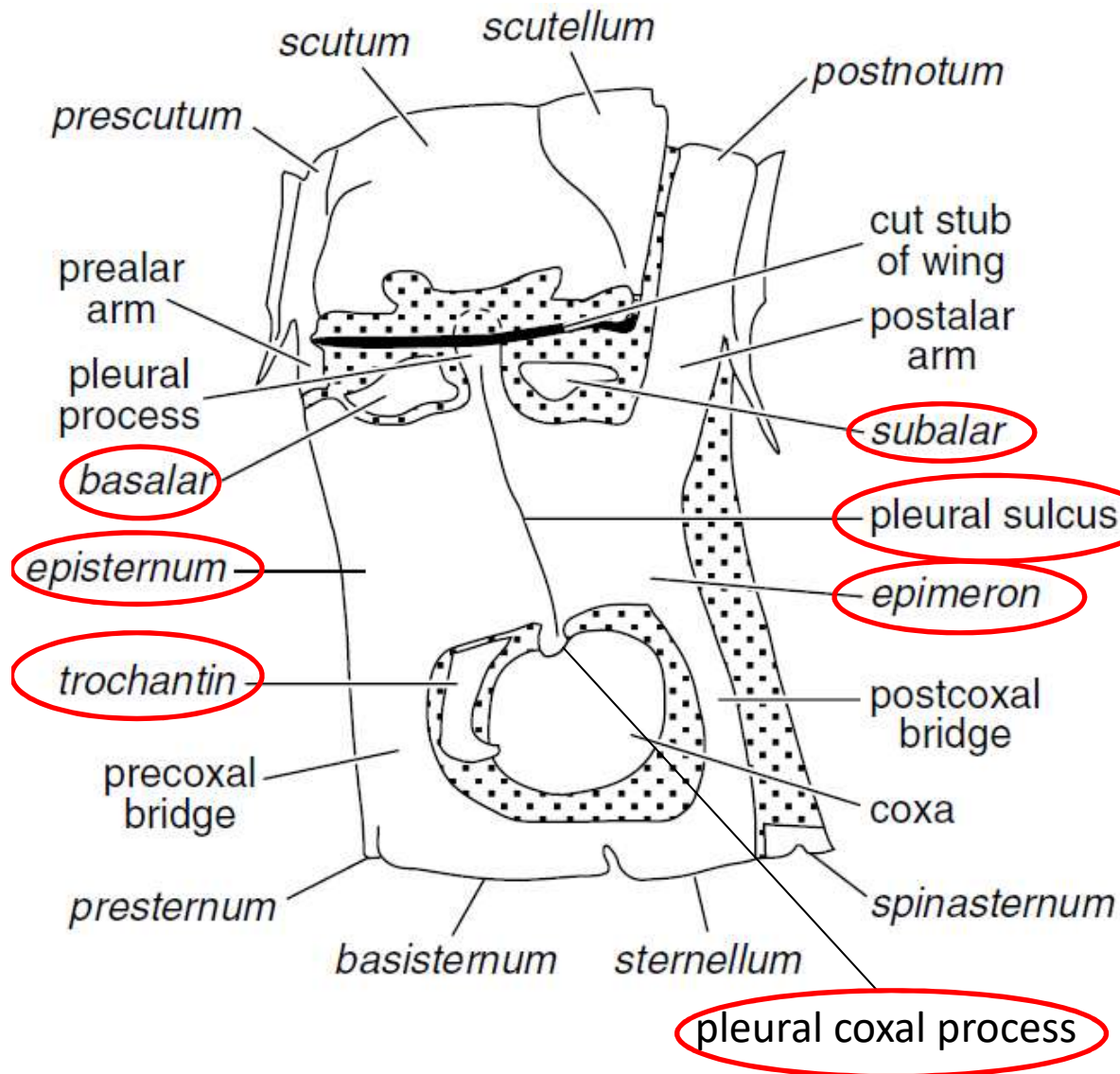
Orthoptera (saranče)

# Pleuron na neokřídleném segmentu

- původně membranózní se třemi sklerity - pleurity (anapleurit, coxopleurit, sternopleurit (u primárně bezkřídlych Hexapoda, na předohrudi larev Plecoptera))
- původně snad z bazální části nohy, tzv. subcoxy
- **kloubní připojení nohou**
- u brouků přesun pleury na spodní stranu těla až invaginace skleritů pod pronotum (*cryptopleuron*)



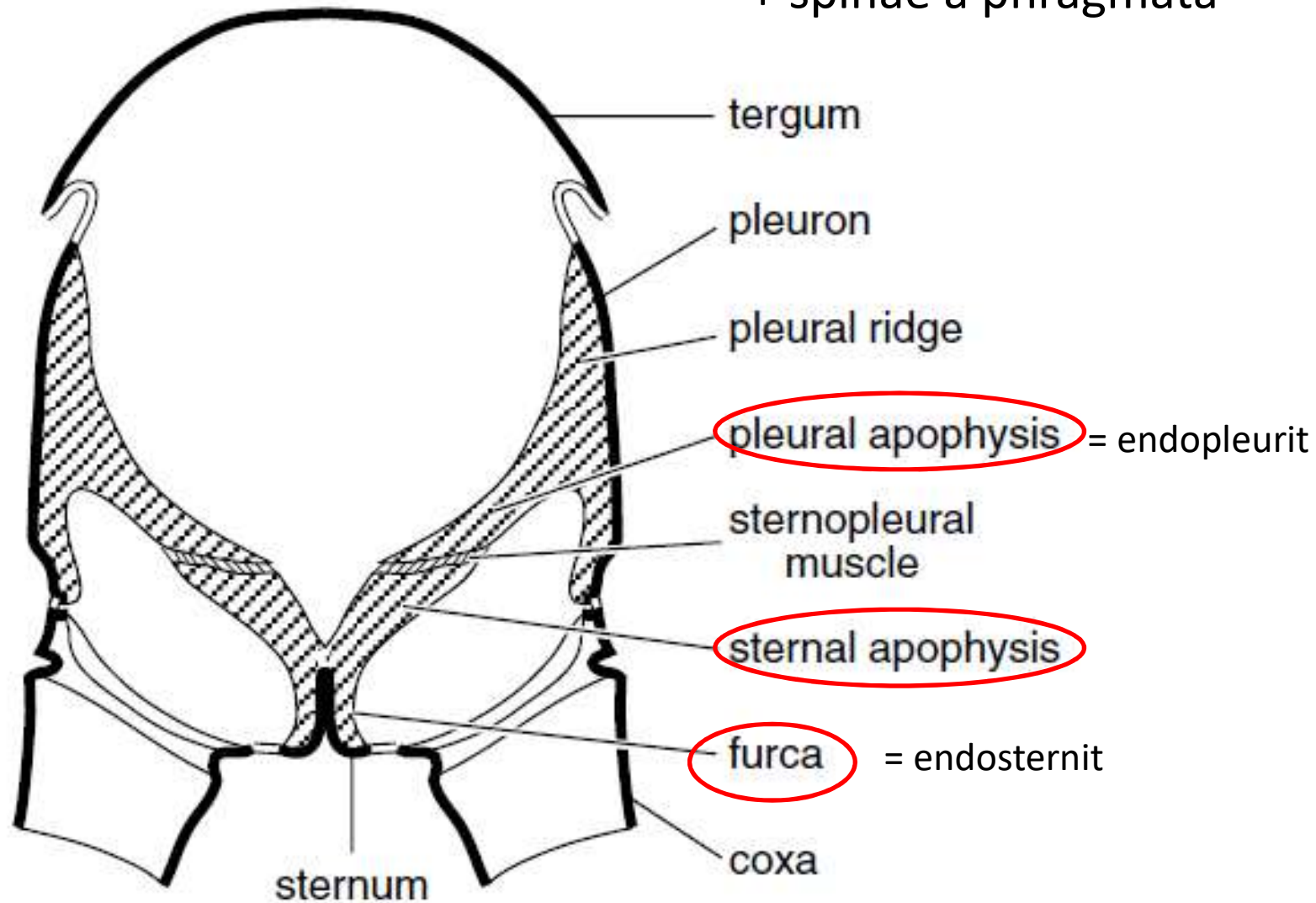
# Pleuron na okřídleném segmentu



- sklerity splývají do souvislého pevného plátu, rozděleného pleurální rýhou na přední *episternum* a zadní *epimeron*
- epipleurity: malé sklerity pod křídlem, přední basalare a zadní subalare – místa úponu přímých křídelních svalů
- zakloubení nohy: pleurální kyčelní výběžek na posteroventrálním konci pleurální rýhy+ trochantin (anteroventrálně, původně coxopleurit)

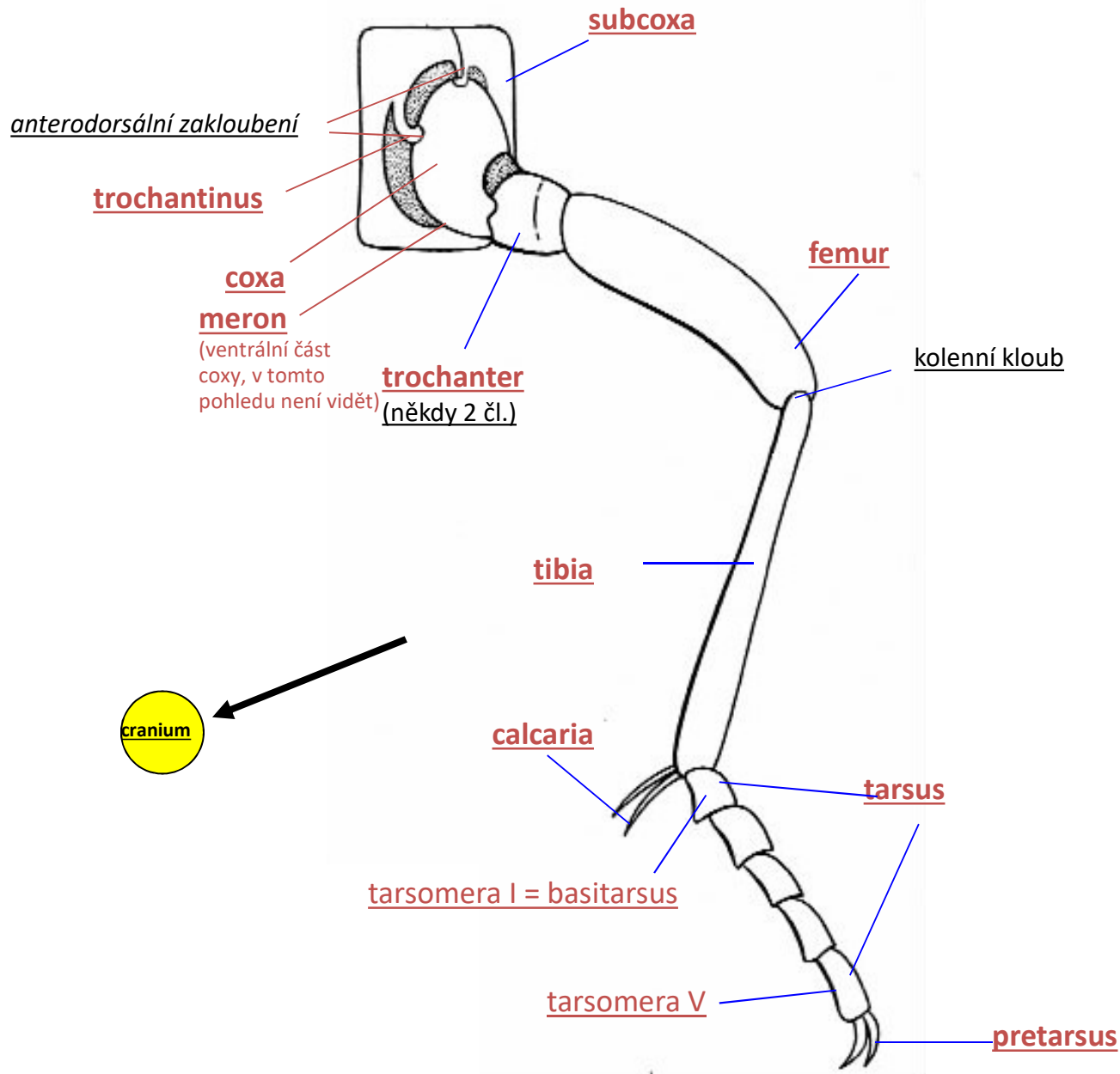
# Vnitřní kostra hrudi

- upevnění hrudních svalů – pružná a zároveň pevná výztuha
- + spinae a phragmata





# Noha – zobecněné schéma



- 6 článků (poditů): *coxa, trochanter, femur, tibia, tarsus, pretarsus*
- ztráta kloubního spojení mezi kyčlí a sternitem
- rozdělení chodidla (tarsu) na několik článků (tarsomer)
- kloubní spojení drápků s poslední tarsomerou

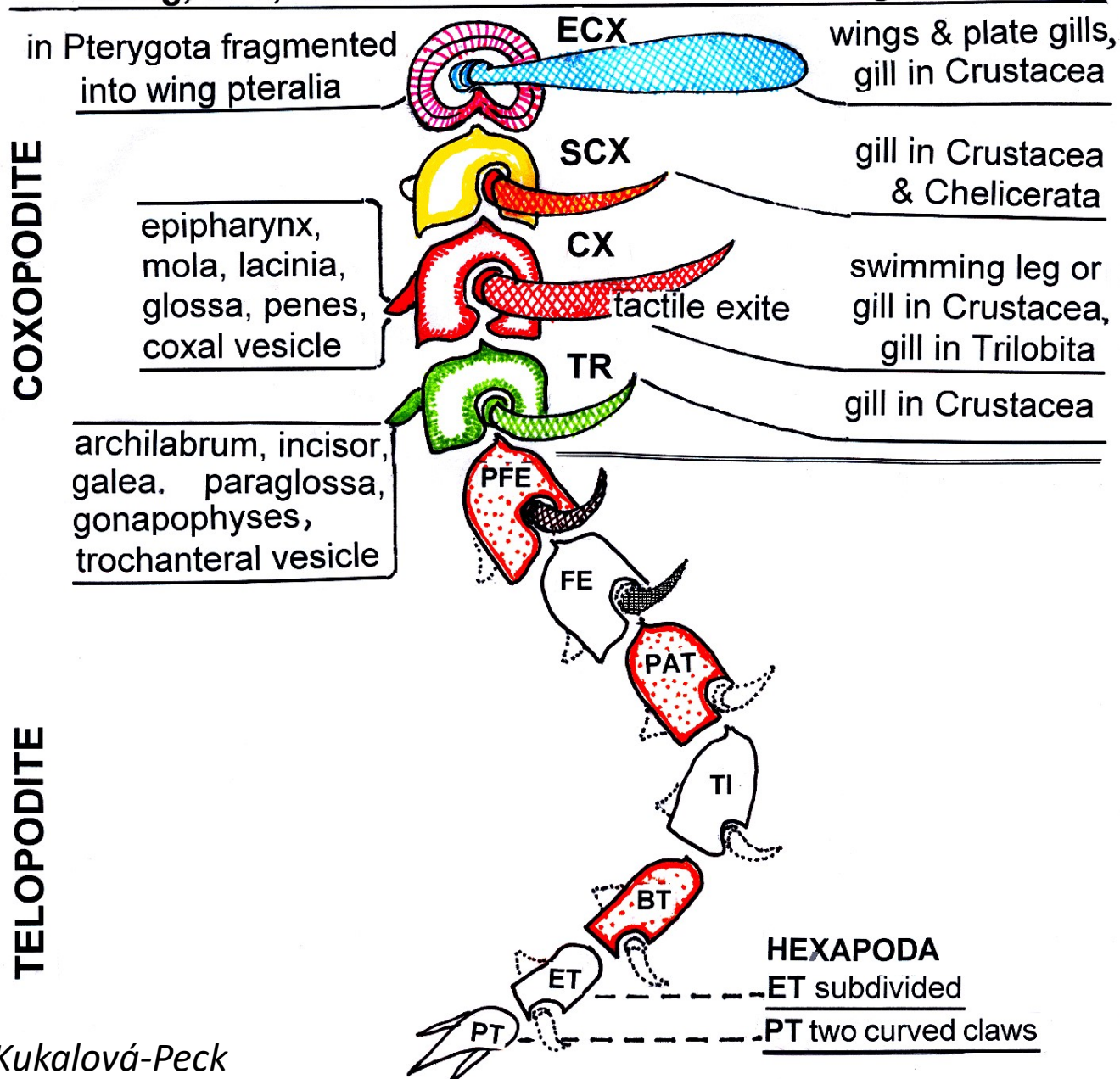
**Arthropod leg:** archipleuron, 10 tubular segments, exites, endites

**ENDITES**

eating, love, vesicles

**EXITES**

swimming, breathing

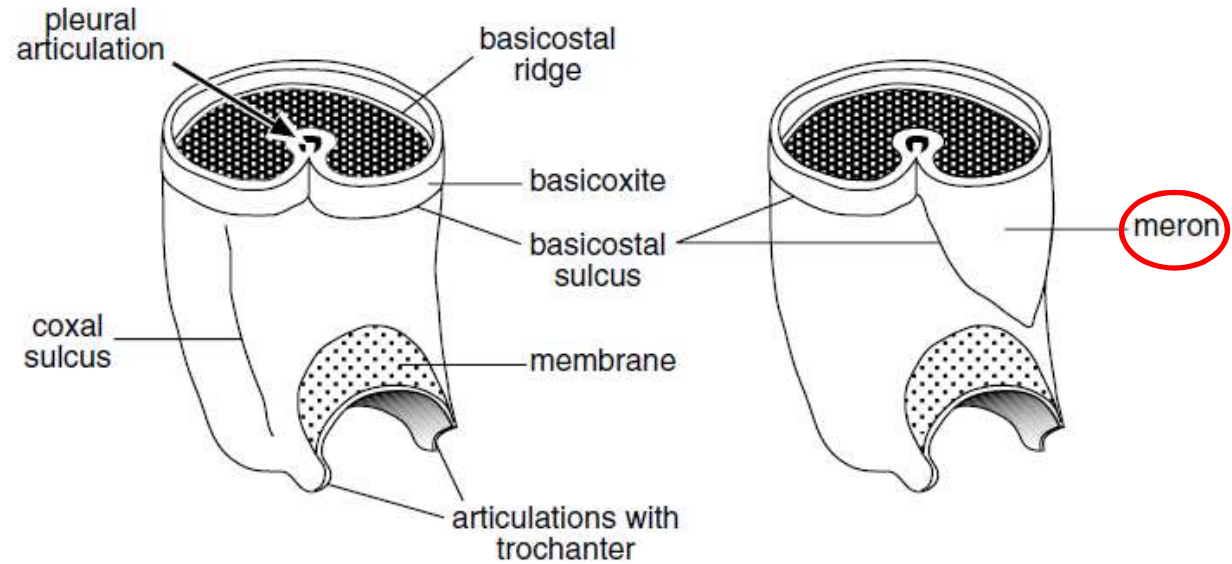


- základní stavební plán (mnohovětvěné) nohy členovců má více článků, které u hmyzu splynuly: prefemur, patella, basitarsus

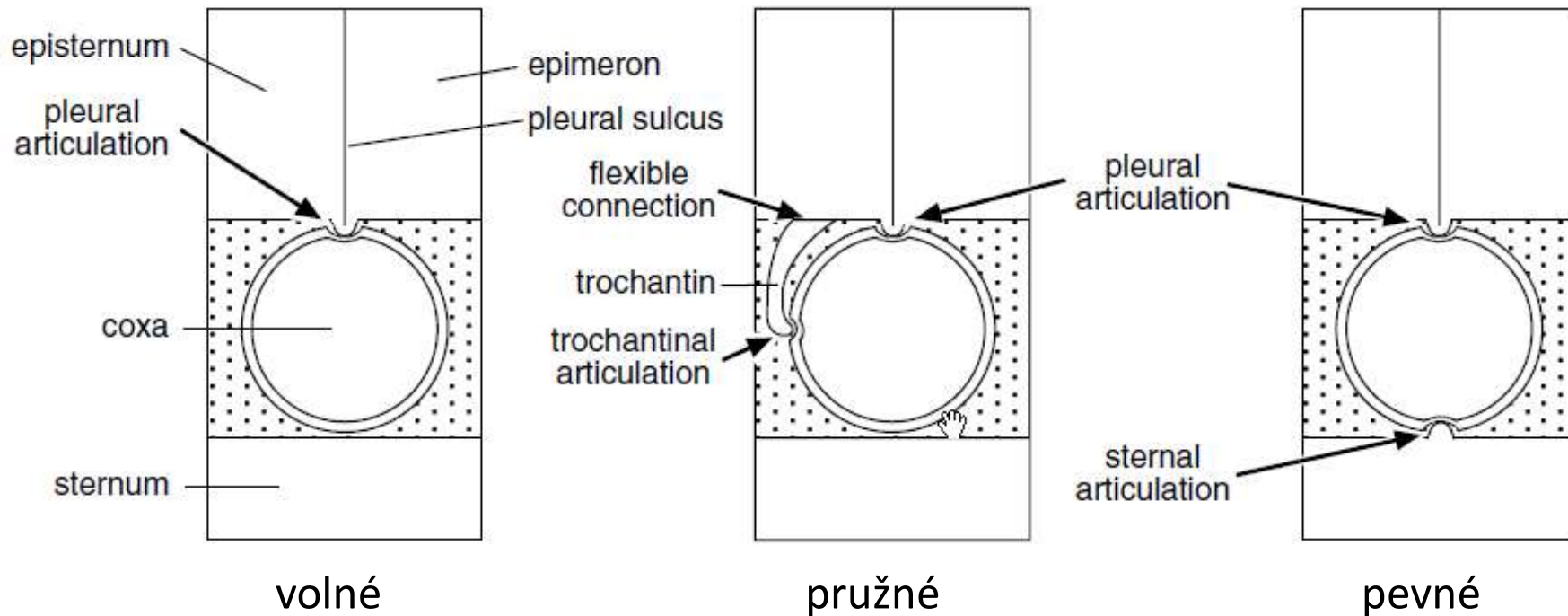
rudimenty u fosilních zástupců, Ephemeroptera, Odonata

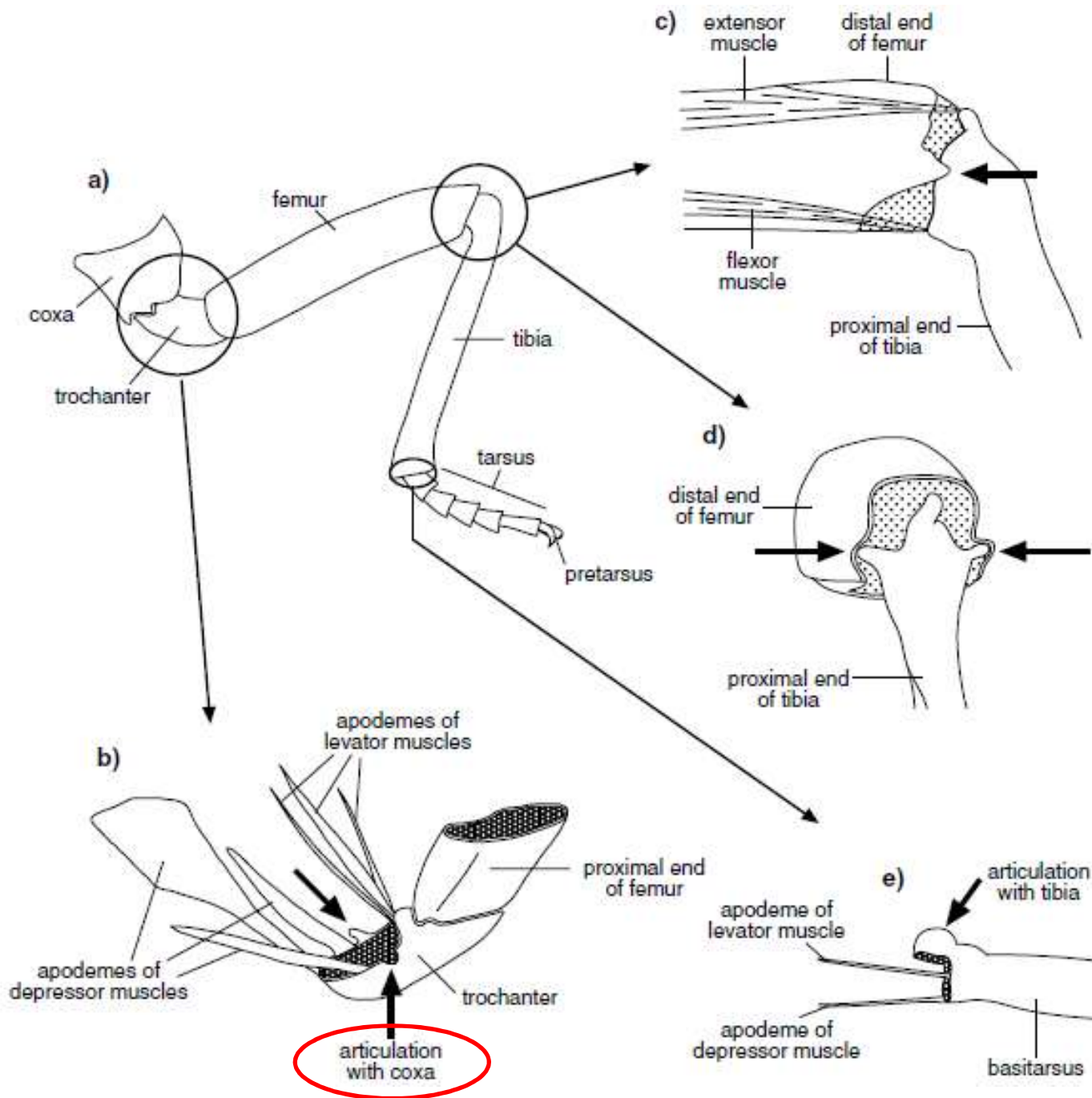
# Kloubní spojení nohy s hrudí

kyčel (coxa)



a) ← anterior

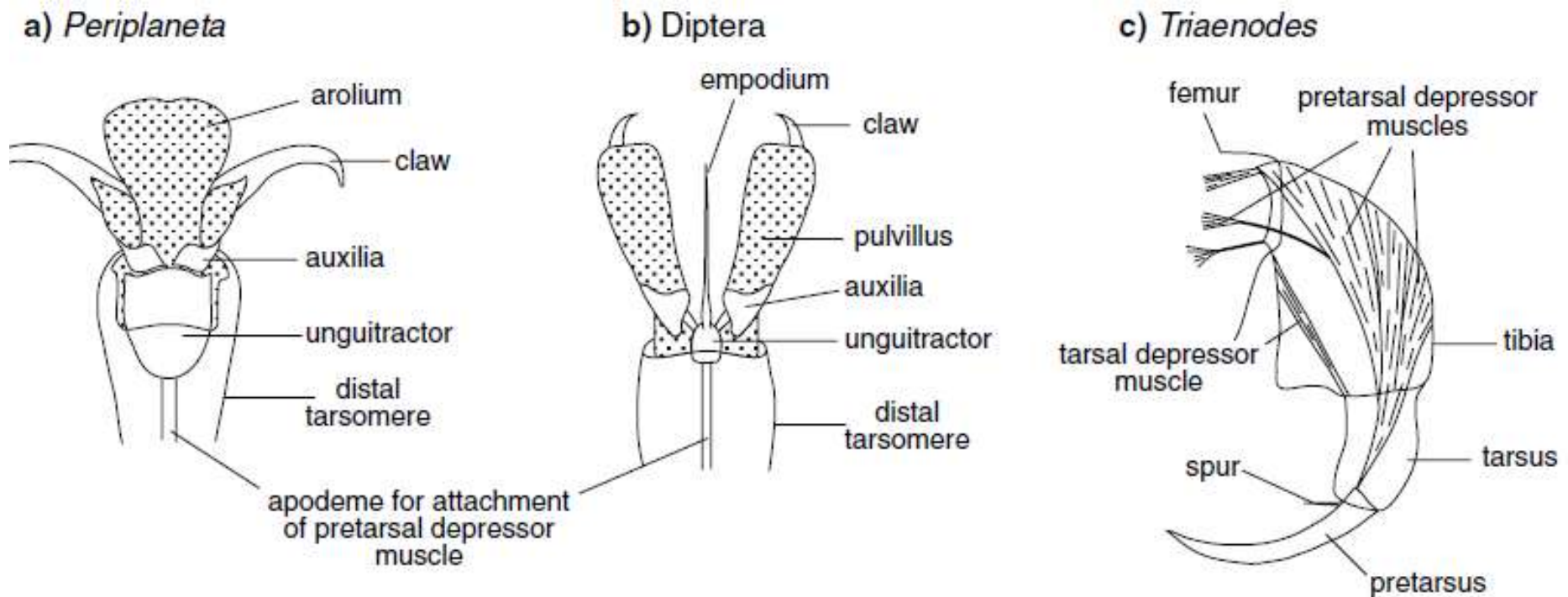




- dikondylní spojení kyčle a trochanteru
- pevné spojení trochanteru a femuru
- dikondylní spojení femuru a tibiae
- monokondylní spojení bazální tarsomery s tibií
- absence svalů v tarsálních článcích

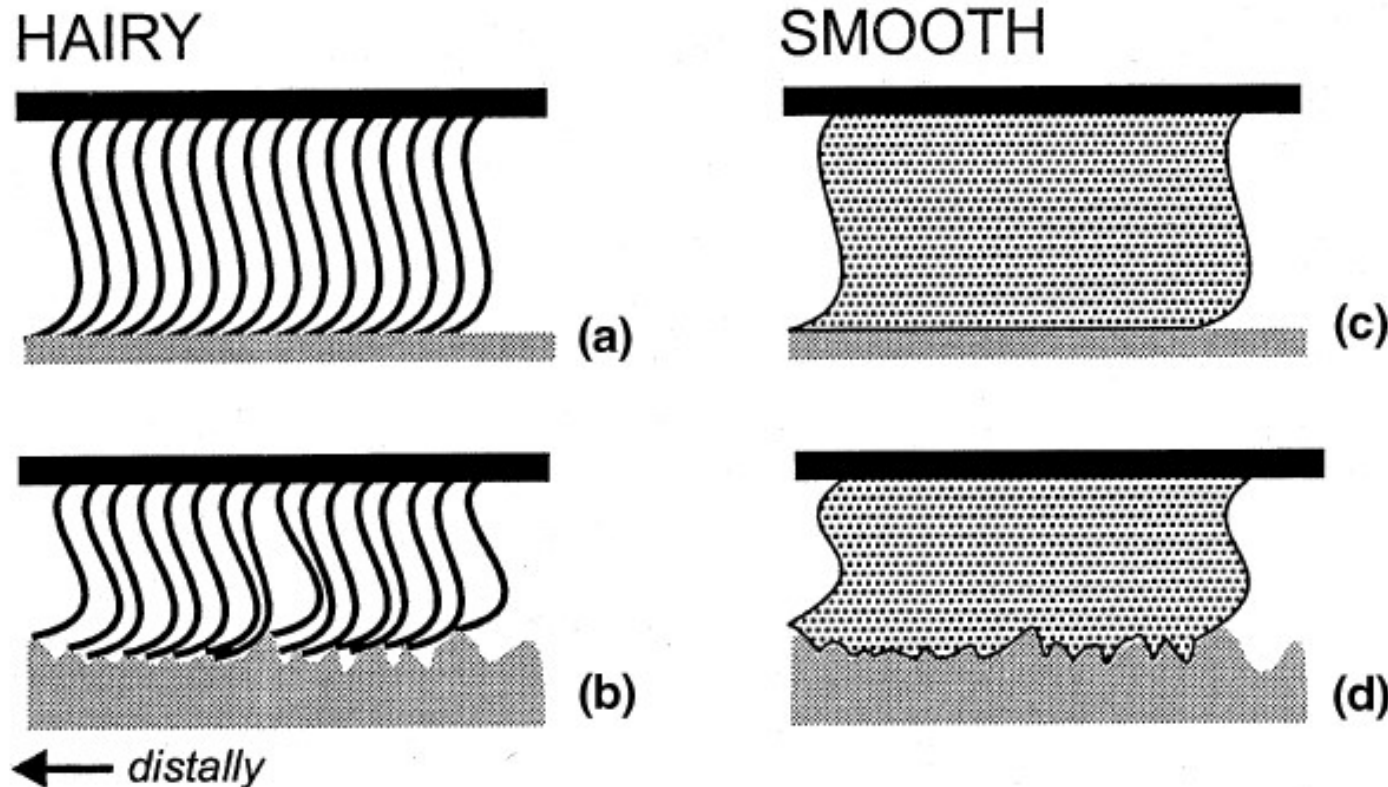
# Pretarsus a přichytné struktury

- pretarsus = malý sklerit **unguitractor**, nesoucí **drápky (ungues)** a mediální dutý měchýřkovitý útvar – **arolium**, případně štětínovité **empodium** a párové polštářky - **pulvilli**



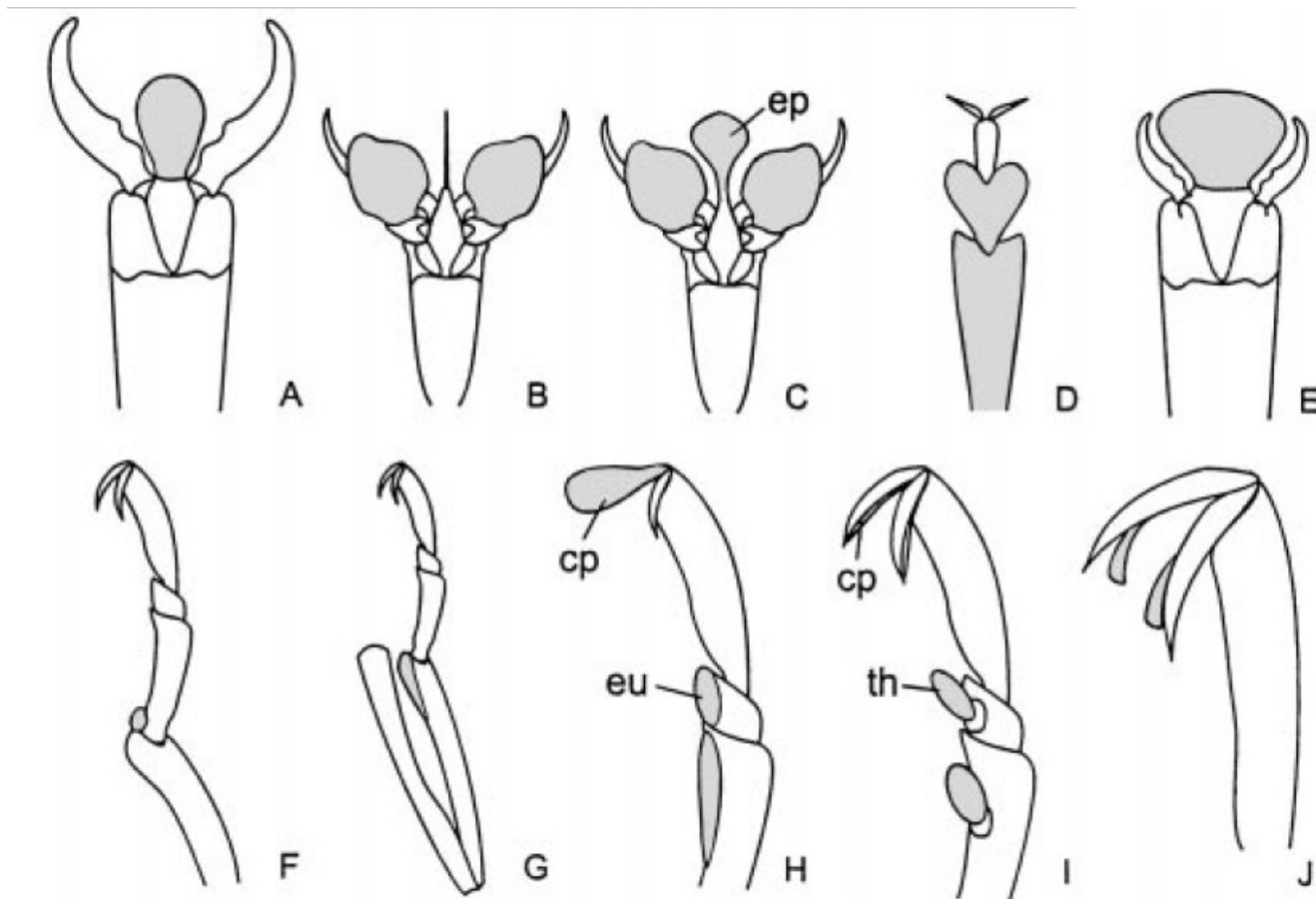
# Přichytné struktury

- nutnost kombinovat dvě protichůdné vlastnosti: rychle přilnout k substrátu a rychle se od něj opět odtrhnout
- řešení: hladké či ochlupené polštářkovité struktury na pretarsu, tarsu nebo tibii (nikoli háčky, lepivé sekrety nebo přísavky)



# Přichytné struktury

- řešení: hladké či ochlupené polštářkovité struktury na pretarsu, tarsu nebo tibií (až na výjimky nikoli háčky, lepkivé sekrety nebo přísavky)
- chybí u primárně bezkřídлых skupin a vážek



*Beutel &  
Gorb 2001*

# Hladké struktury

A rybenka

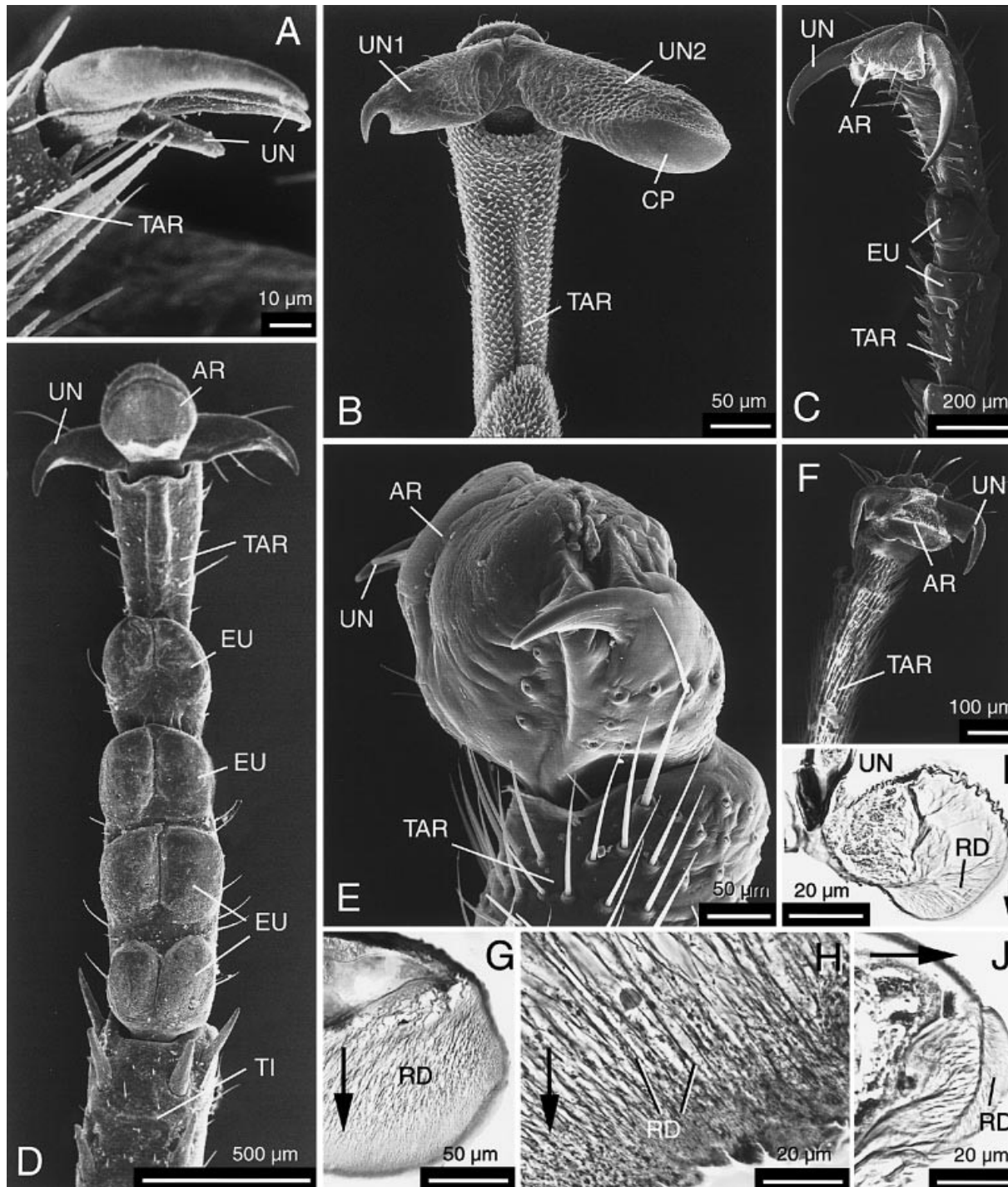
B jepice

C šváb

D saranče

E křís (pěnodějka)

F zlatoočka

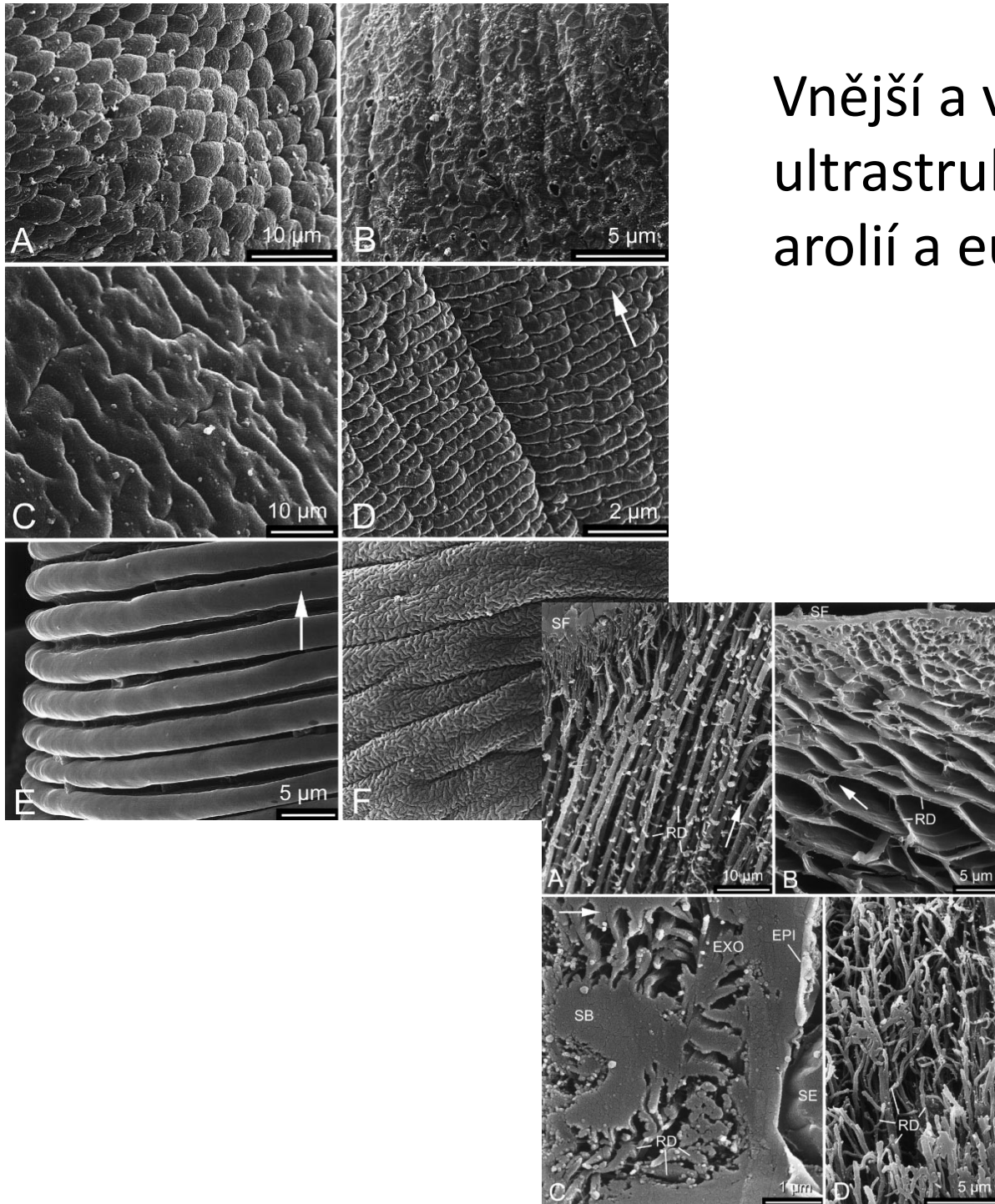


*Beutel &  
Gorb 2001*

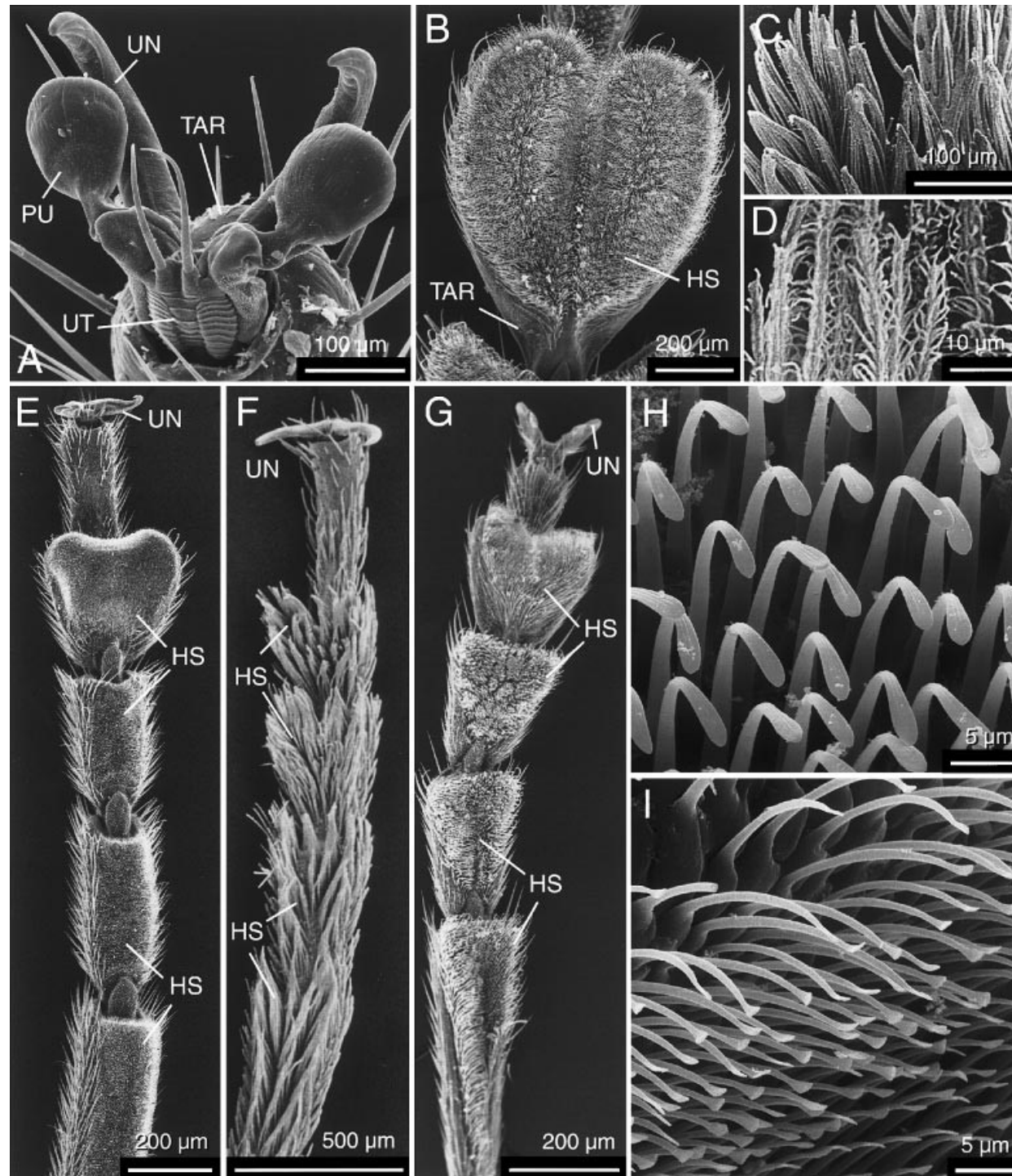


# Vnější a vnitřní ultrastruktura hladkých arolií a euplantul

kombinace visko-  
elasticity (změna  
tvaru váčků pod  
tlakem hemolymfy  
a vzduchu) –  
vysoká přilnavost  
(molekulární  
adheze) a  
vyloučení  
přilnavého sekretu



*Beutel &  
Gorb 2001*



# Ochlupené struktury: (microtrichie, acanthae)

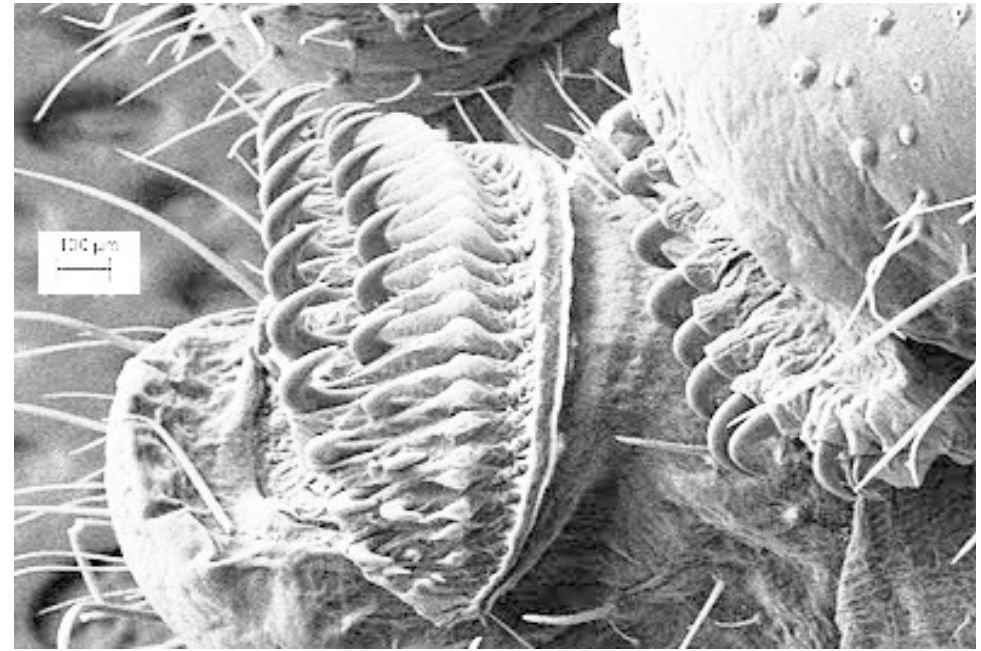
A plošnice (vroubenka)  
B-D, F-G brouci  
E, I střechatka

molekulární adheze  
mezi velmi ohebnými  
setami a povrchem

povrchové napětí v  
tenké vrstvičce  
sekretu epikutikuly  
(lipoprotein přes  
voskové kanálky)



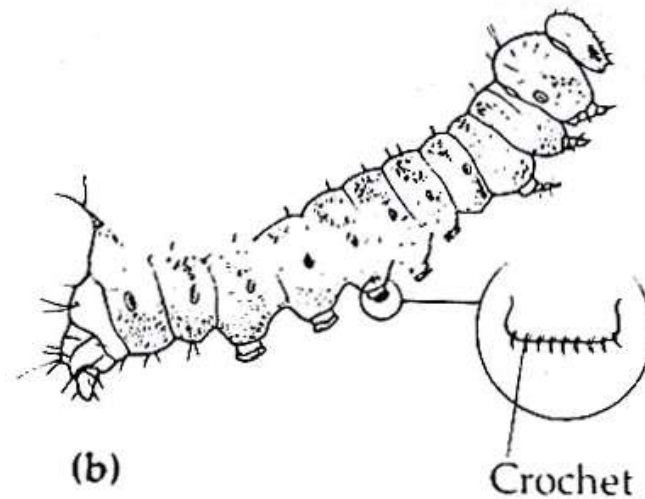
Coleoptera: Chrysomelidae (mandelinky)

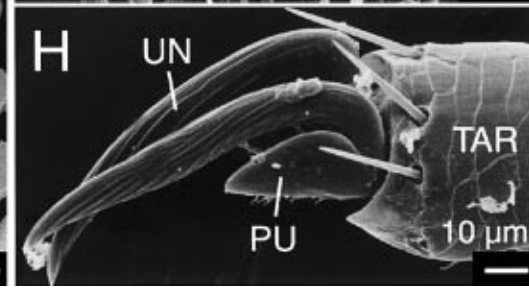
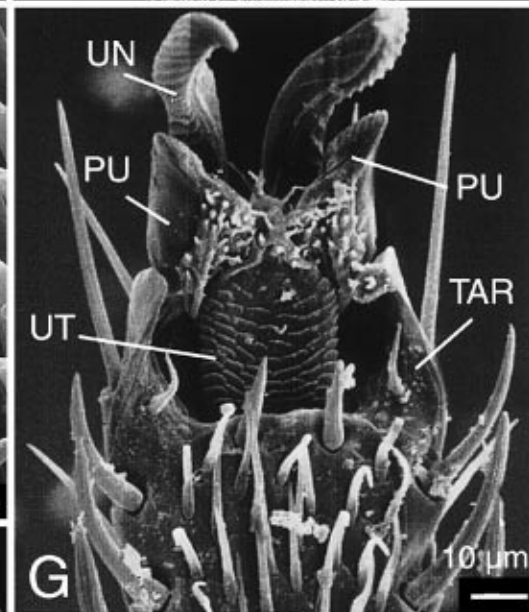
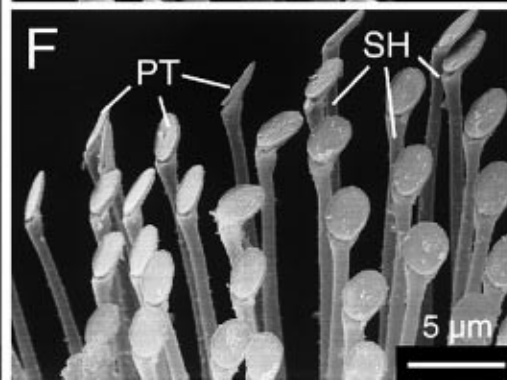
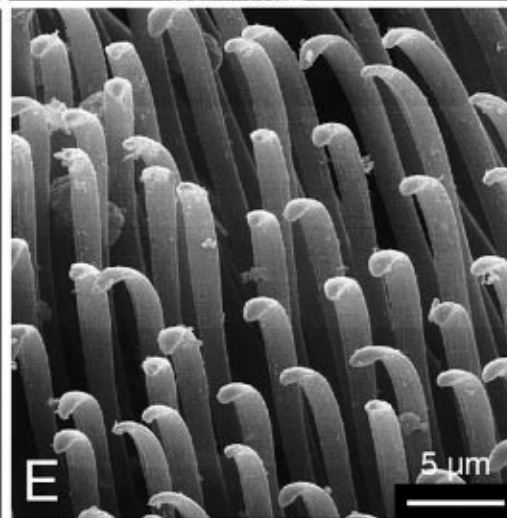
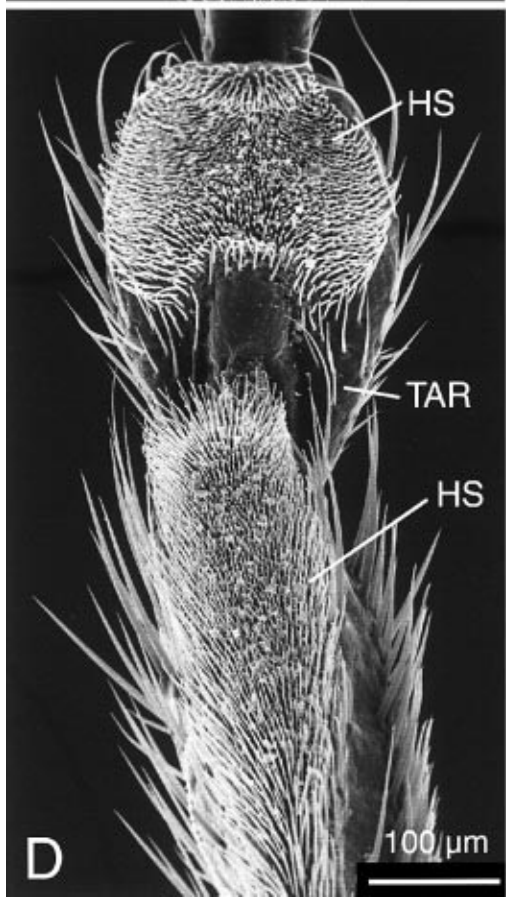
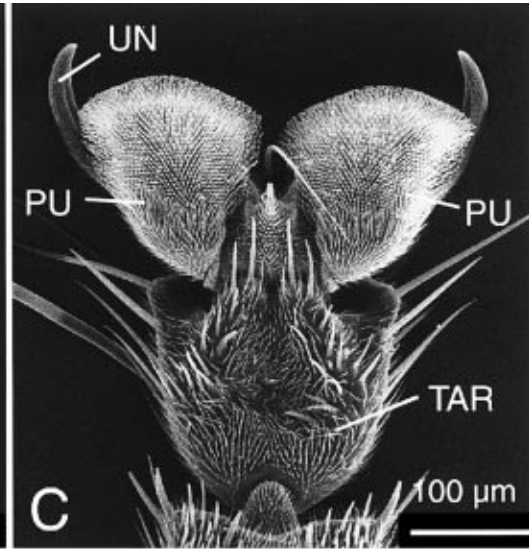
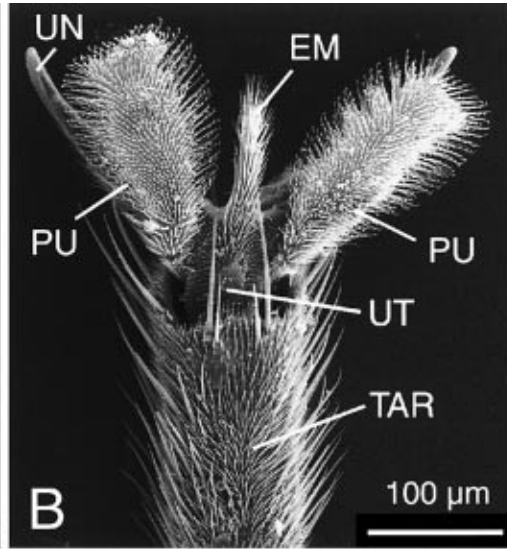
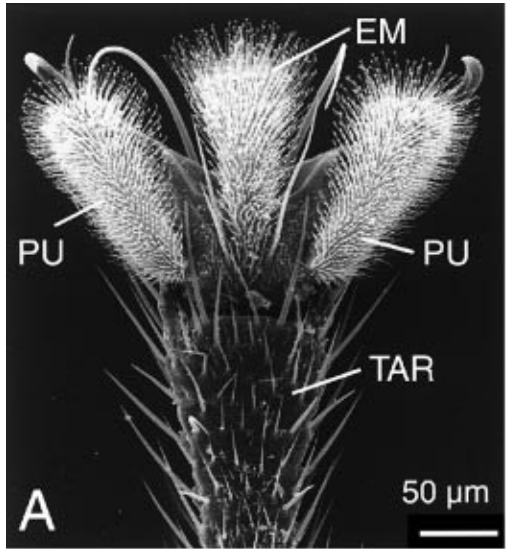


Lepidoptera (zadečkové panožky housenek)  
– **plantární laloky**



- často adaptace k životu na rostlinách





**Empodium  
a pulvilli**

A-C, F  
Diptera

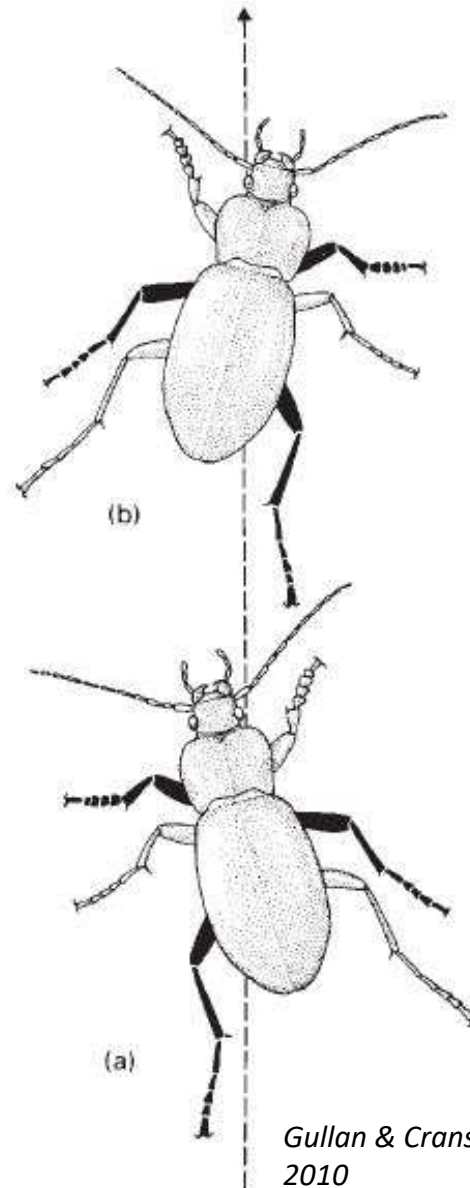
D-E škvor

G, H  
blecha

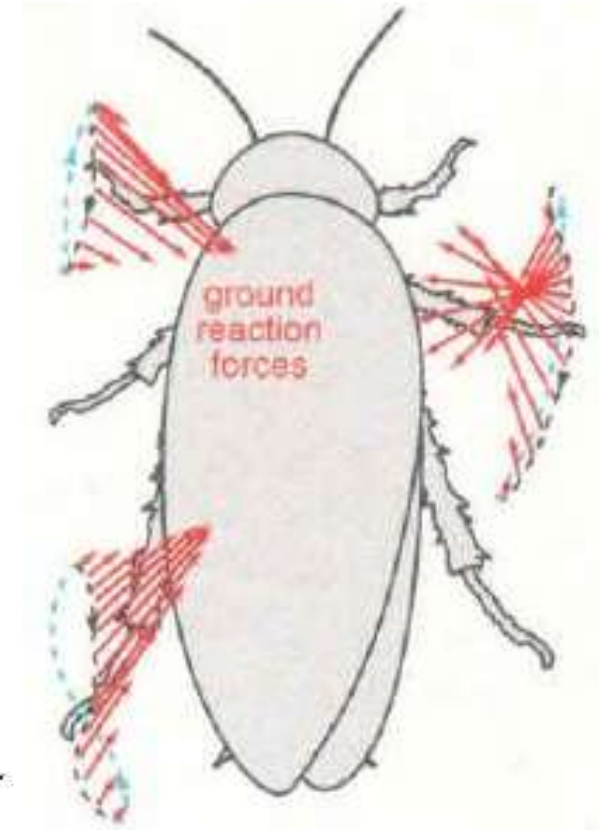
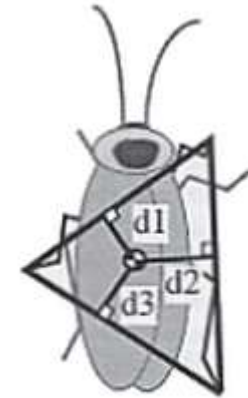
*Beutel &  
Gorb 2001*

# Funkce nohou: pohyb po substrátu

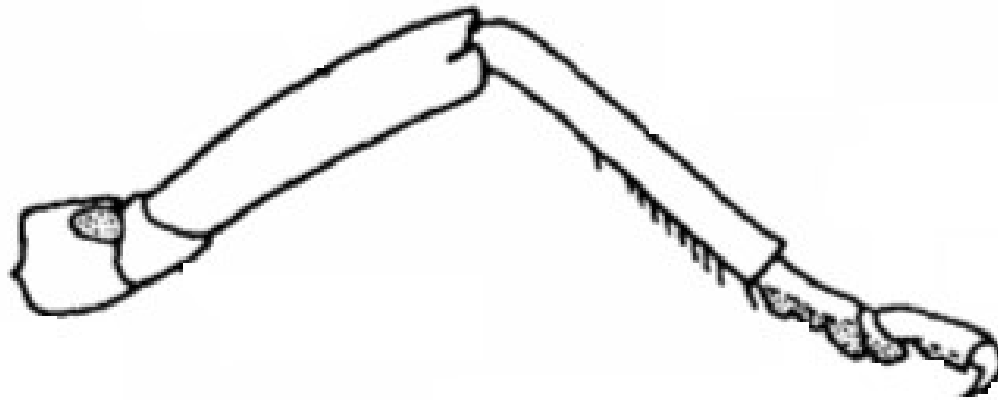
- oproti korýšům a stonožkovcům menší počet nohou umístěných ventrálněji a blíže k sobě
- důsledky:
  - koncentrace lokomočních svalů v hrudi, lepší ovládání pohybu a energetická účinnost
  - v kontaktu se zemí jsou při pohybu (běhu) u většiny hmyzu tři nohy – lepší stabilita (těžiště ve středu)
  - někdy jen pohyb s využitím 4 či 2 nohou (švábi, kudlanky, Orthoptera)



Gullan & Cranston  
2010



Dickinson et al.  
2000



## Kráčivé nohy (*pedes gressorii*)

např. Coleoptera,  
Heteroptera)

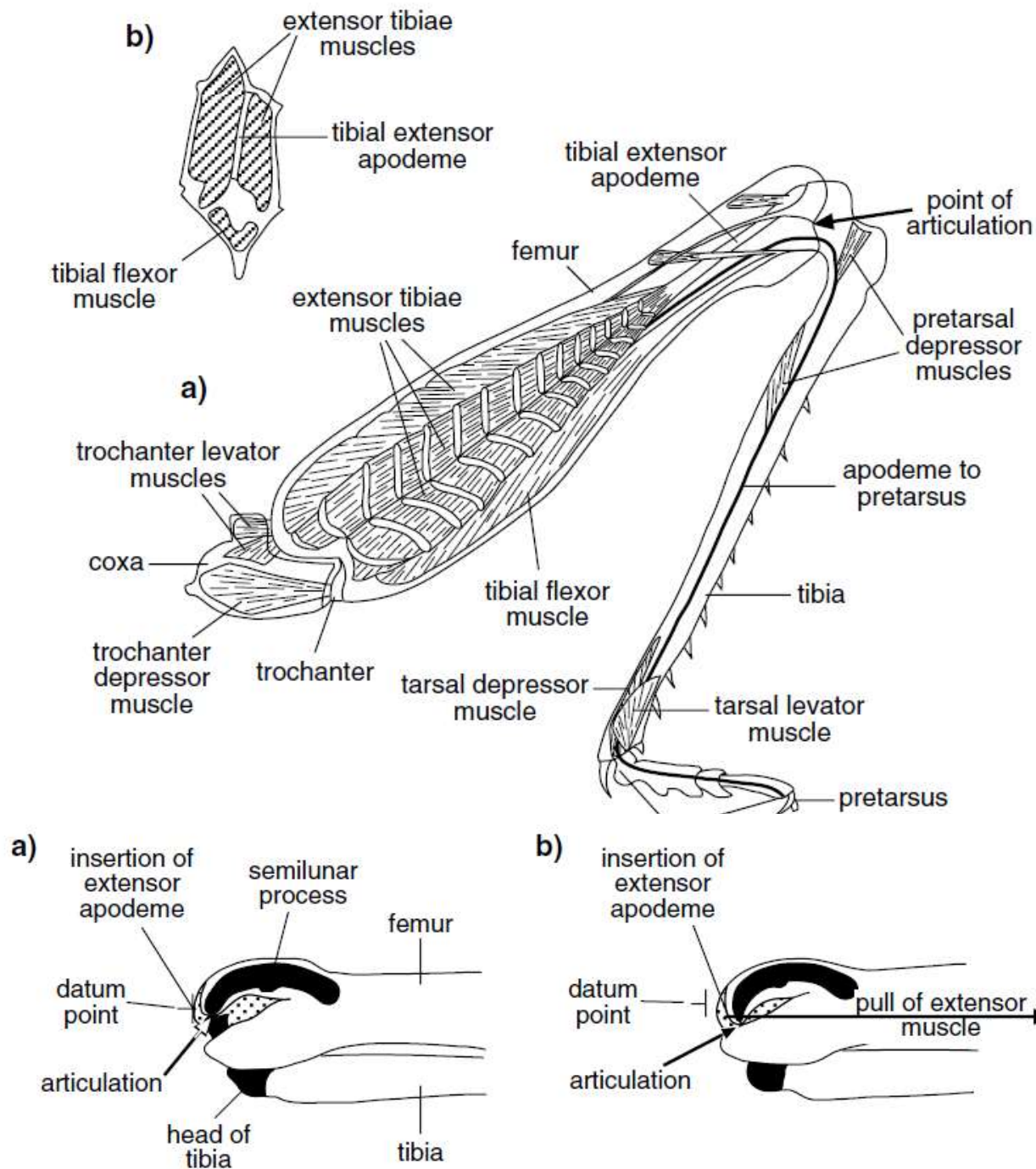
- dobře vyvinutý femur i tibia, +- stejně dlouhé



## Běhavé nohy (*pedes cursorii*)

např. Blattodea

Rychlost až 130 cm/s, faktory – délka  
nohou, velikost těla (menší jsou rychlejší,  
ALE nymfy 1.instaru 3 cm/s, adulti 20  
cm/s)



# Skákavé nohy (*pedes saltorii*):

většinou zadní pár

1) **holenní typ:**  
rozšířené stehno,  
skákání zajišťují  
velké, šikmo  
uspořádané  
femurotibiální svaly  
(*extensor tibiae*):  
síla až 16 N

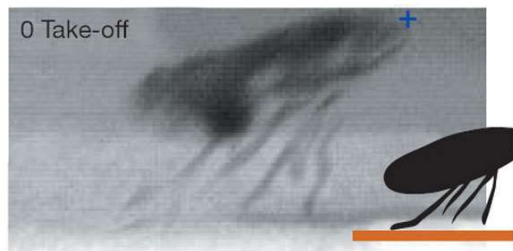
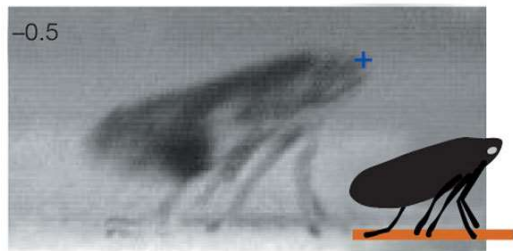
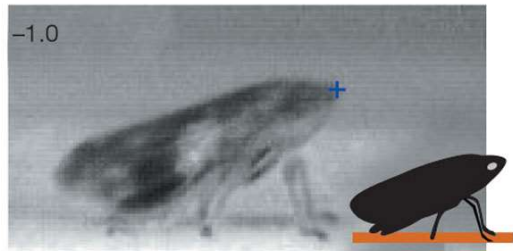
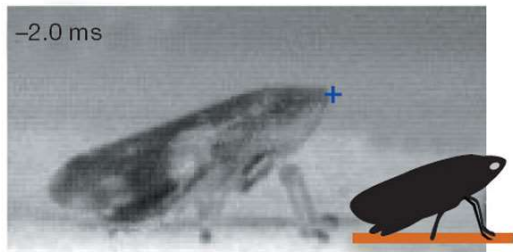
dlouhá tibia:  
pákový efekt



© Stanislav Rada

*Pholidoptera griseoptera* (kobyłka křovištní)





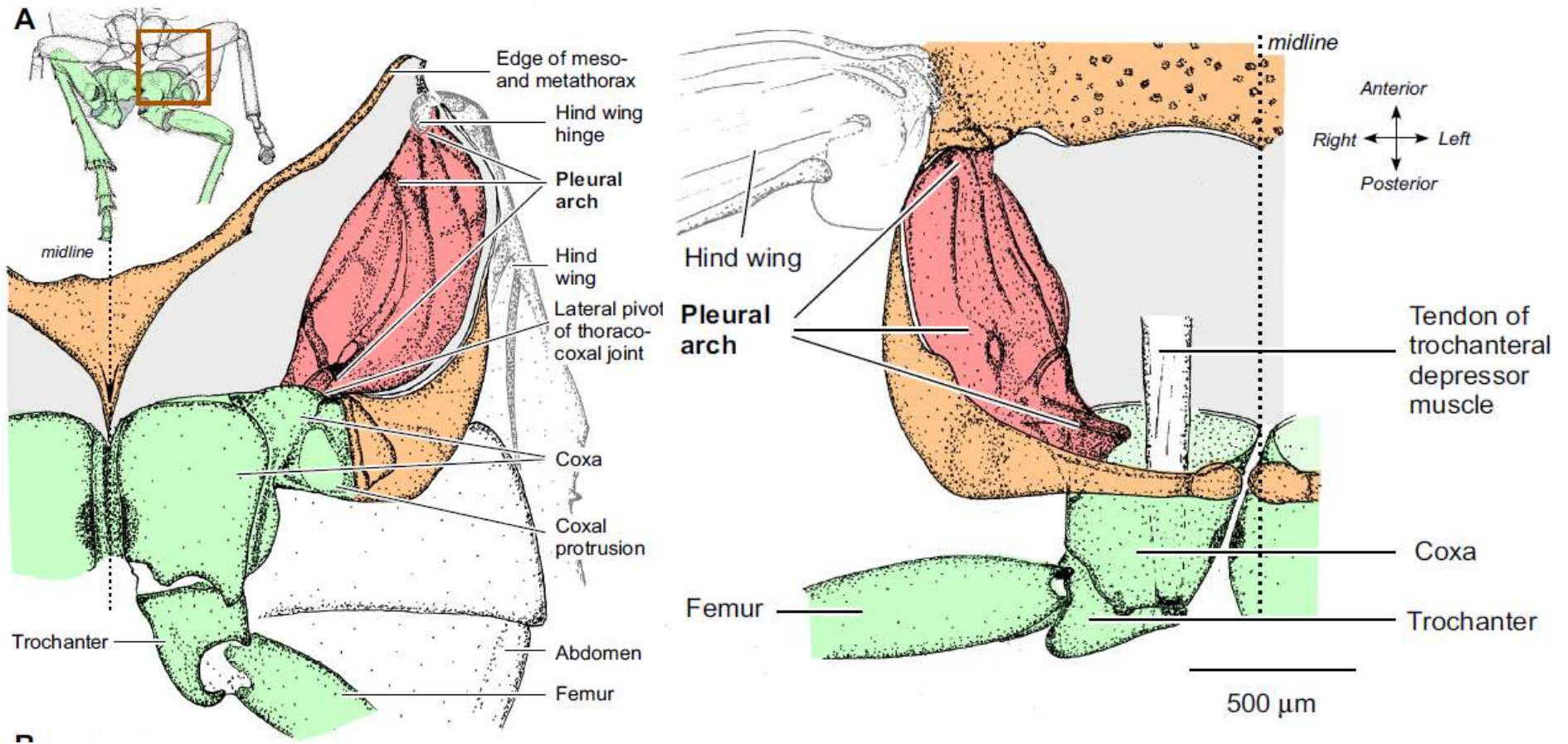
*Philaenus spumarius*  
(pěnodějka obecná):  
rychlost 4,7 m/s za 0,9 ms

Burrows 2003

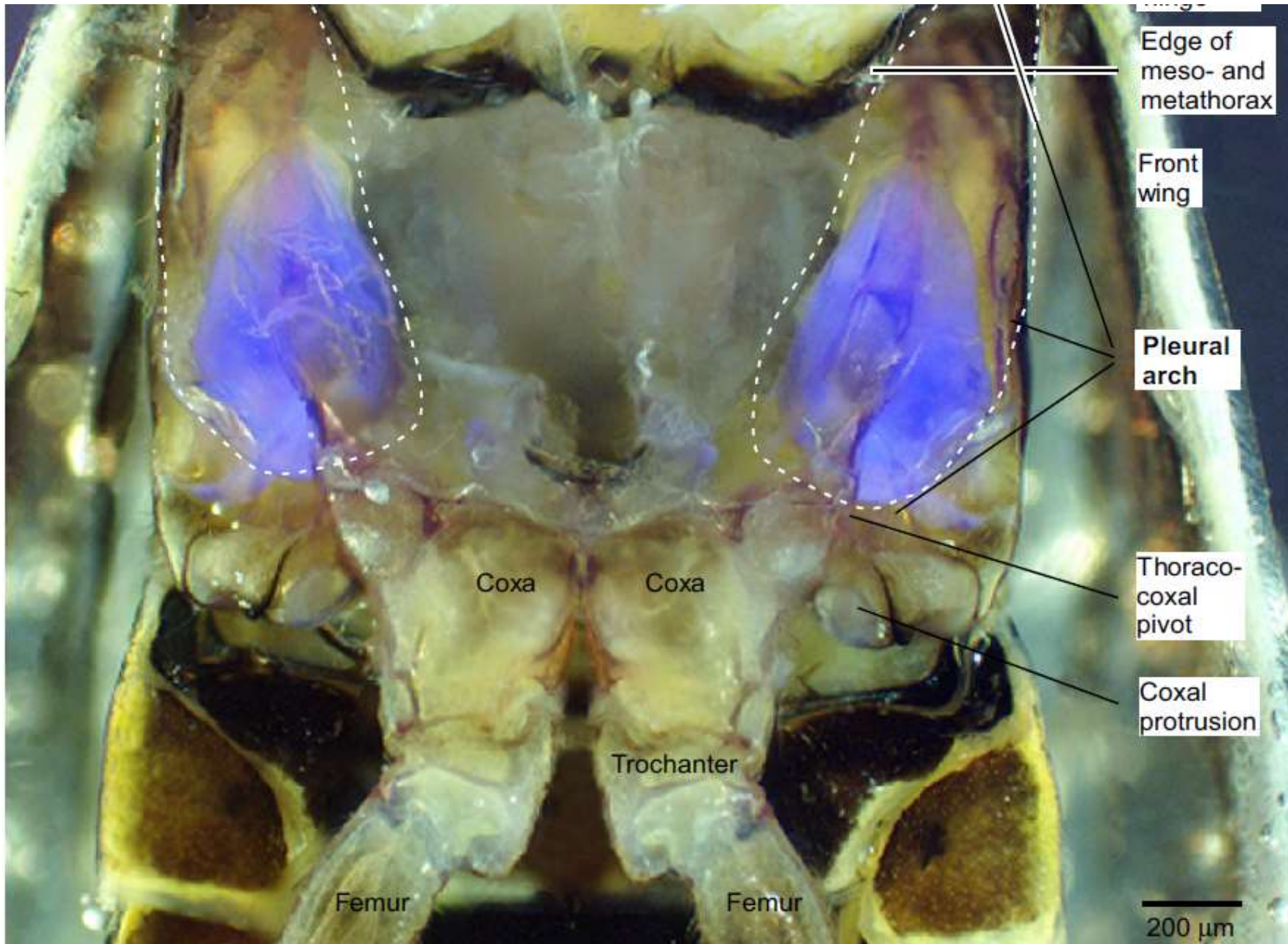
## Skákavé nohy

(*pedes saltorii*): většinou  
zadní pár

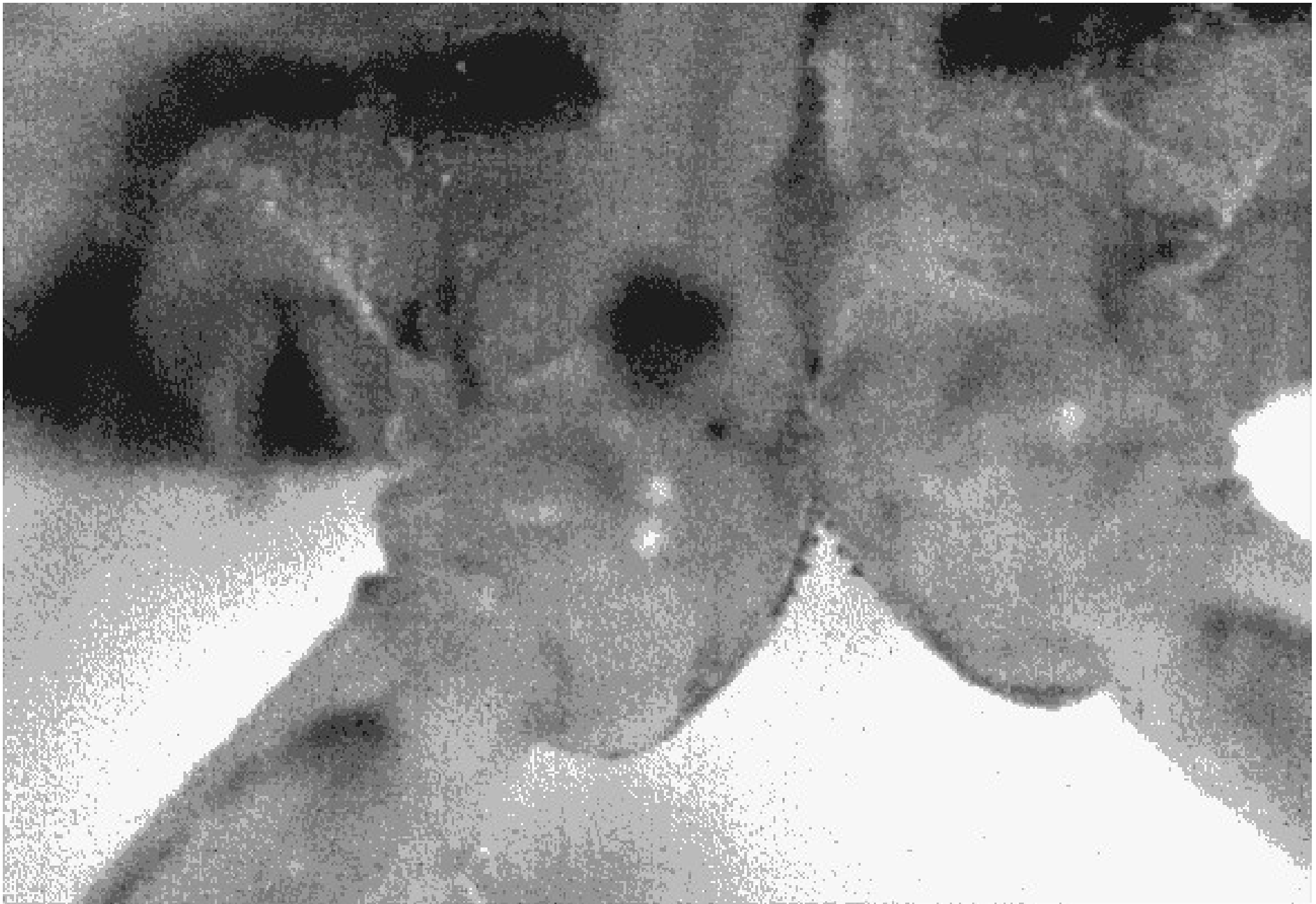
2) **koxální typ**: efekt  
katapultu: torze přes  
coxo-trochanterální  
kloub, uvolnění elastické  
energie v zadohrudi z  
lukovitě napnutých  
pleurálních oblouků  
obsahujících chitin a  
elastický resilin,  
zafixování kyčlí a  
trochanterů „zámkem“  
mikrotrichií u některých  
skupin

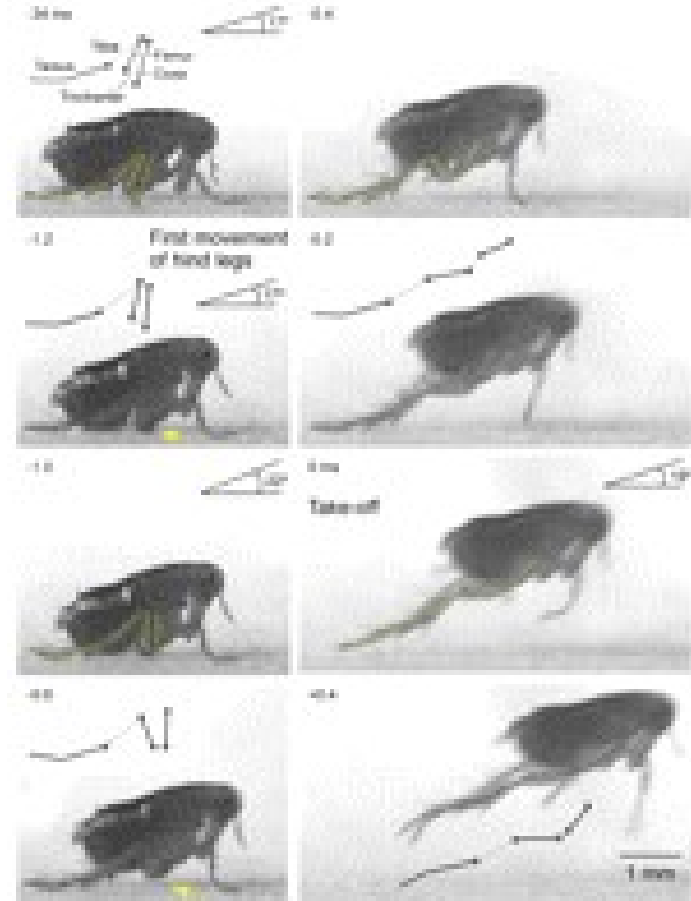


*Burrows et al. 2008*



*Burrows et al. 2008*





- blechy: trochantero-femorální sval - skok díky fyzikální energii uložené ve vysoce elastické bílkovině (resilin) v pleurálním oblouku
- až 18 cm do výšky a 33 cm do dálky

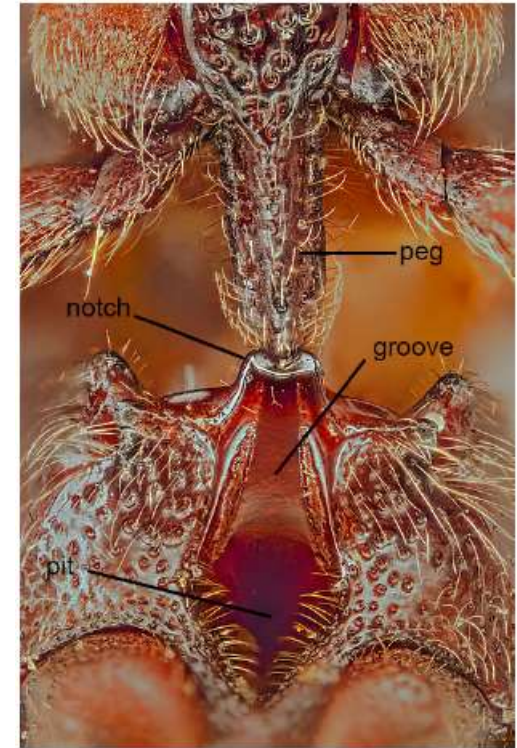
- kombinace „katapultu“ a „páky“



©Worm Caelifera - saranče



*Phyllotreta* sp. (dřepčik)

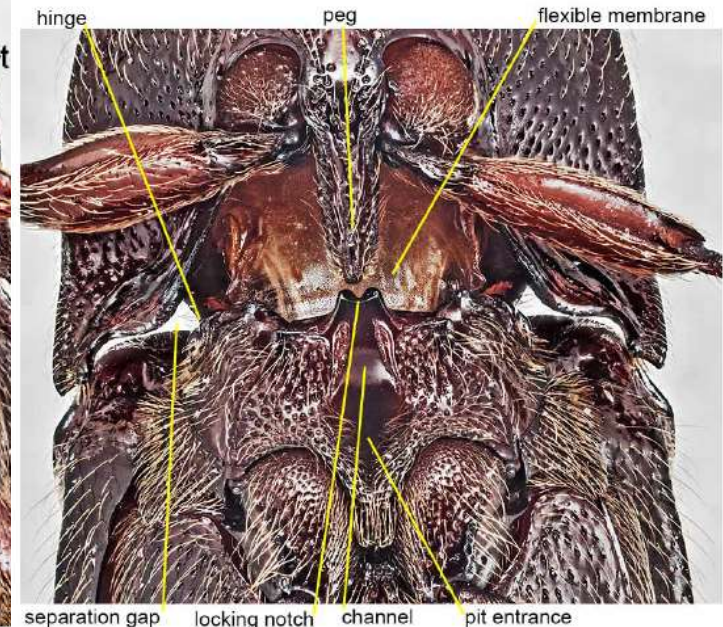
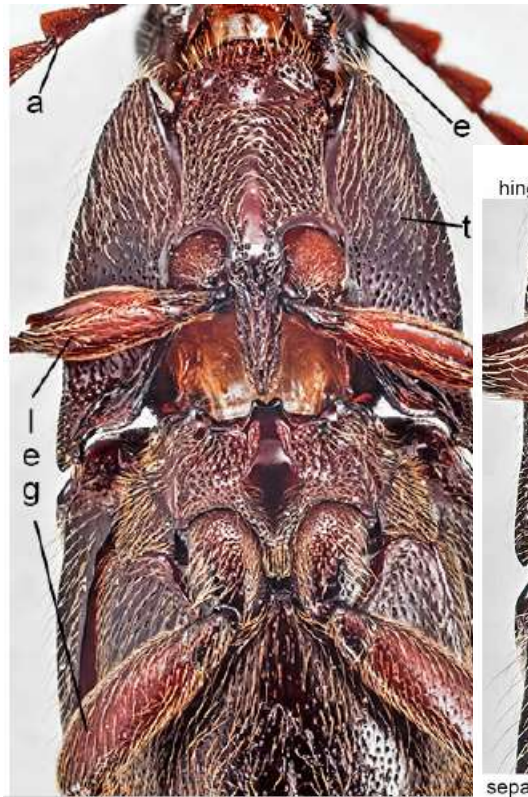


- jiné mechanismy

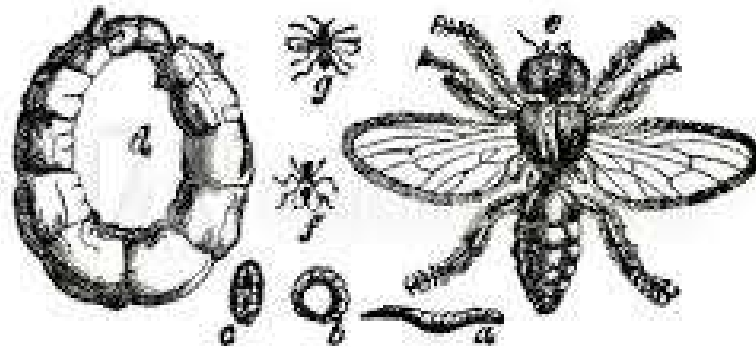
Elateridae: kovařici:  
prosternální výběžek +  
mesosternum



*A. Thomas*

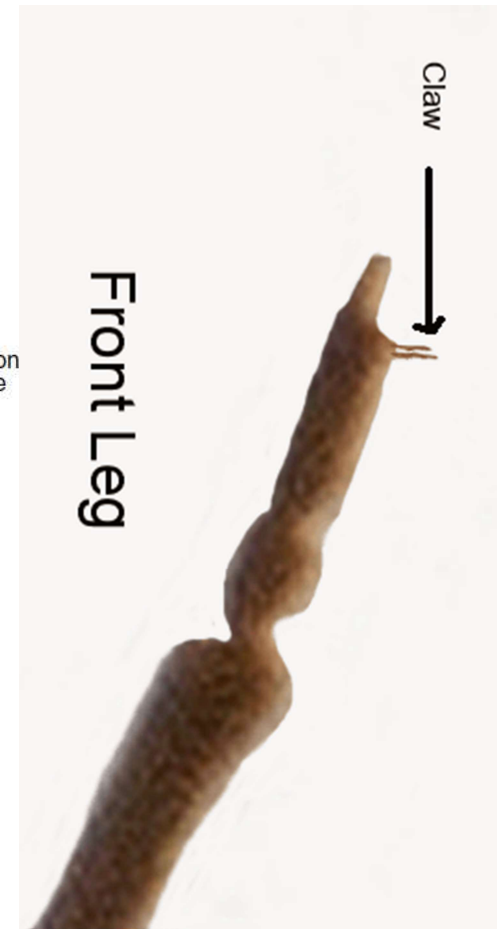
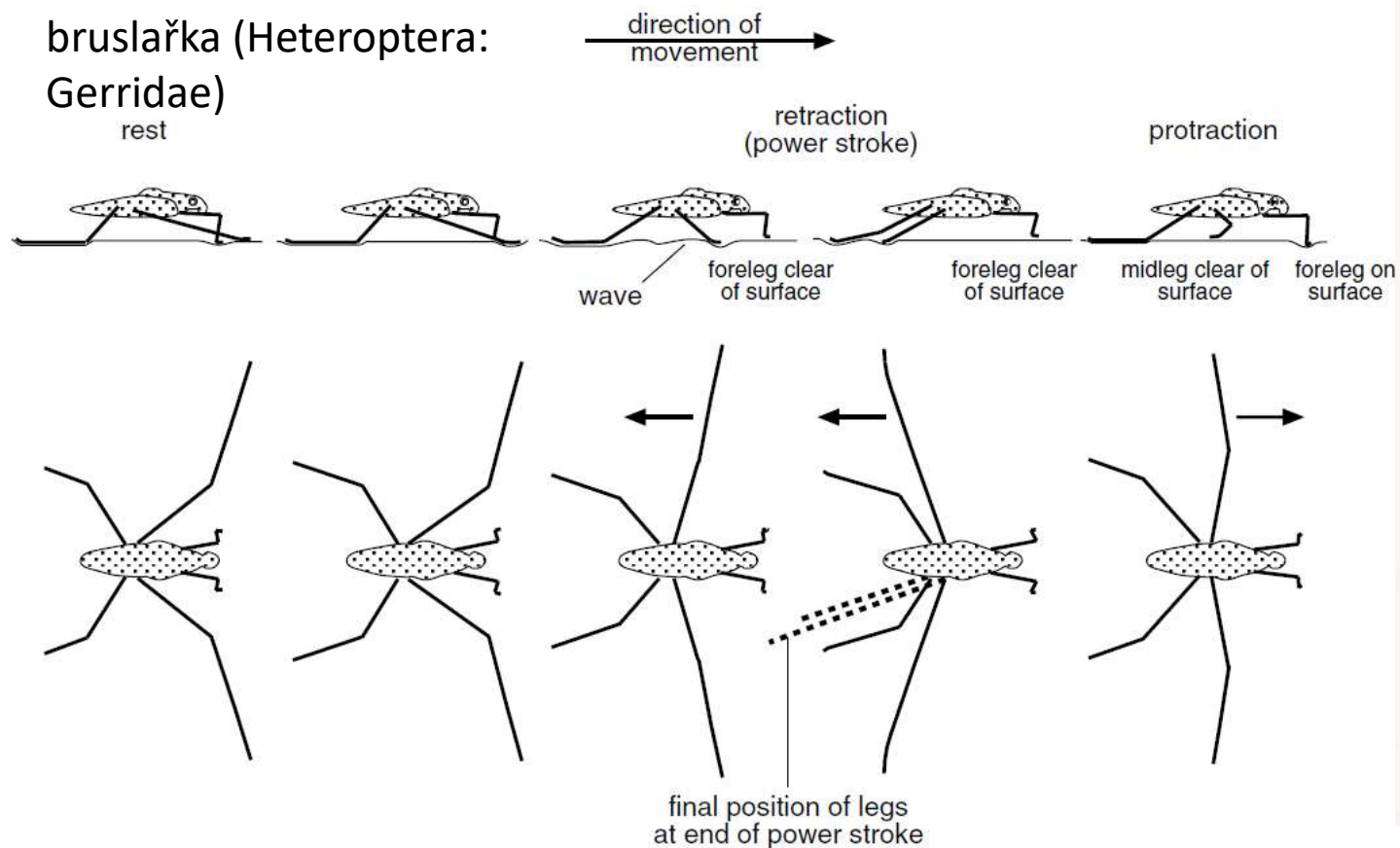


***Piophil*** (Diptera) – ohnutí hlavy pod abdomen – mandibuly dosáhnou transverzálního záhybu poblíž zadního spirákula na konci zadečku



# Pohyb na vodní hladině

- tenké nohy (povrchové napětí musí být větší než tlak), hydrofobní vlastnosti chodidel – nenaruší povrchovou blanku
- problematické vylézání z vody na vegetaci apod. – příkrý meniskus

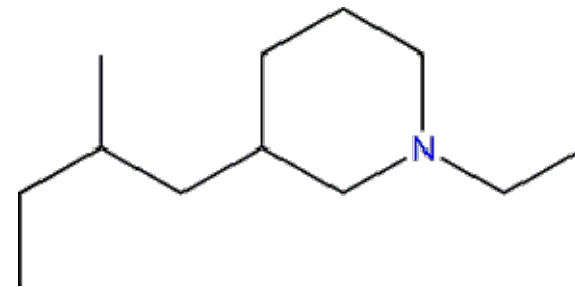






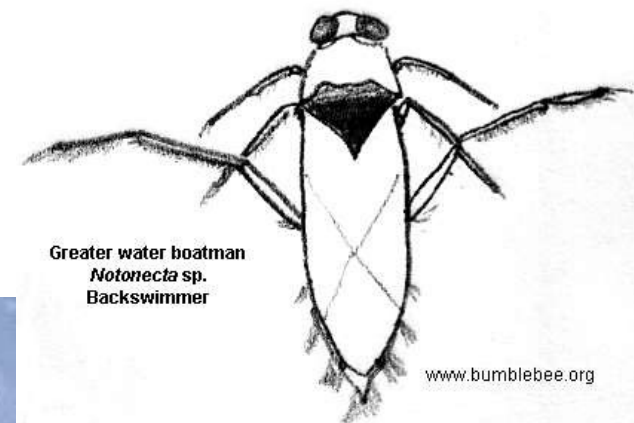
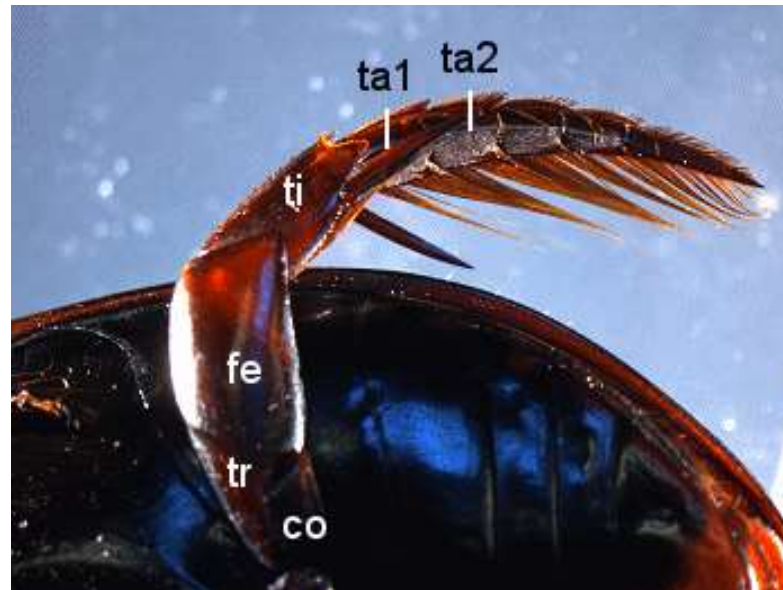


- drabčící rodu *Stenus* (Coleoptera: Staphylinidae) – produkce 5 chemických látek včetně terpenoidu **stenusinu** z pygidiálních žláz na zadečku – snižuje povrchové napětí vody – pohyb až 70 cm/s

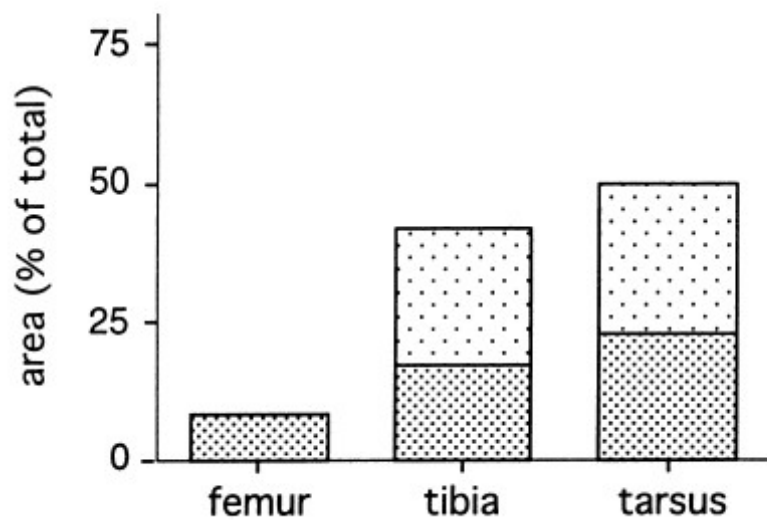


# Plovací nohy (*pedes natatorii*):

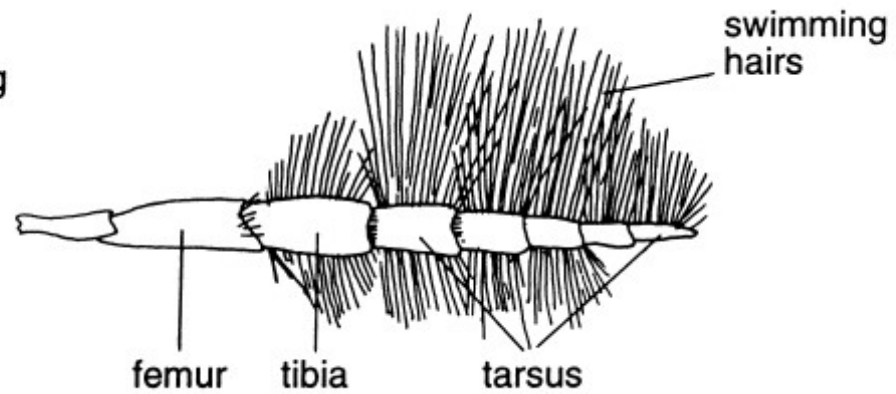
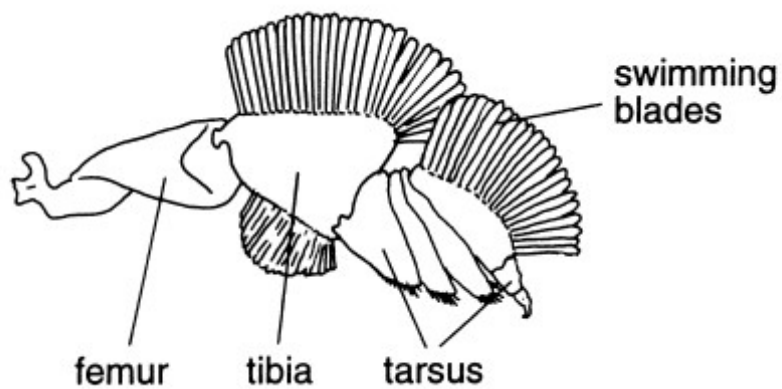
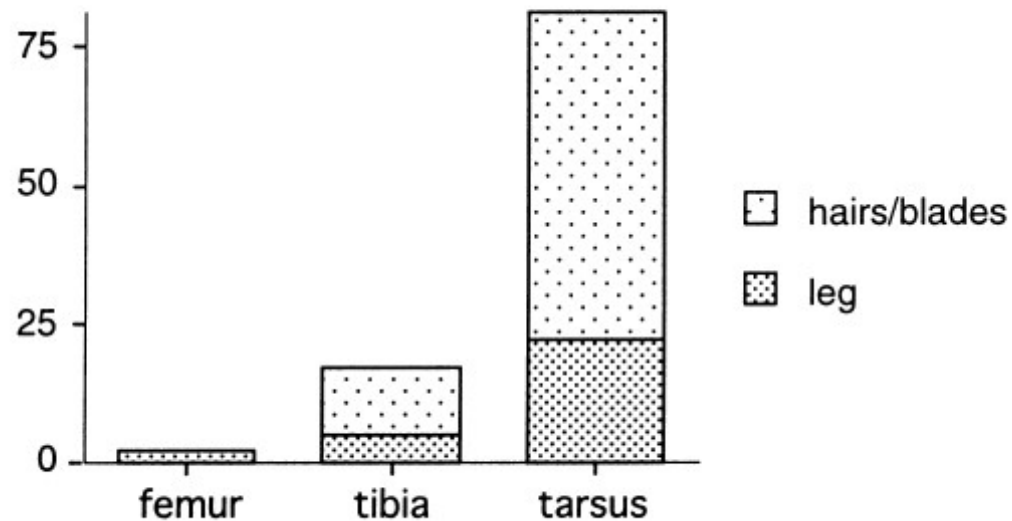
- zadní pár, někdy i střední: Coleoptera, Heteroptera, případně všechny (Coleoptera: Haliplidae)
- připojení k tělu posunuto dozadu, kyčle pevně spojeny s hrudí, relativně kratší nohy oproti suchozemským druhům, zploštělé tibie a tarsi, lemy chlupů
- synchronizovaný pohyb v rámci páru nohou (výjimka: vodomilové rodu *Hydrophilus*)



a) *Gyrinus*

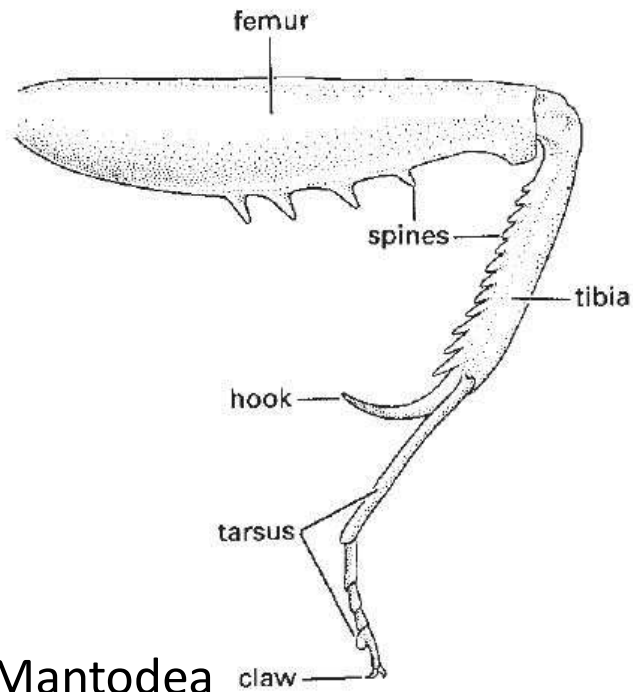


b) *Acilius*



# Loupeživé nohy (*pedes raptorii*)

- přizpůsobení k predaci
- dlouhé, s trny na vnitřní straně některého článku, často protilehlé, a/nebo na konci tibiae, silné drápky
- nejčastěji přední nohy (Mantodea, Neuroptera: Mantispidae, Heteroptera: Nepidae, Phymatidae, Reduviidae, Diptera: *Ochthera*, Hymenoptera: Dryinidae), ale i střední (Heteroptera, Diptera: Hybotidae) a zadní (Mecoptera: Bittacidae, Diptera: Hybotidae)





Mecoptera: Bittacidae



Diptera: Ephydriidae: *Ochthera*



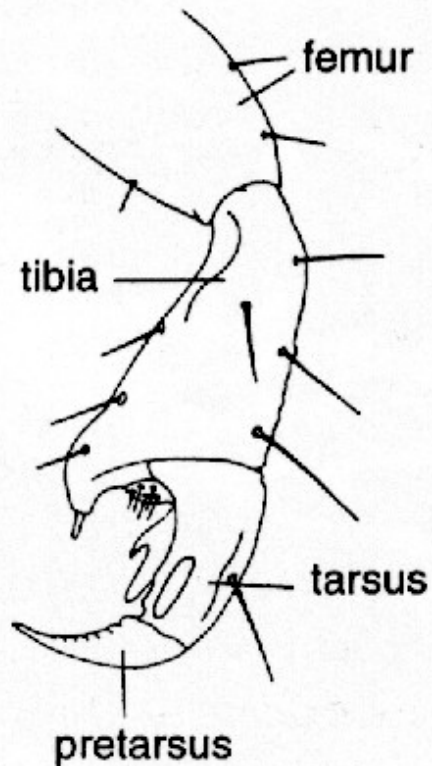
Neuroptera: Mantispidae





# Záchytné nohy (*pedes adhamantes*)

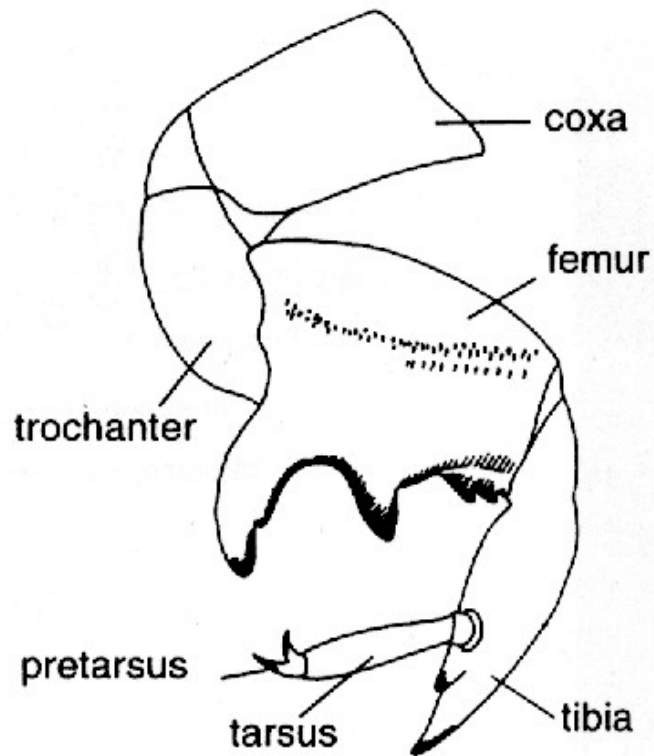
- u ektoparazitů: Psocodea: Anoplura, Amblycera, Ischnocera (vši, luptouši, péřovky), Diptera: Hippoboscidae, Nycteribiidae (kloši, muchule)
- posunutě laterálně, kolenní kloub velmi ohebný
- někdy tibiotarsální zachycovací aparát – jednočlánekové chodidlo s jedním drápkem oproti výběžku holeně





# Hrabavé nohy (*pedes fossorii*)

- většinou upravené přední nohy – rozšířené, s trny na femuru (Hemiptera: Cicadidae), tibia (Coleoptera: Scarabaeoidea), tibia a tarsu (Orthoptera: Gryllotalpidae)

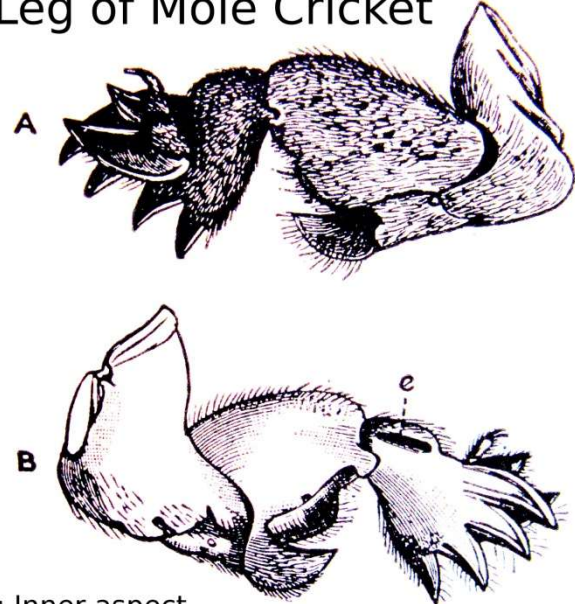


Hemiptera: Cicadidae

Orthoptera: Gryllotalpidae: *Gryllotalpa*



Leg of Mole Cricket



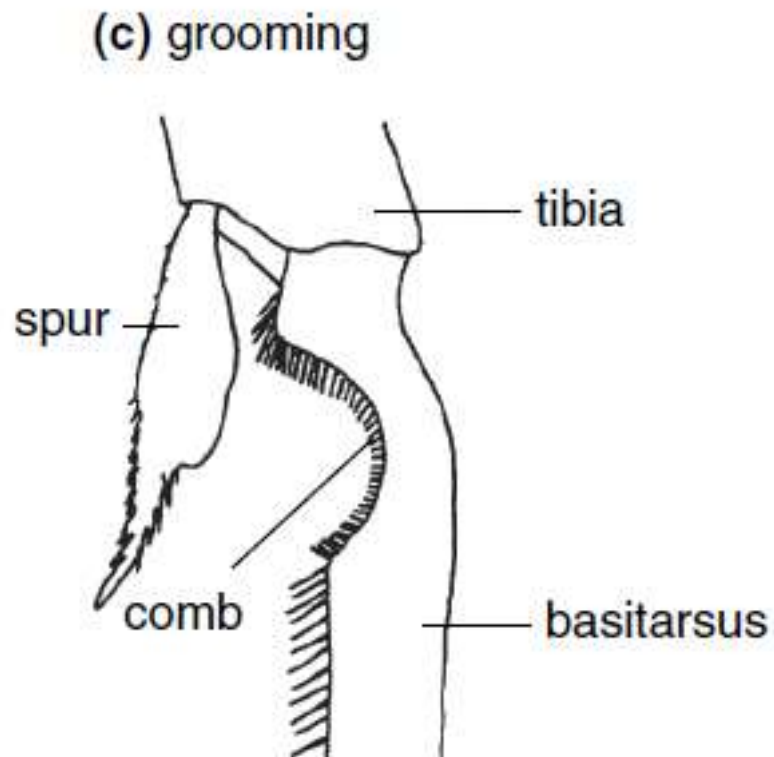
A: Inner aspect  
B: Outer aspect  
e: ear



Coleoptera: Scarabaeidae: *Scarabaeus*

# Čistící nohy

- výstupky a jamky na předních nohou – k čištění těla, tykadel, nohou a křídel:  
Hymenoptera: Aculeata, Coleoptera: Carabidae, Diptera: Culicidae
- plošky k čištění očí (Mantodea)

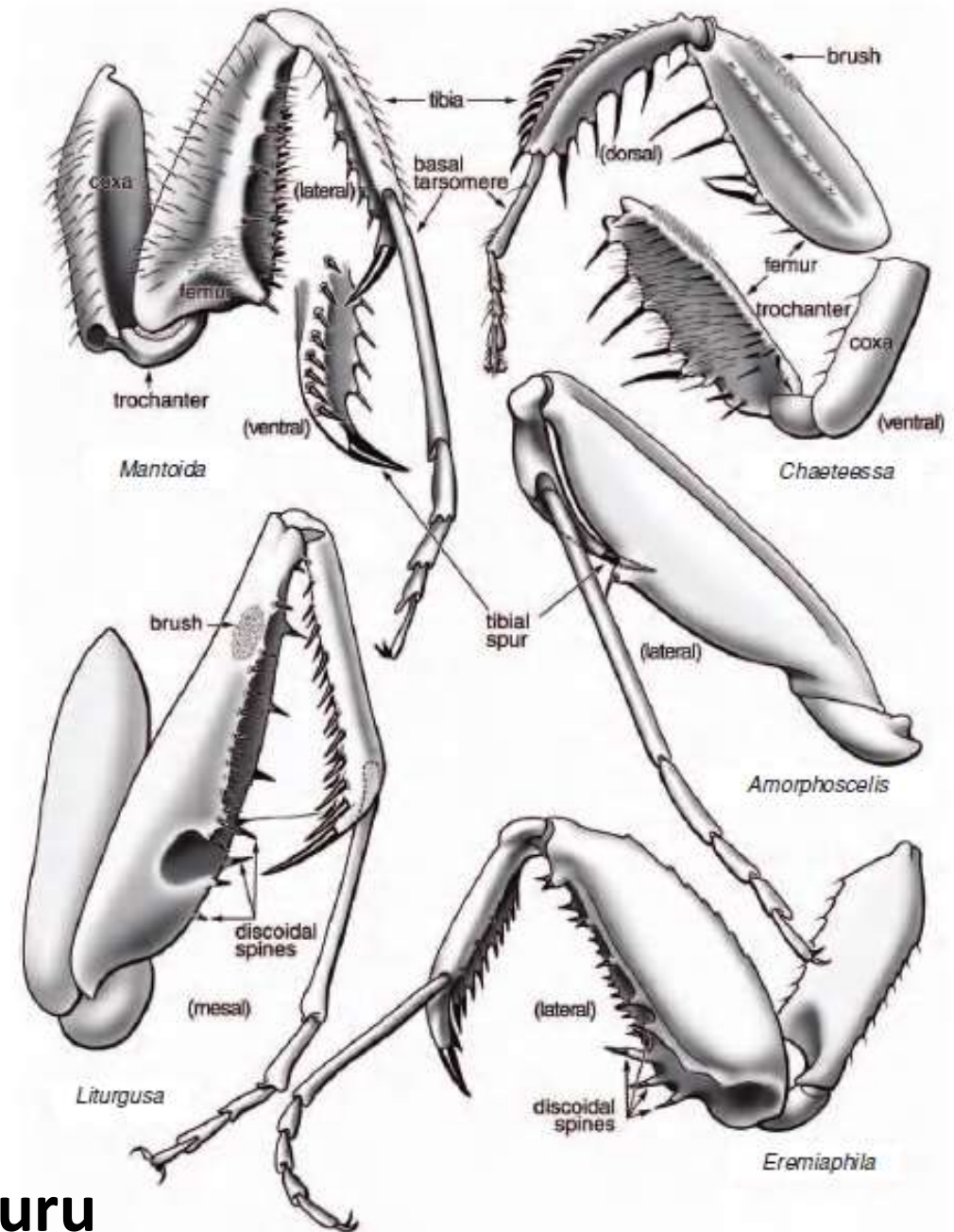


Hymenoptera: Mutilidae



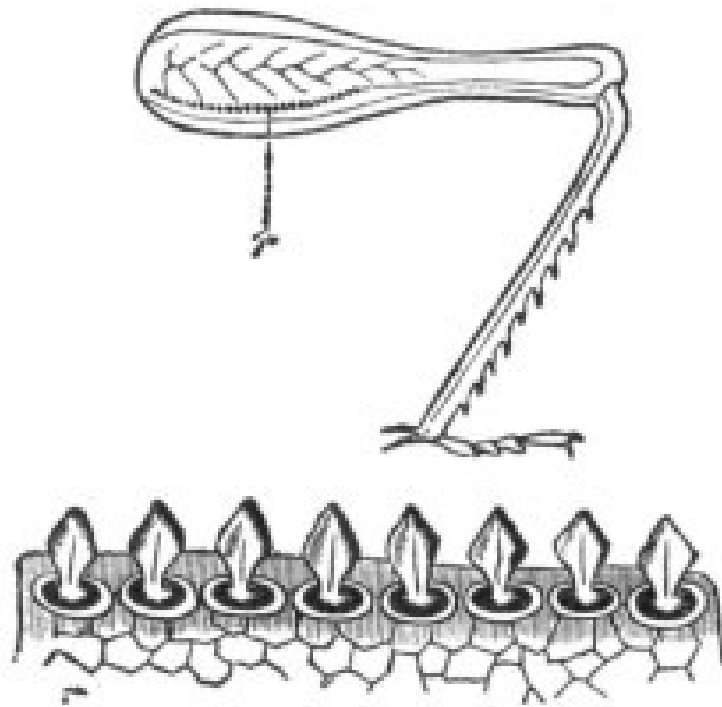
Coleoptera: Carabidae

# MANTODEA (kudlanky)

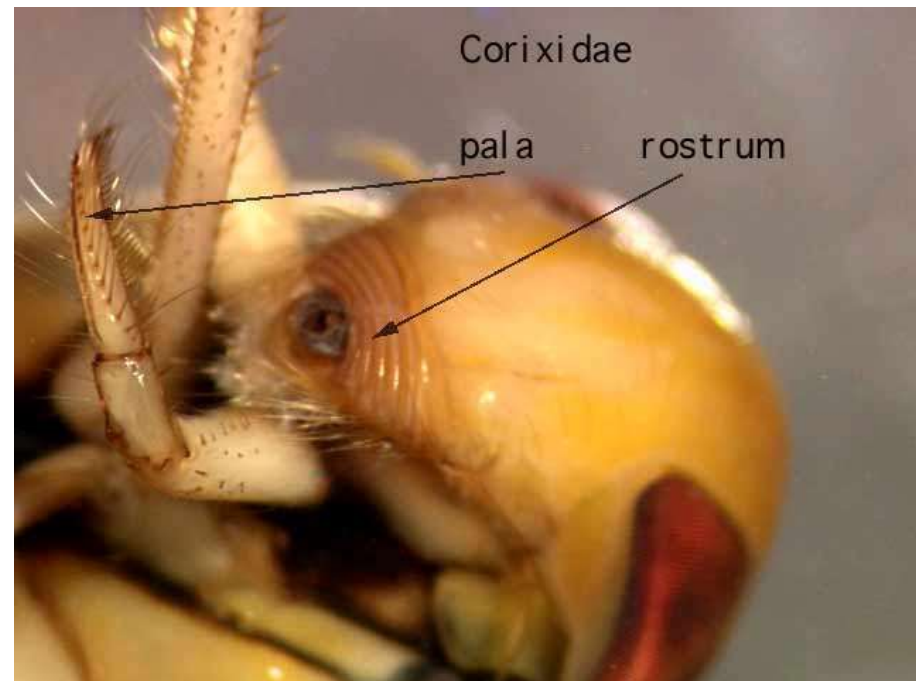


čistící ploška na profemuru

# Stridulační nohy



Orthoptera: Acrididae  
Zoubky na vnitřní straně stehen

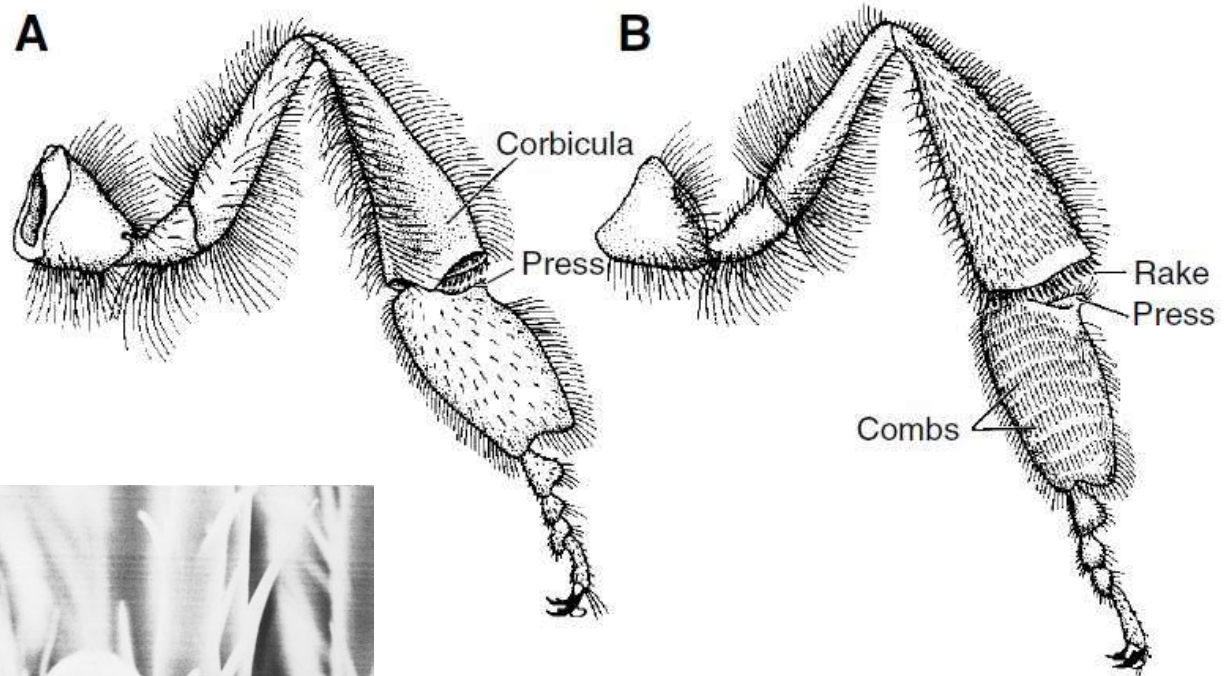


Heteroptera: Corixidae

# Sběrné nohy: Hymenoptera: Apoidea



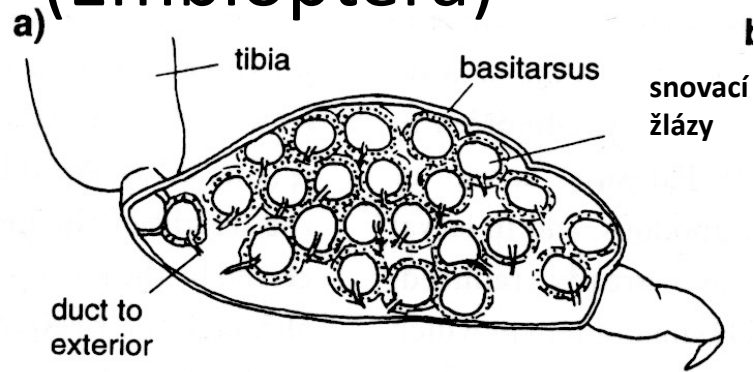
Barth 1985



Snodgrass 1956

Morfologické adaptace ke sběru pylu u včely medonosné (*Apis mellifera*) – transport 10-20 mg pylu/výlet  
(20 kg pylu a 60 kg nektaru/rok/úl)

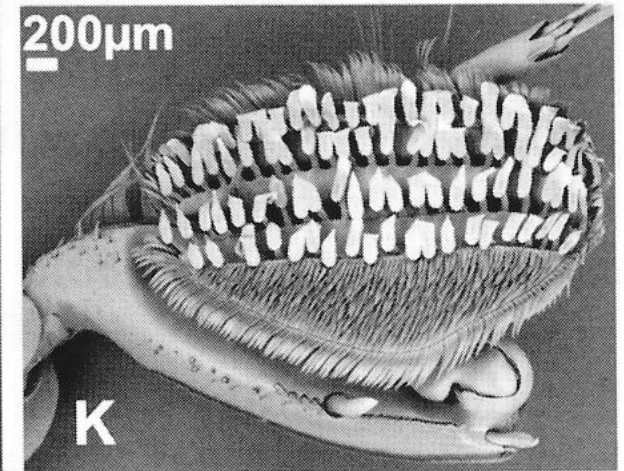
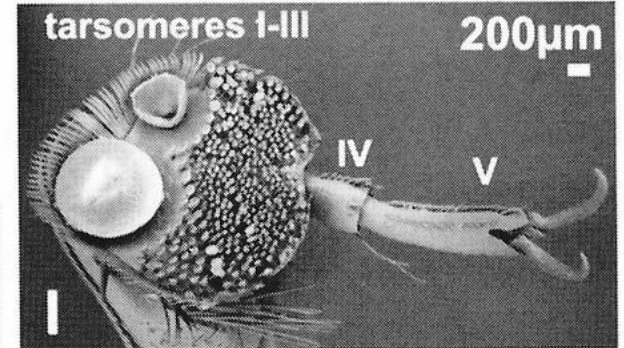
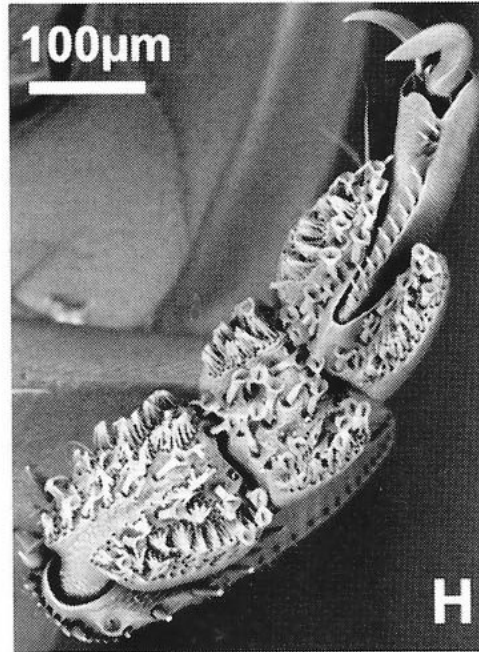
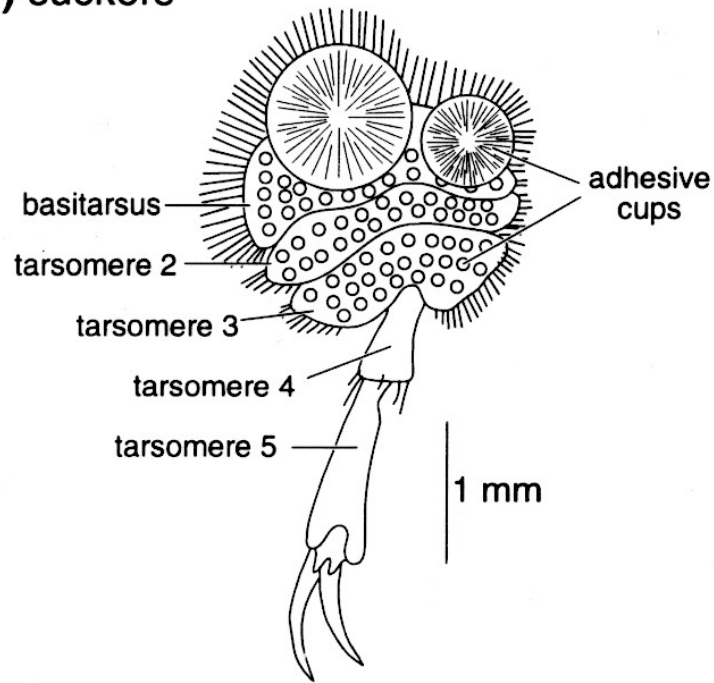
# Snovací nohy snovatky (Embioptera)





# Přilnavá noha potápníkovitých Coleoptera: Dytiscidae

b) suckers



## Voňavé končetiny

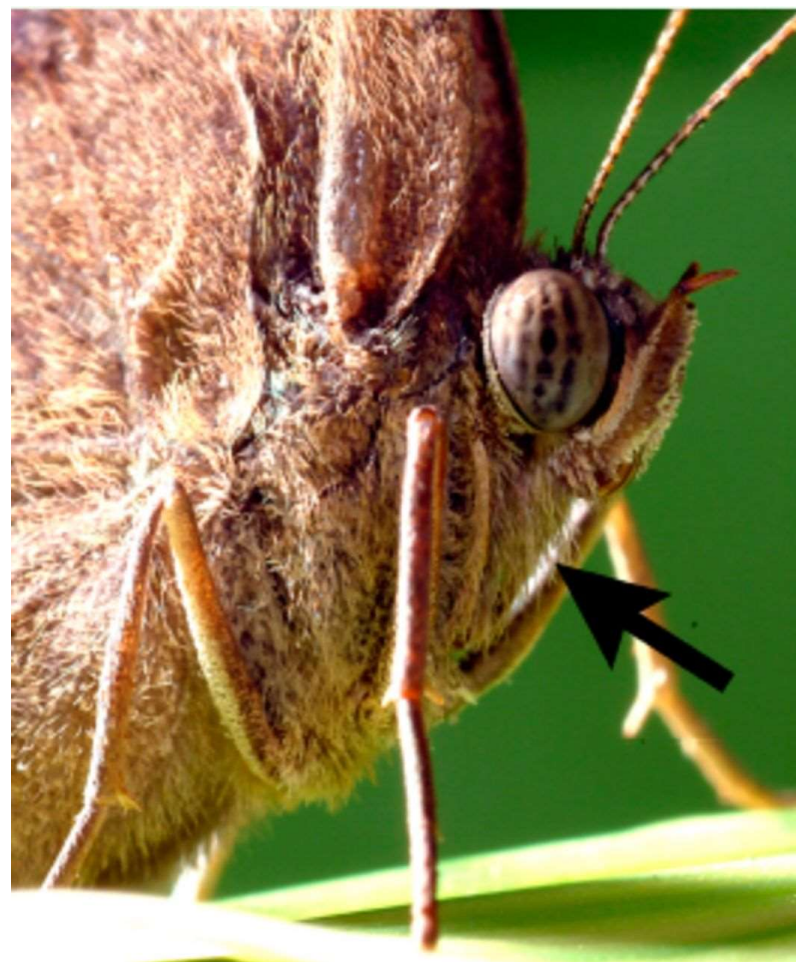


Lepidoptera: Hepialidae: *Hepialus humuli* – vychlípené rozetovité orgány (kartáčky) na zadních holeních (Mallet 1984)

# Redukce nohou

mnohokrát nezávisle v různých skupinách

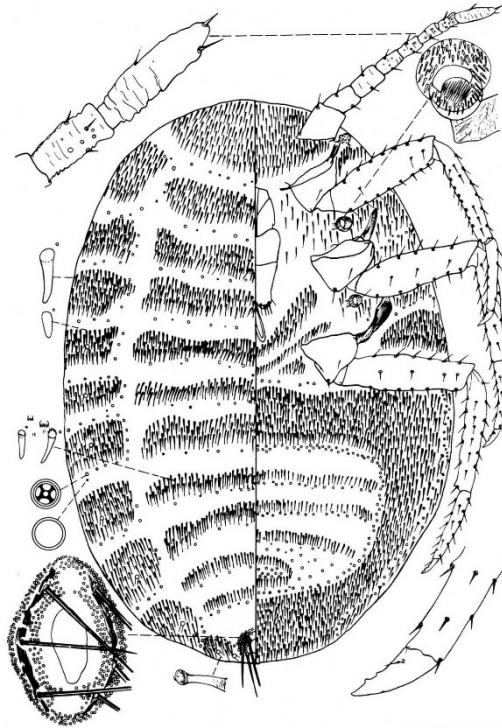
- redukce předních tarsů (dospělci denních motýlů)
- často v souvislosti s přisedlým způsobem života (samice červců, samice vakonošů) nebo endoparazitismem (samice Strepsiptera)
- larvy Diptera, minující larvy Lepidoptera, Coleoptera, Tenthredinoidea, endoparazitické larvy Hymenoptera a Strepsiptera, larvy Meloidae a sociálních Hymenoptera (krmení rodiči)



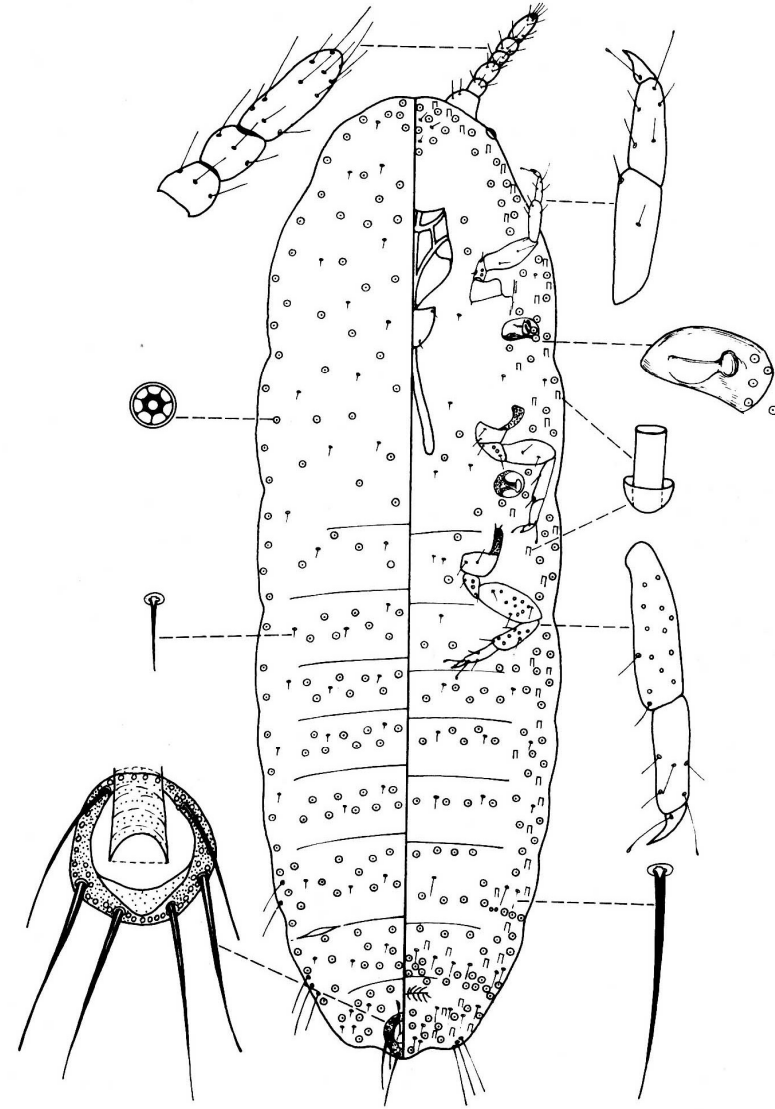
Lepidoptera: Nymphalidae  
(babočkovití, samec)

*Wolfe et al. 2011*

# Samice červců (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoomorpha)

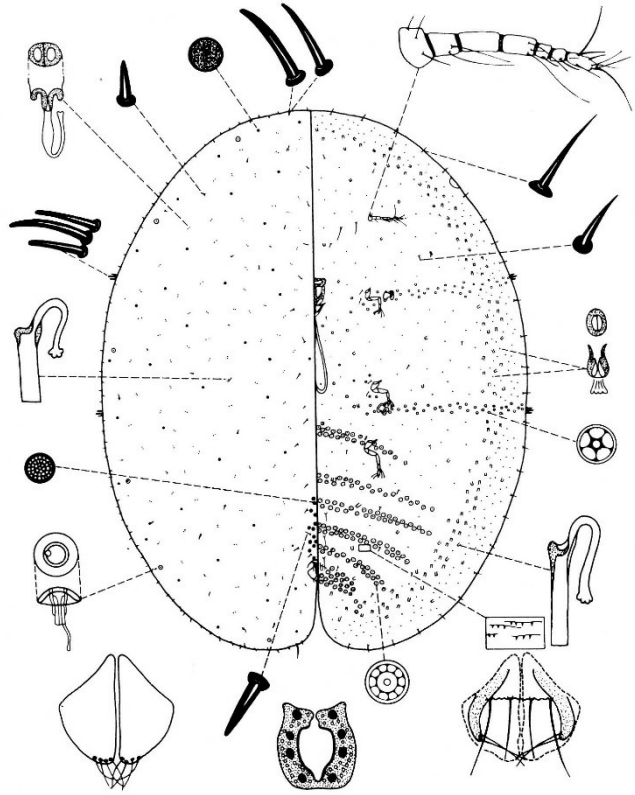


*Orthezia urticae* (ORTHEZIIDAE)

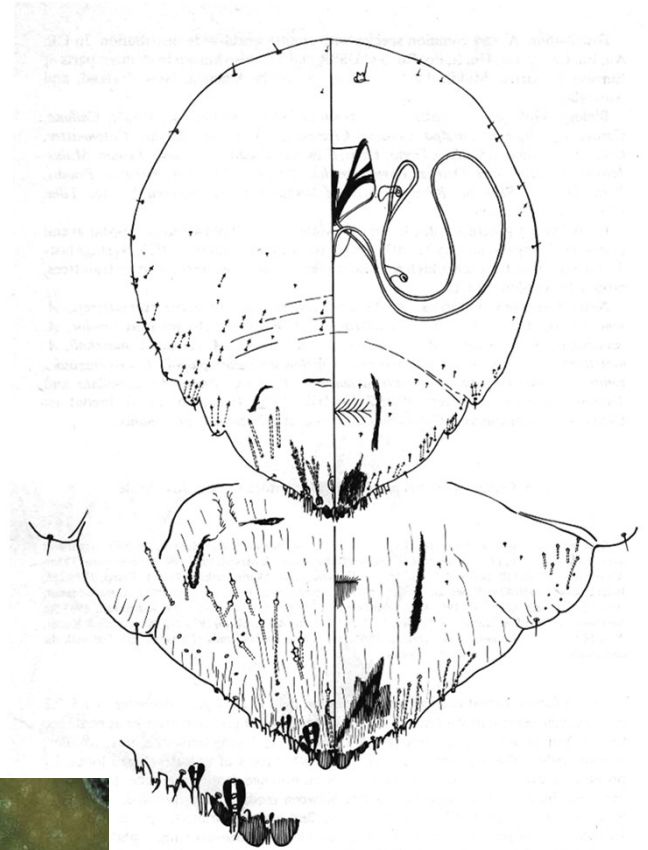


*Metadenopus festucae* (PSEUDOCOCCIDAE)

# Samice červců (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoomorpha)



*Parthenolecanium corni* (COCCIDAE)



*Comstockaspis perniciosus* (DIASPIDIDAE)

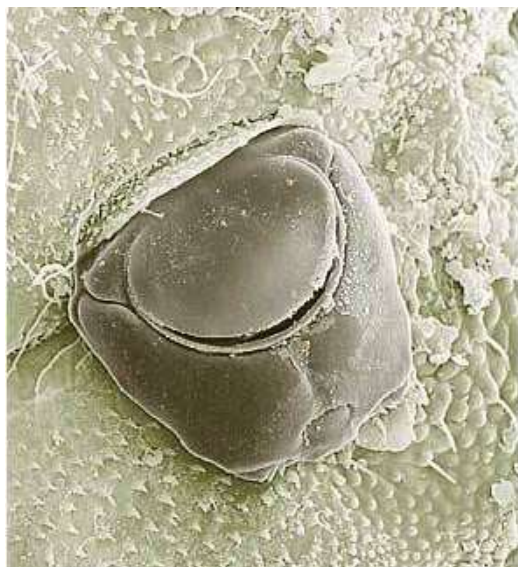




Lepidoptera: Psychidae: *Thyrideris ephemeraeformis*  
(samice vakonoše)

# Morfologie dospělých samic řasníků (Strepsiptera)

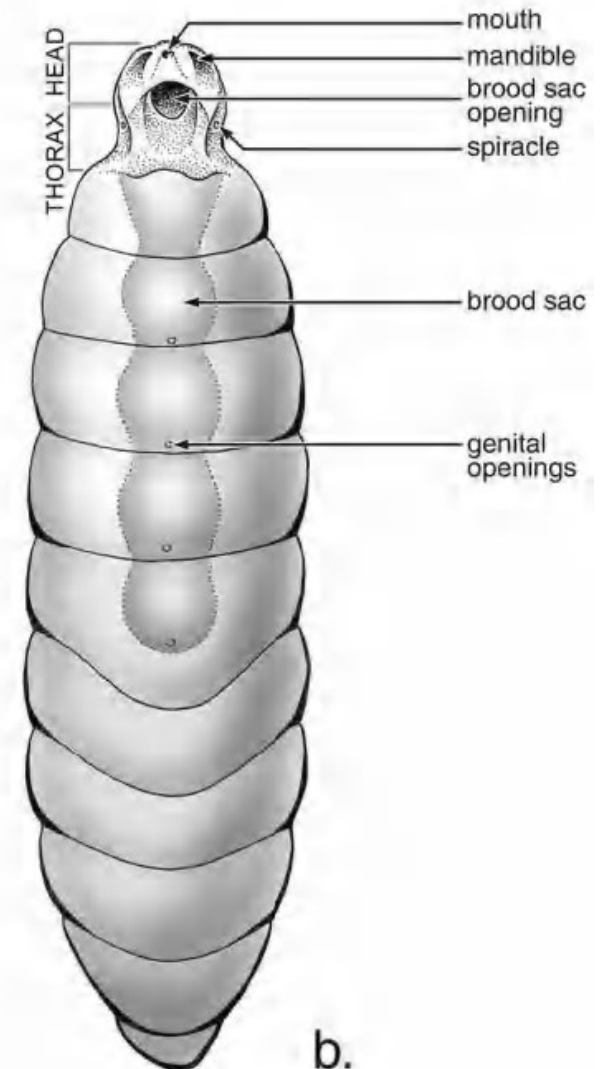
- většina čeledi: samice bez stádia kukly, neotenické, larviformní, celý život zůstávají v hostiteli
- z těla vyčnívá pouze hlavohruď – *cephalothorax* (chybí tykadla i oči)



*Halictophagus silwoodensis*



*Stylops melittae*





© AntLab

<https://naturalsciences.org/staff/adrian-smith>