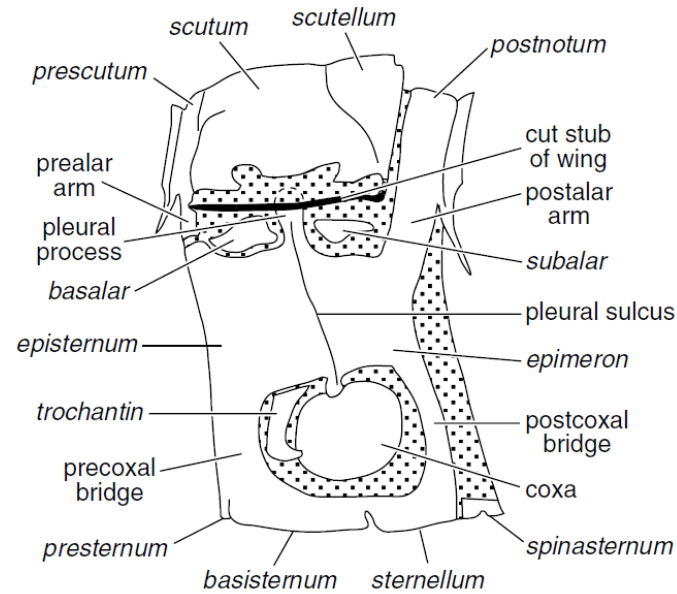
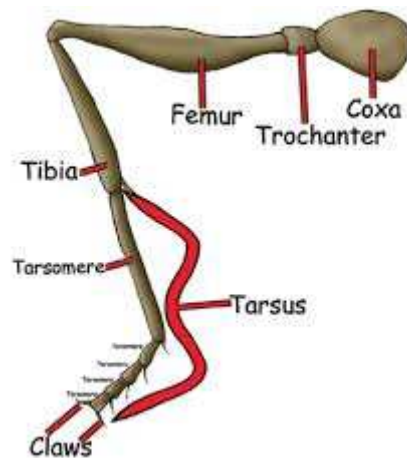


Bi6760 Základy entomologie

3. Hrud'

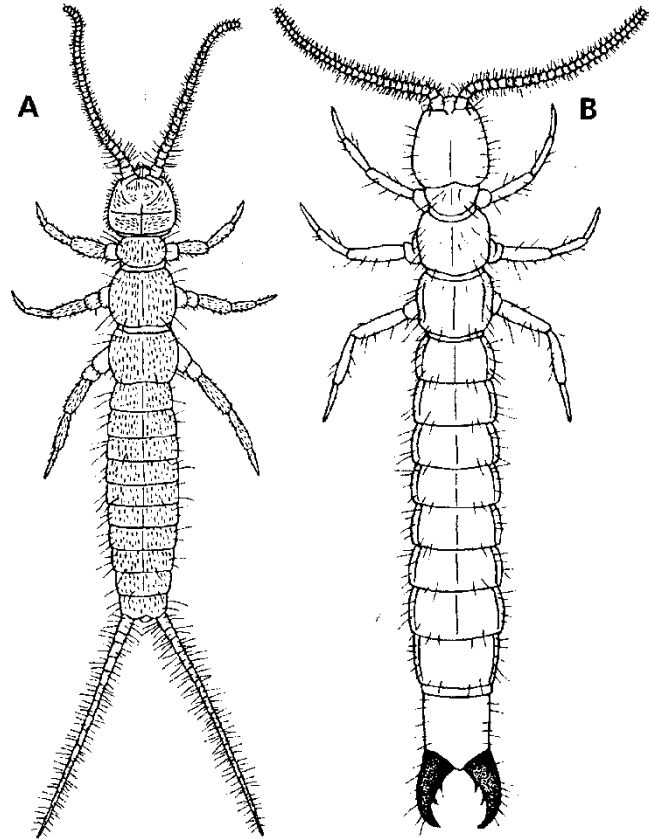


Andrea Tóthová, Igor Malenovský
A31-111, tothova@sci.muni.cz

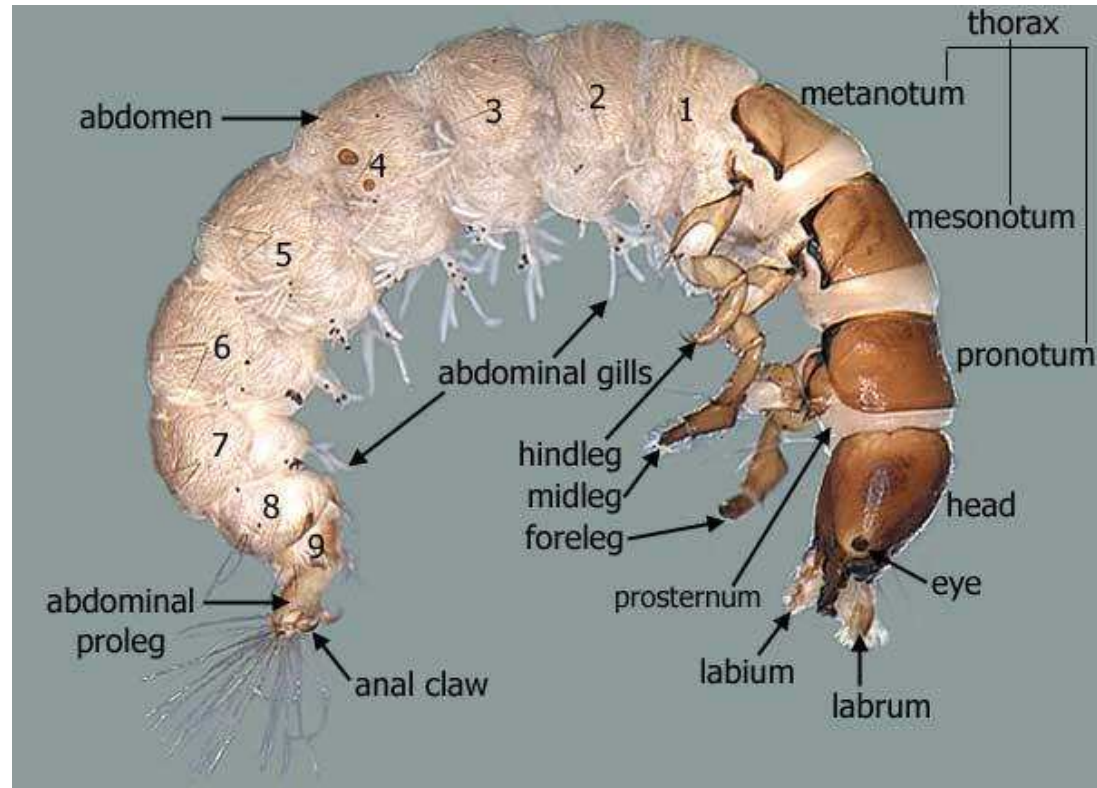
Hrud' (*thorax*)

- 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

Homonomní segmentace hrudi



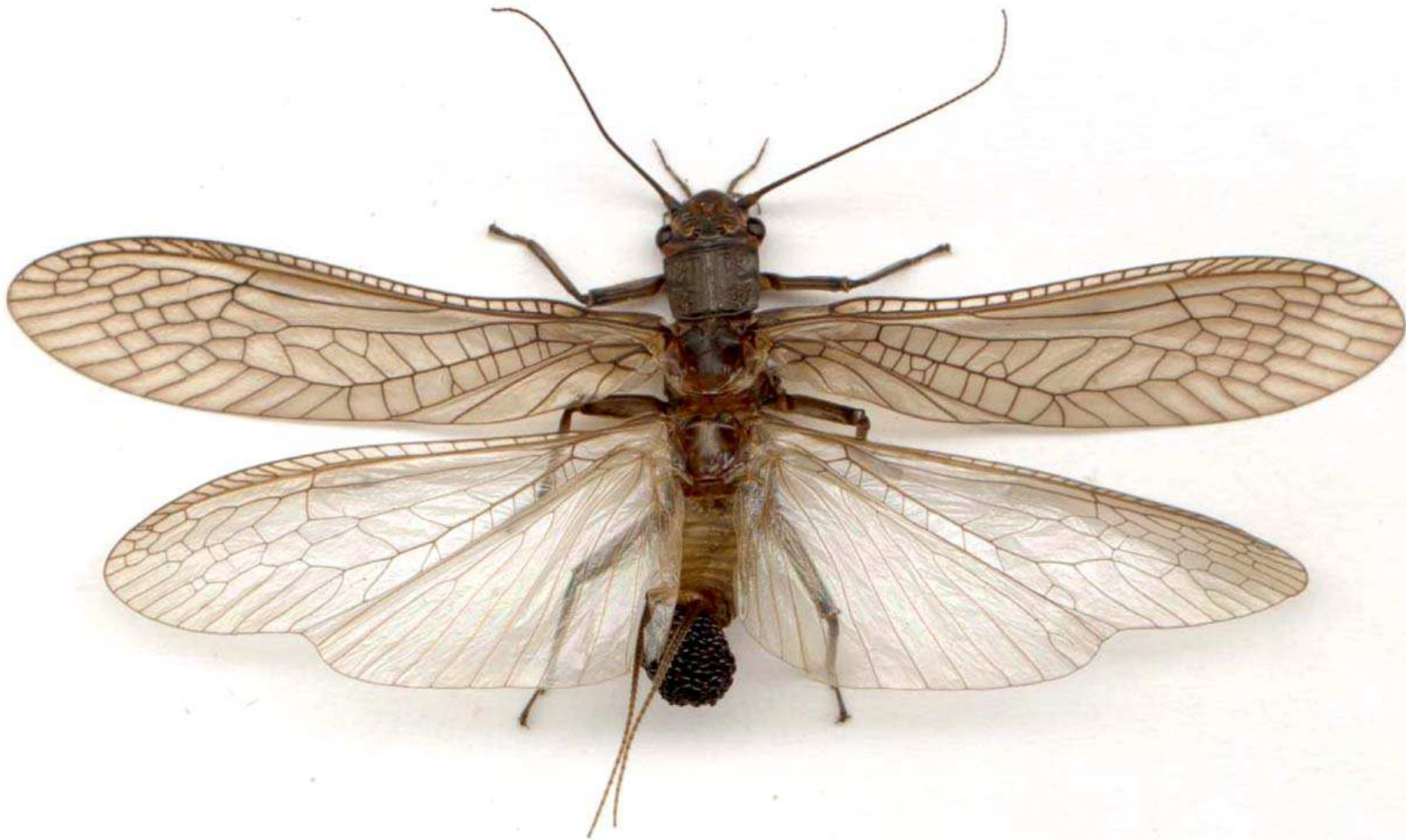
Diplura (vidličnatky)



Trichoptera (larva chrostíka)

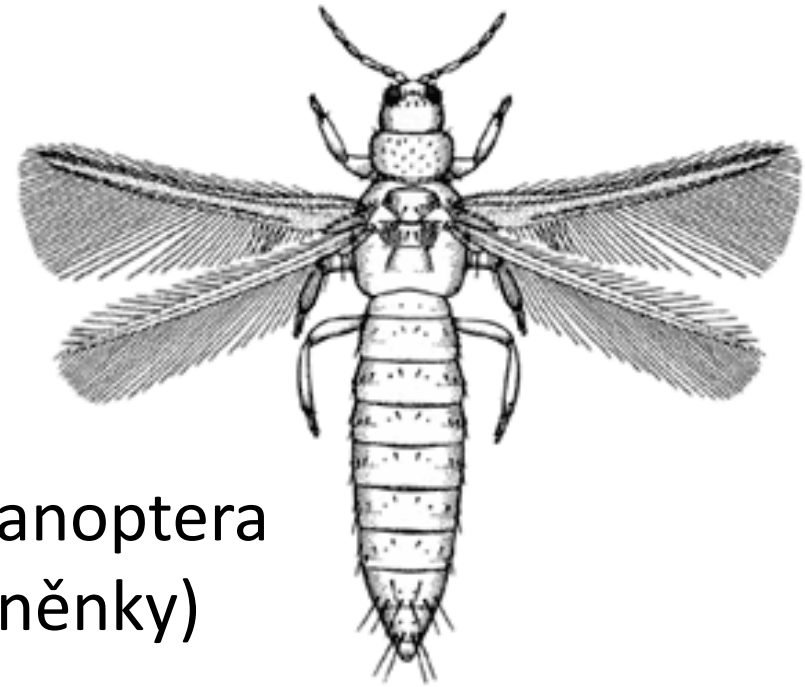
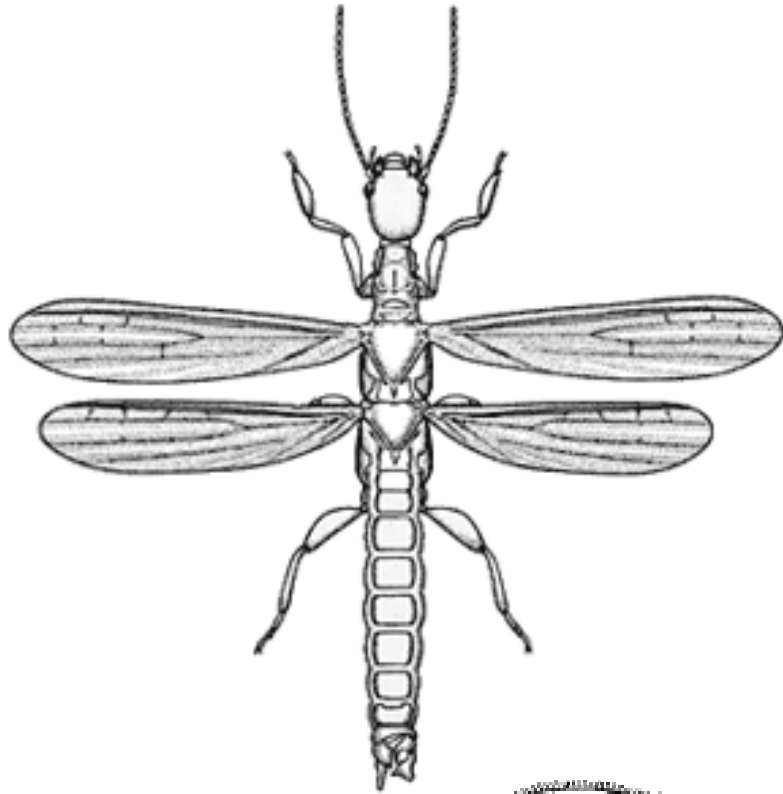
- všechny segmenty více méně stejné velikosti: původně u primárně bezkřídlého hmyzu, larev Holometabola a málo odvozených řádů Pterygota (špatných letců), též u sekundárně bezkřídlých skupin

Homonomní segmentace hrudi

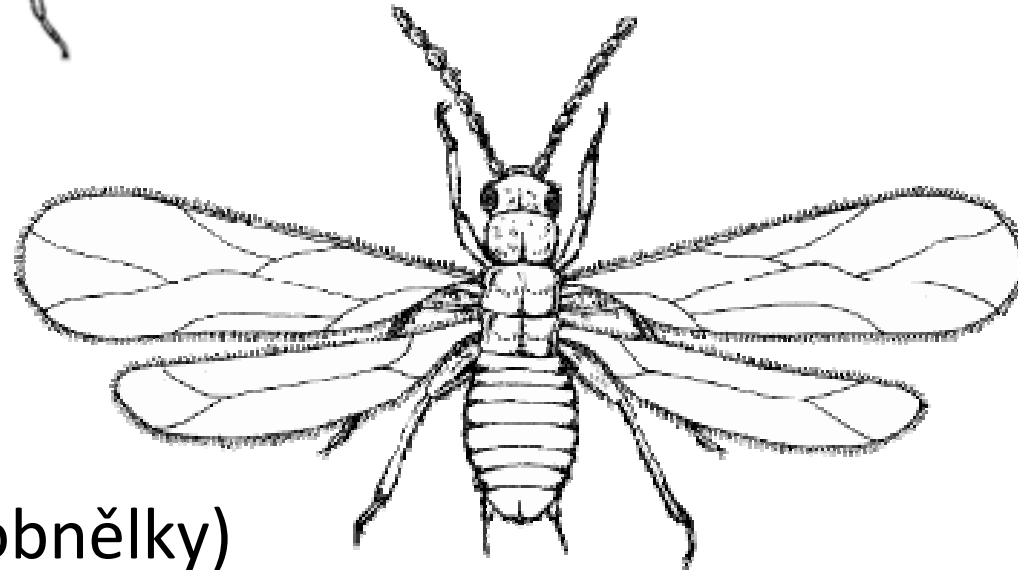


Plecoptera (pošvatky)

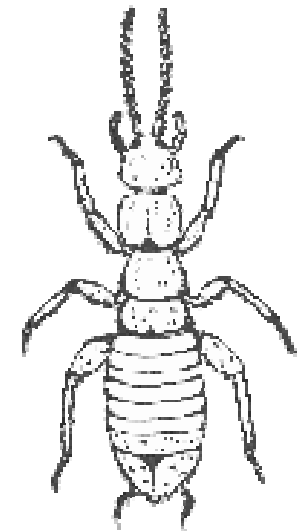
Embioptera (snovatky)



Thysanoptera
(třásněnky)



Zoraptera (drobnělky)



Homonomní segmentace hrudi



Megaloptera
(střechatky)



Homonomní segmentace hrudi

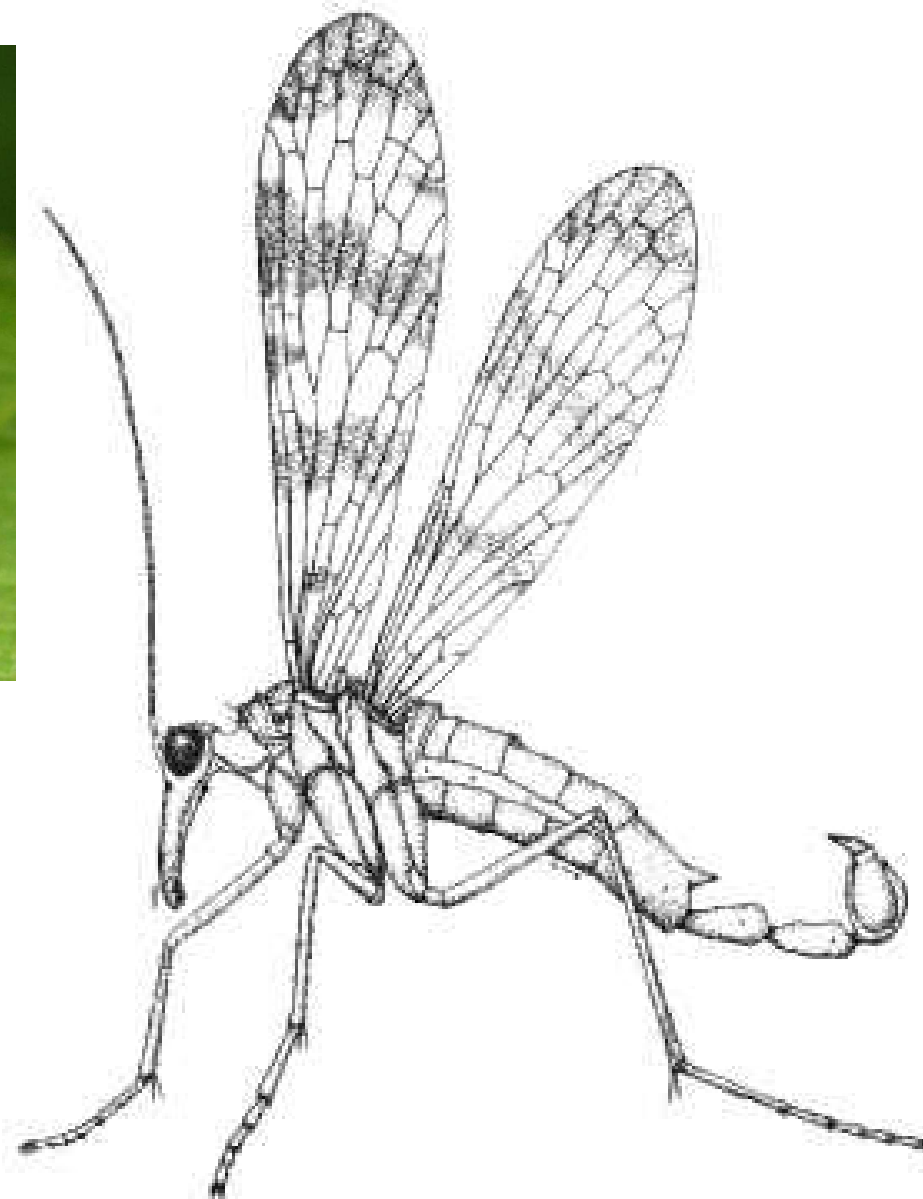


Neuroptera
(sítokřídlí)

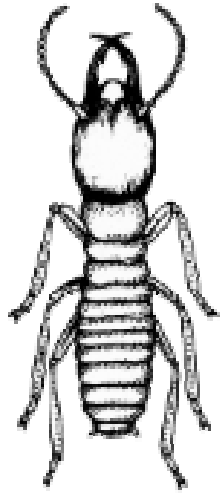
Homonomní segmentace hrudi



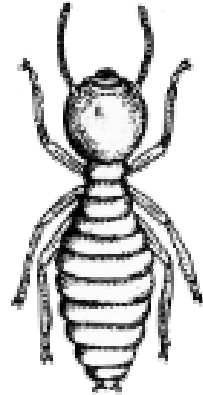
Mecoptera (srpice)



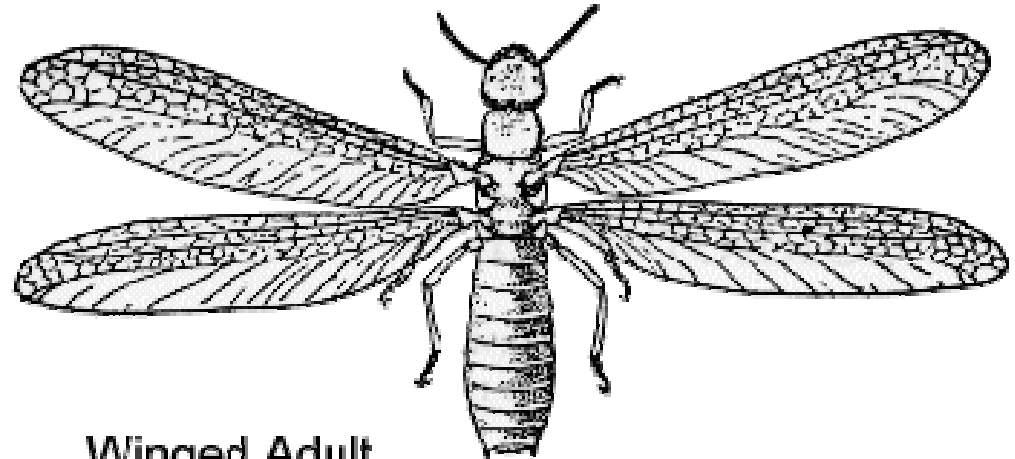
Sekundárně homonomní segmentace hrudi



Soldier

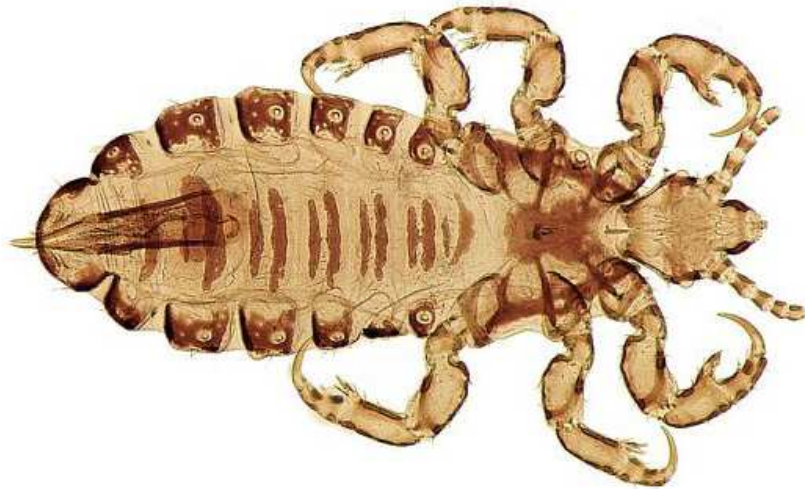


Worker

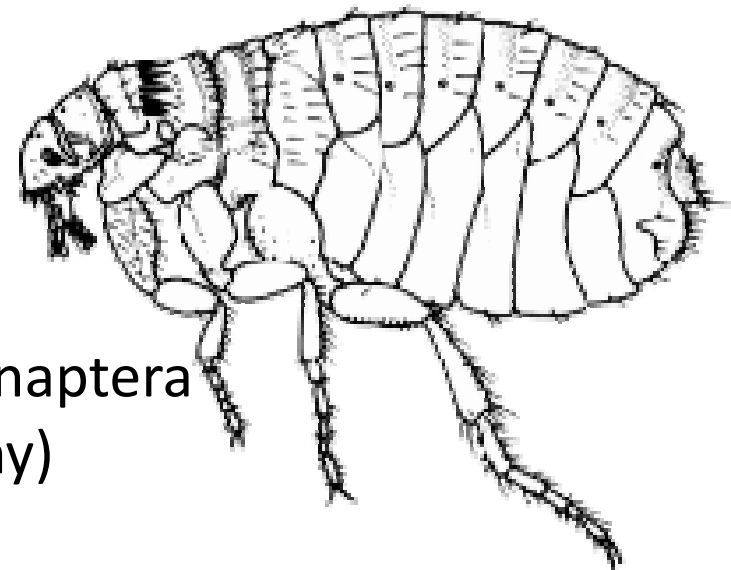


Winged Adult

Blattodea: Termitoidae (všekazi)

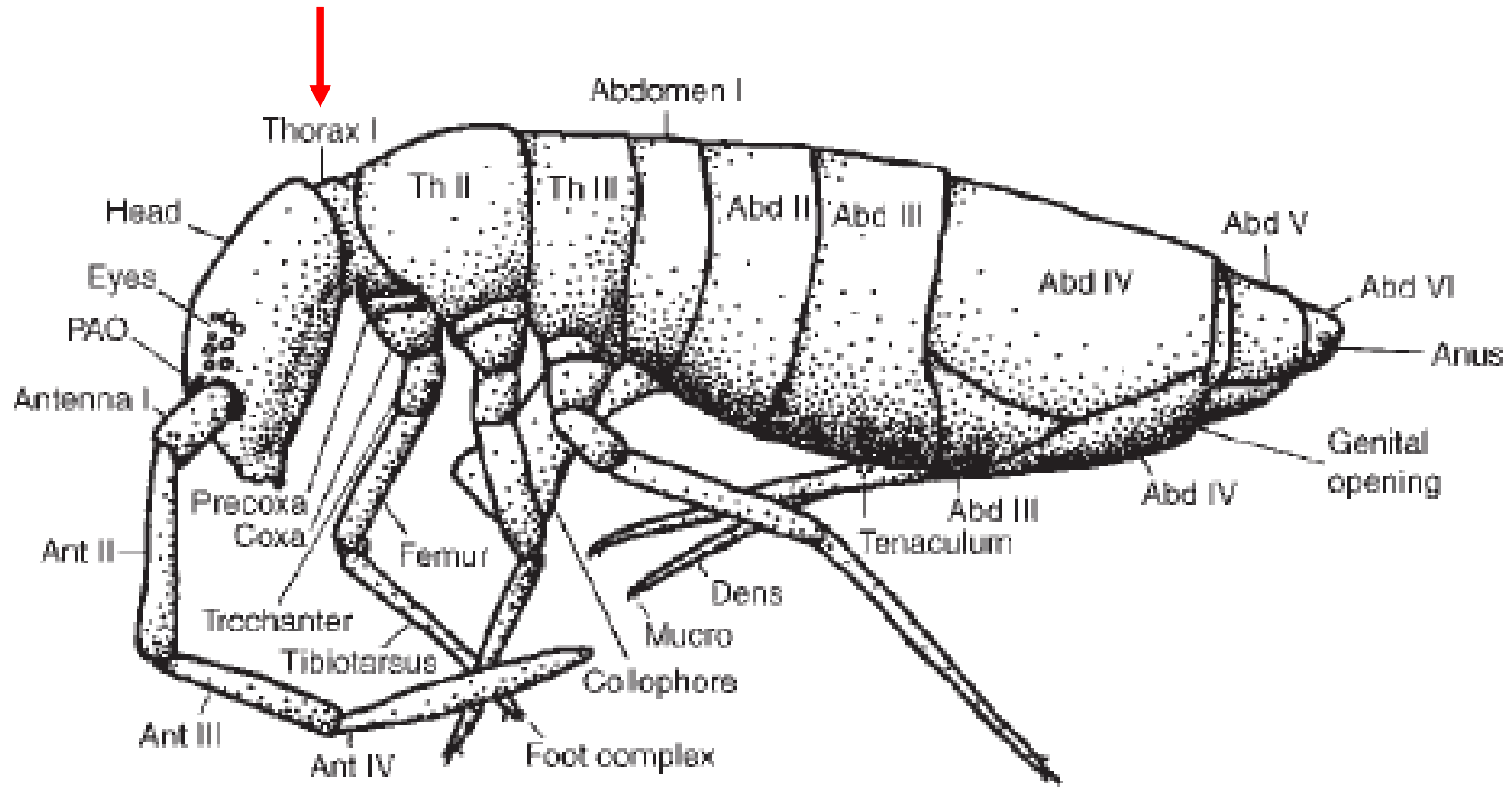


Psocodea: Anoplura (vši)



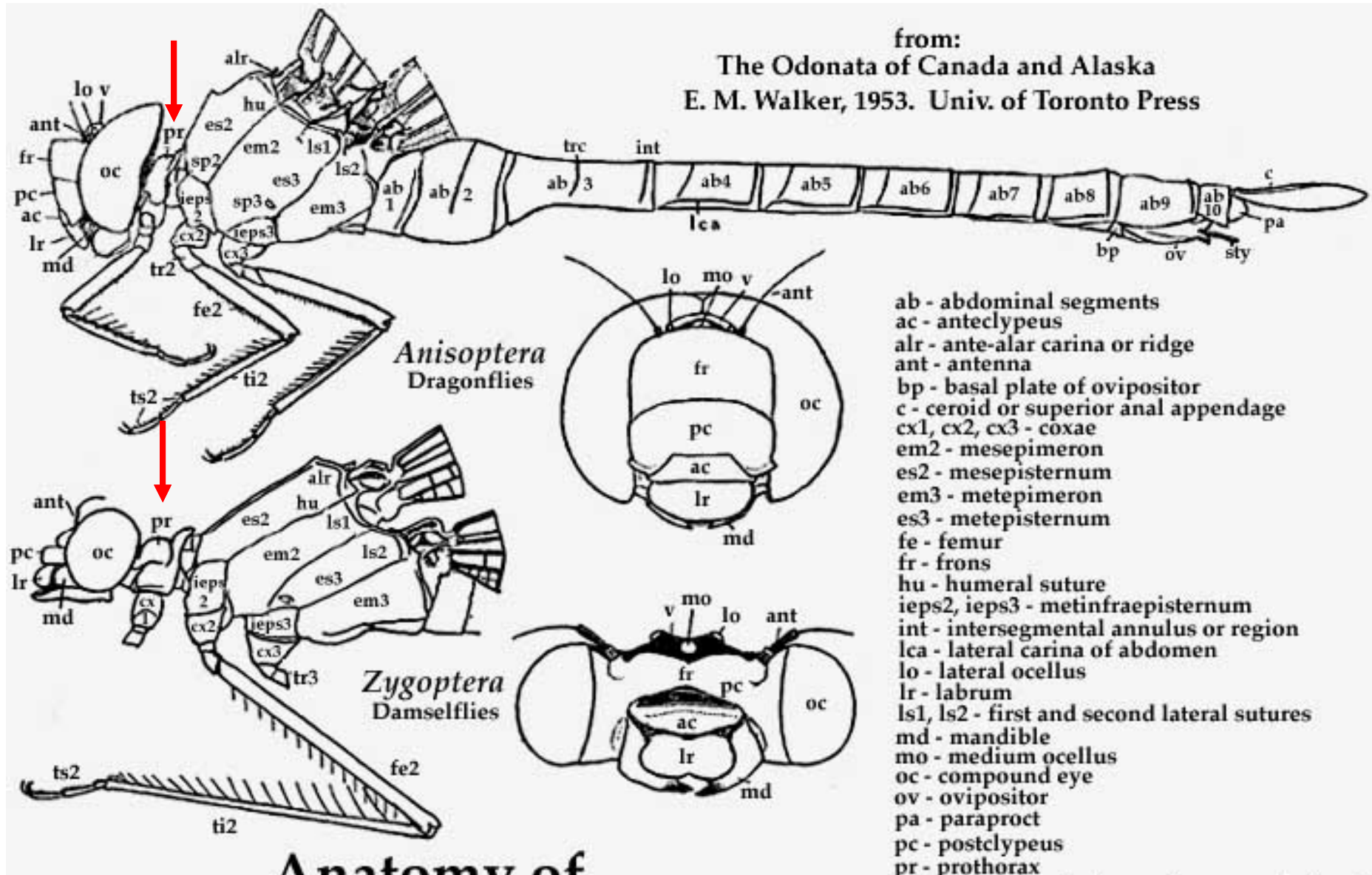
Siphonaptera
(blechy)

Redukce předohrudi

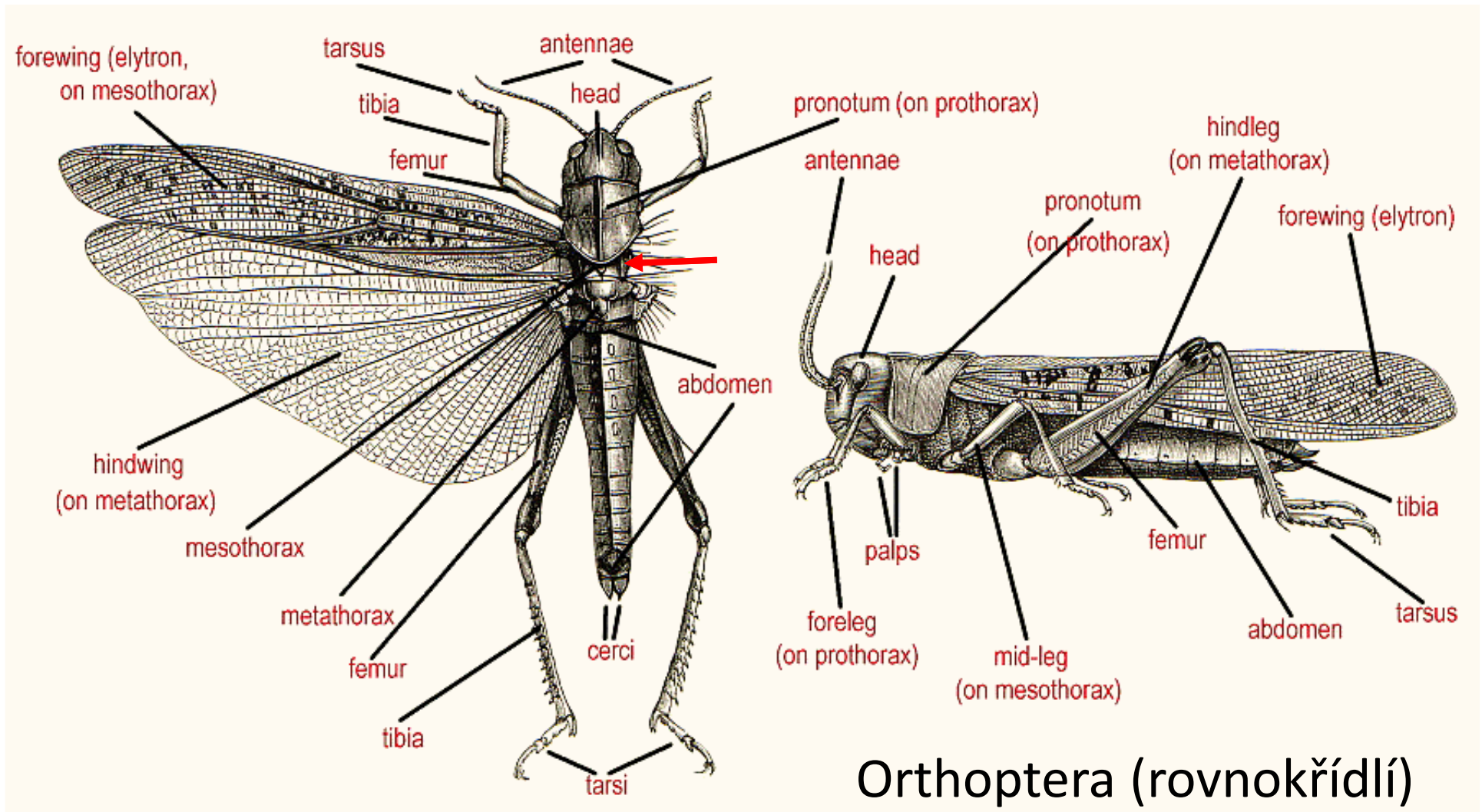


Collembola (chvostokoci)

Redukce předohrudi Odonata (vážky)



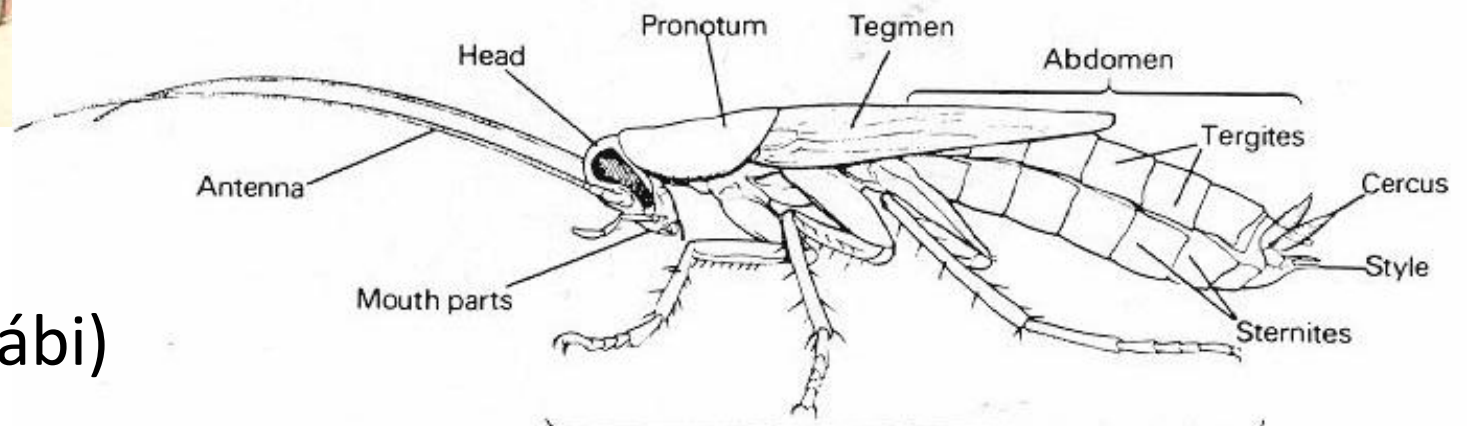
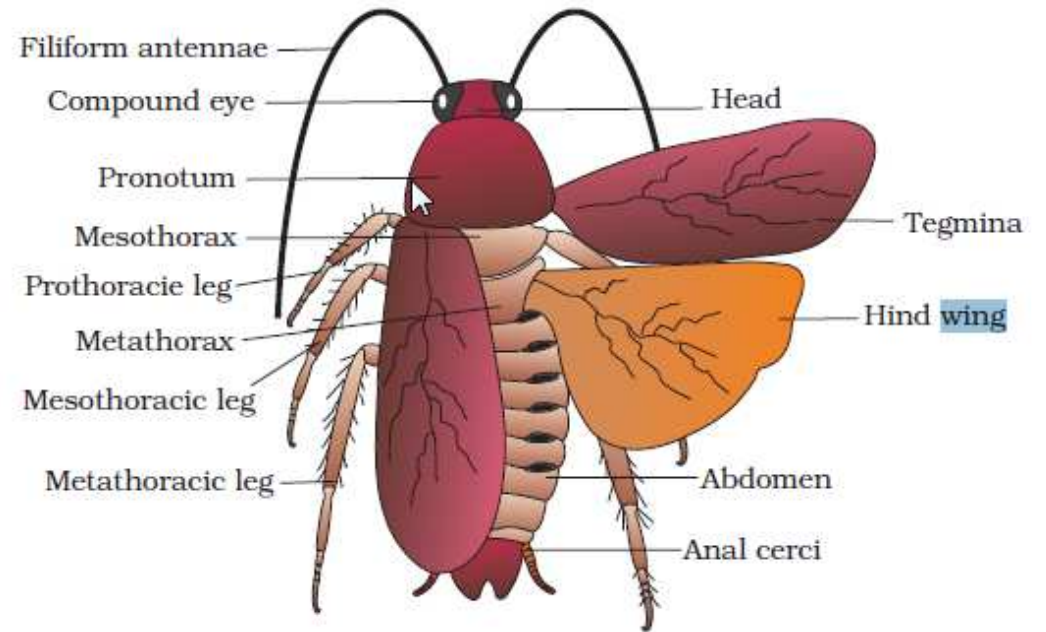
Redukce středohrudi



Orthoptera (rovnokřídlí)

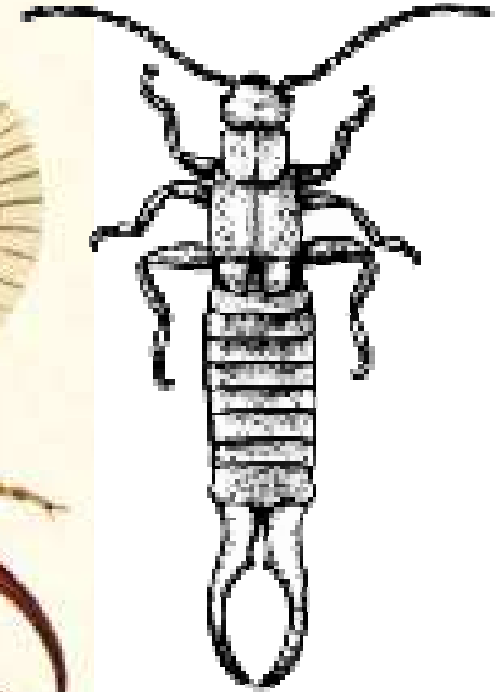
- hlavním lokomočním orgánem jsou zadní křídla, předohrud' přítomna jako hrudní štít

Redukce středohrudi



Blattodea (švábi)

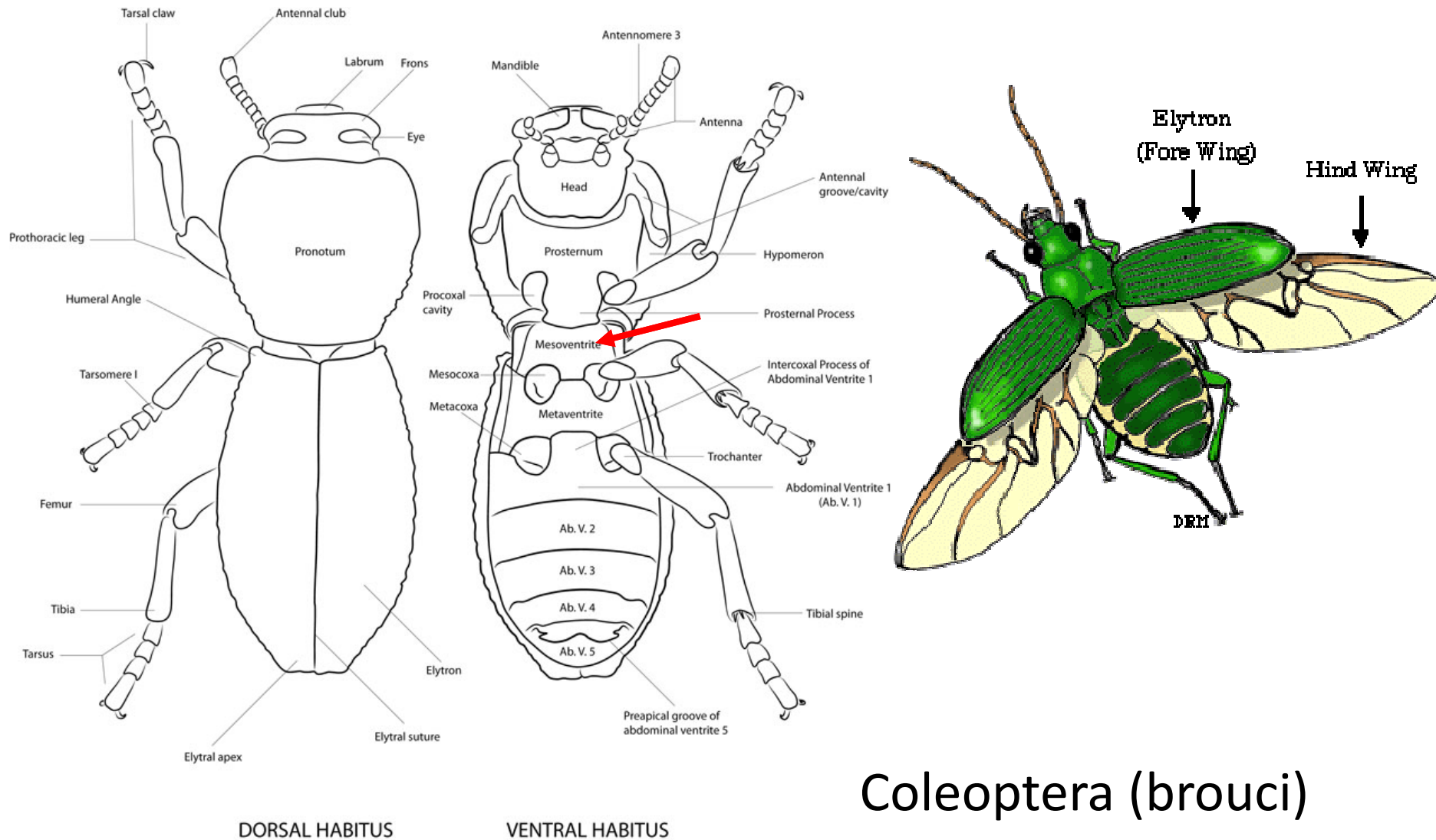
Redukce středohrudi



Dermaptera (škvoři)

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

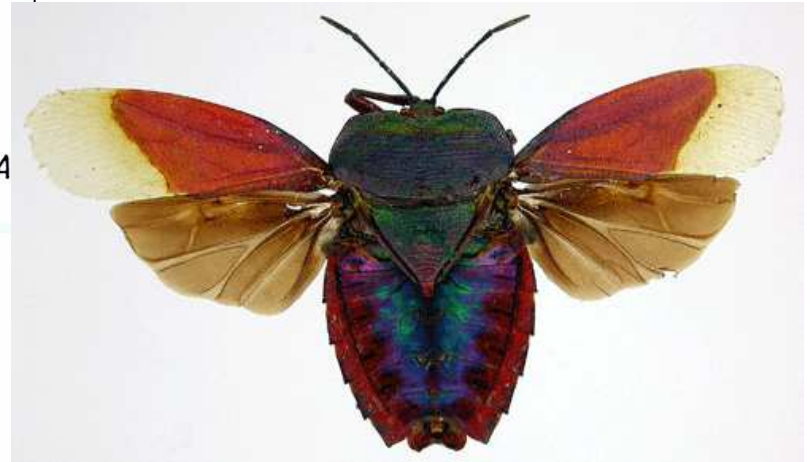
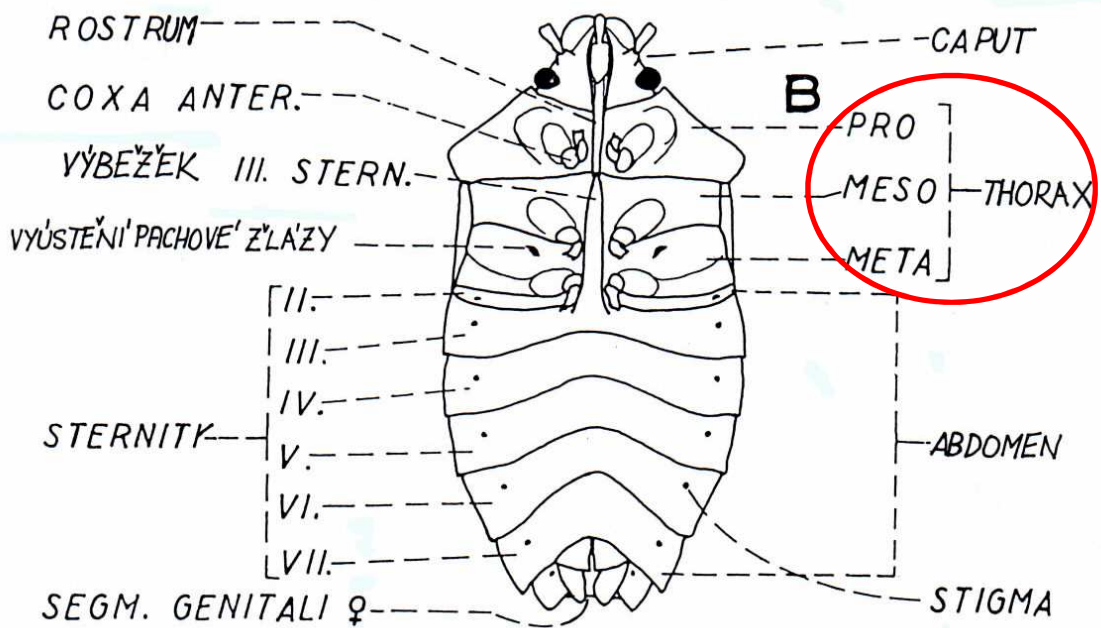
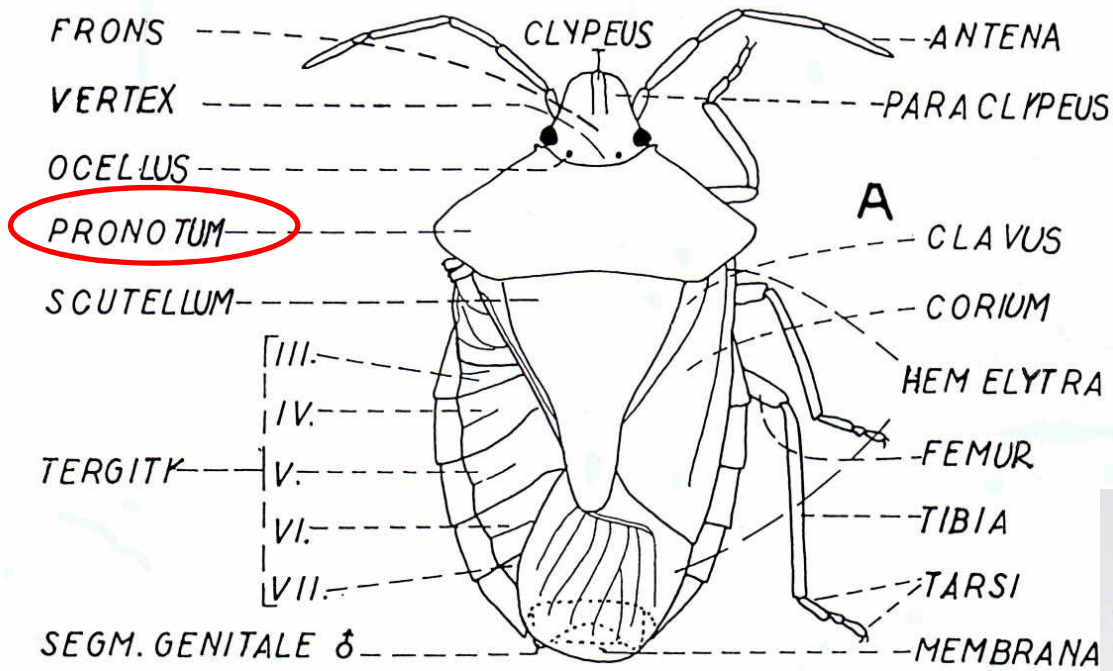
Redukce středohrudi



Coleoptera (brouci)

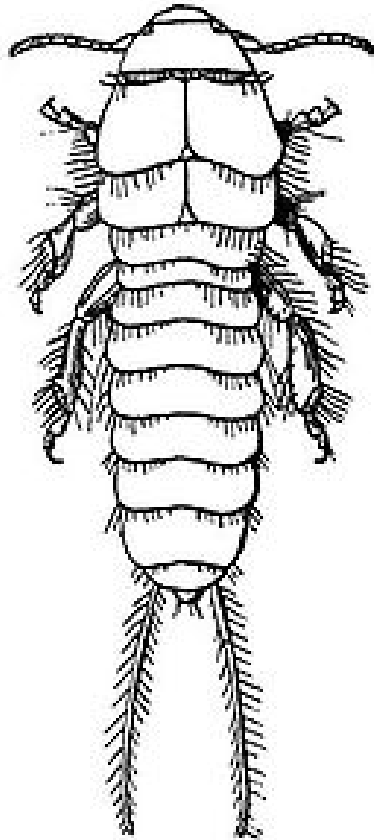
- hlavním lokomočním orgánem jsou zadní křídla, předohrud' přítomna jako hrudní štít

Částečná redukce středohrudi a zadohrudi



Hemiptera:
 Heteroptera
 (ploštice)

Redukce středohrudi a zadohrudi



Hemimerus Hansenii.

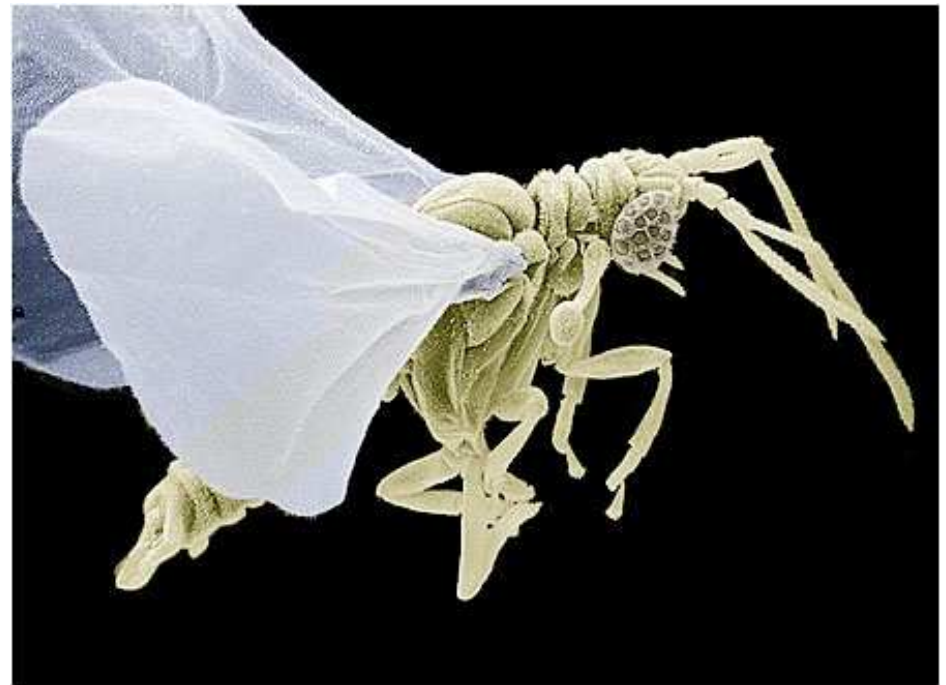
(After Hansen.)



Dermaptera: Hemimeridae, Arixenidae (hryzenky)

- poměrně vzácný případ u skupin se sekundárně redukovanými křídly

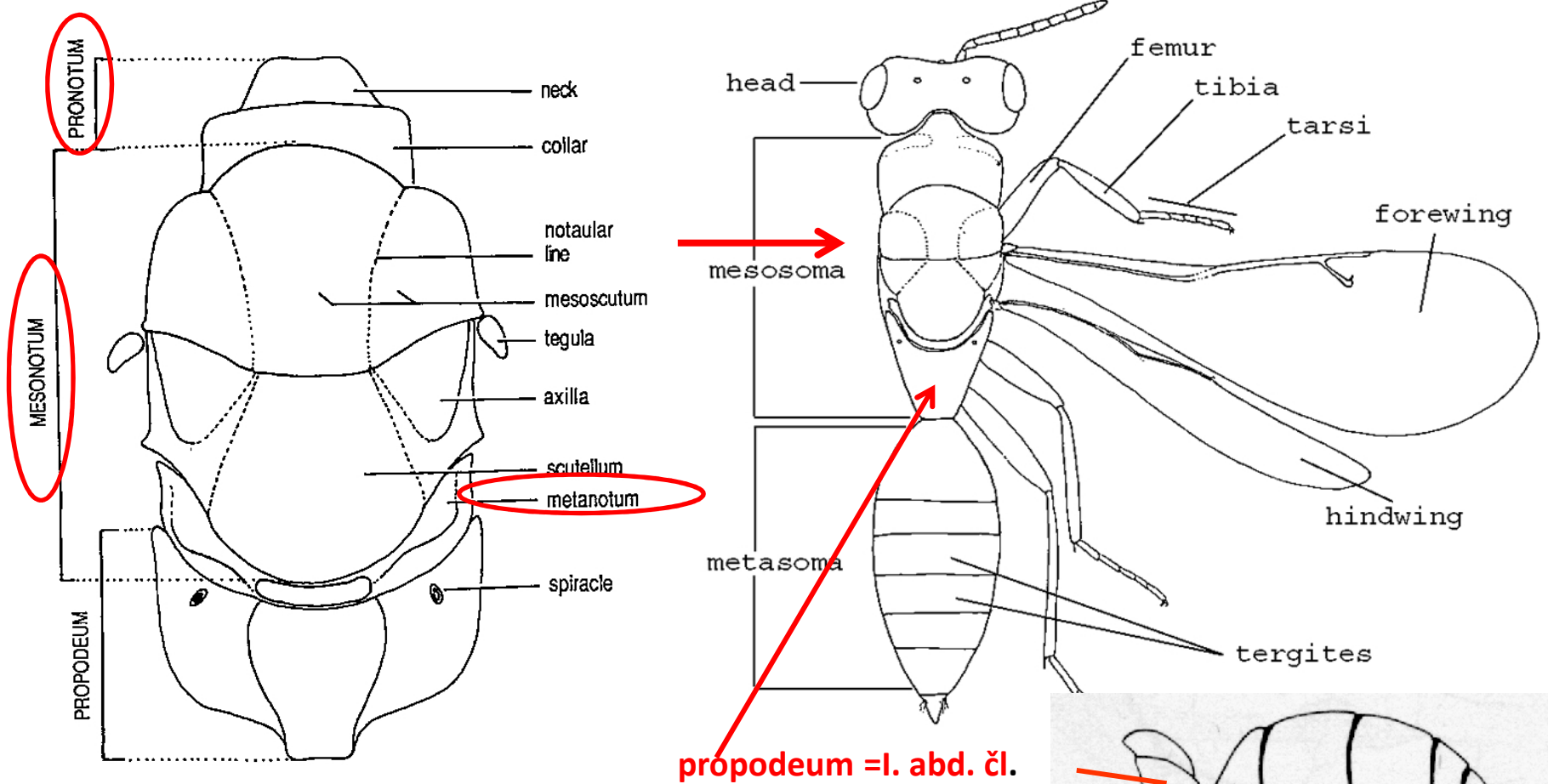
Redukce předohrudi a středohrudi



Strepsiptera (řasníci) - samci

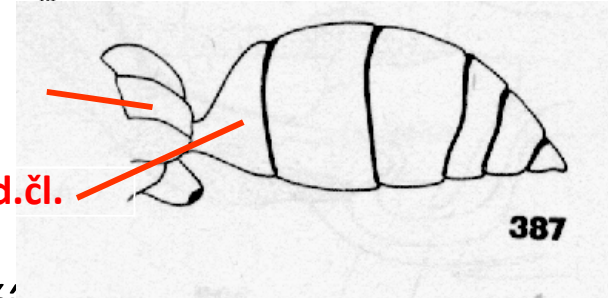
- hlavním lokomočním orgánem jsou zadní křídla, redukce předních křídel

Redukce předohrudi a zadohrudi



propodeum = I. abd. čl.

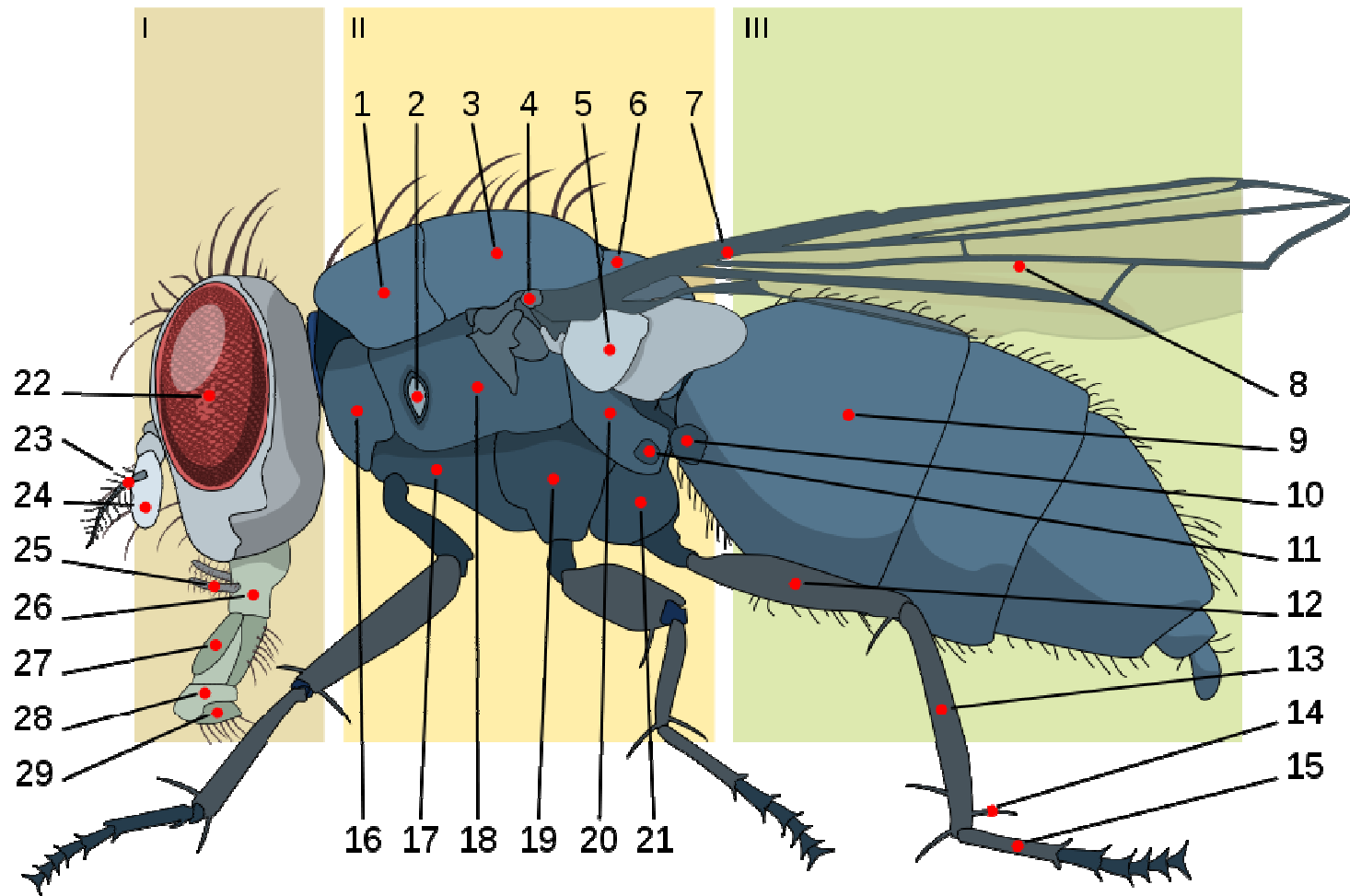
petiolus = II. abd. čl.



Hymenoptera (blanokřídlí)

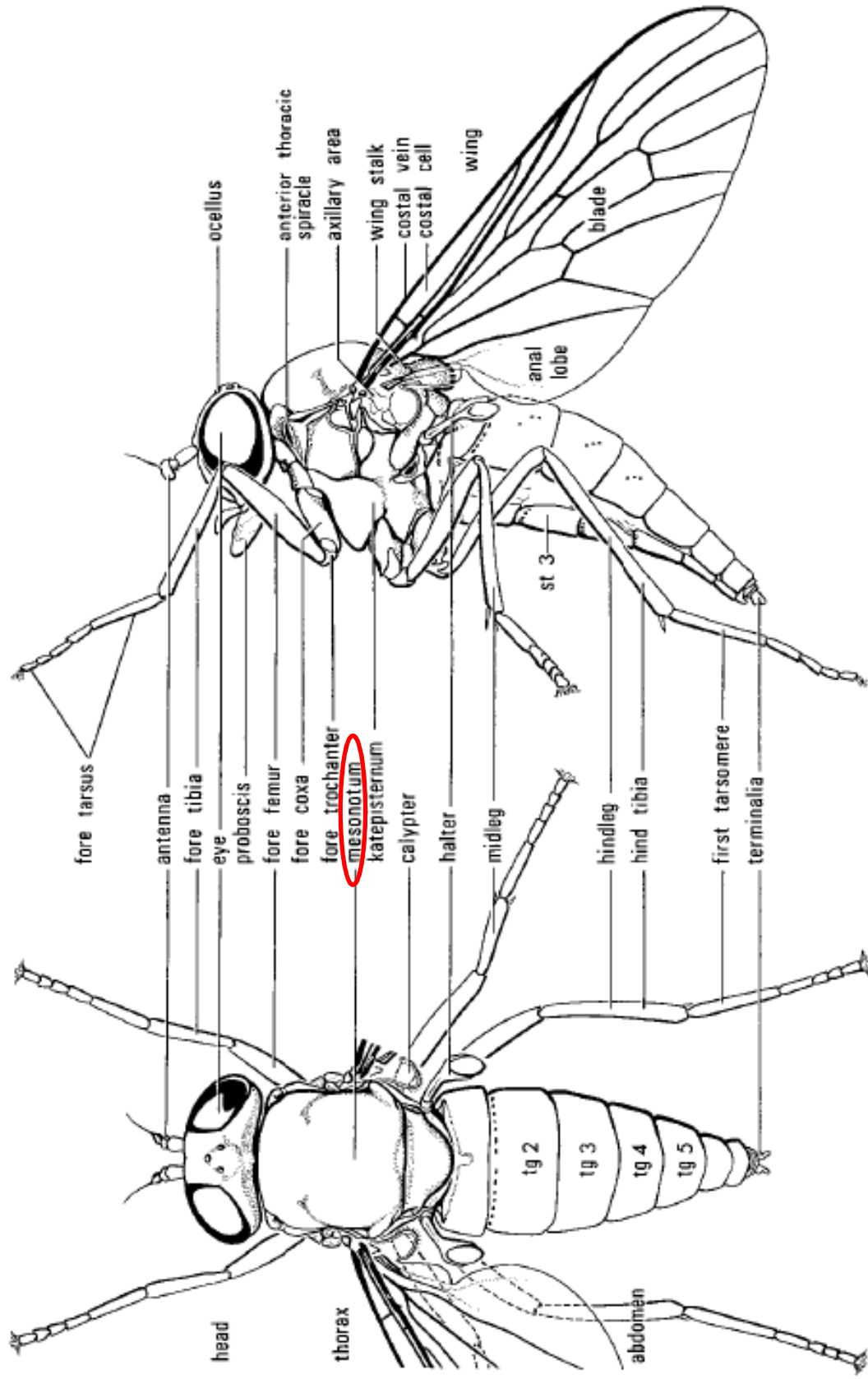
- hlavním lokomočním orgánem jsou přední křídla

Redukce předohrudi a zadohrudi



Diptera (dvoukřídlí)

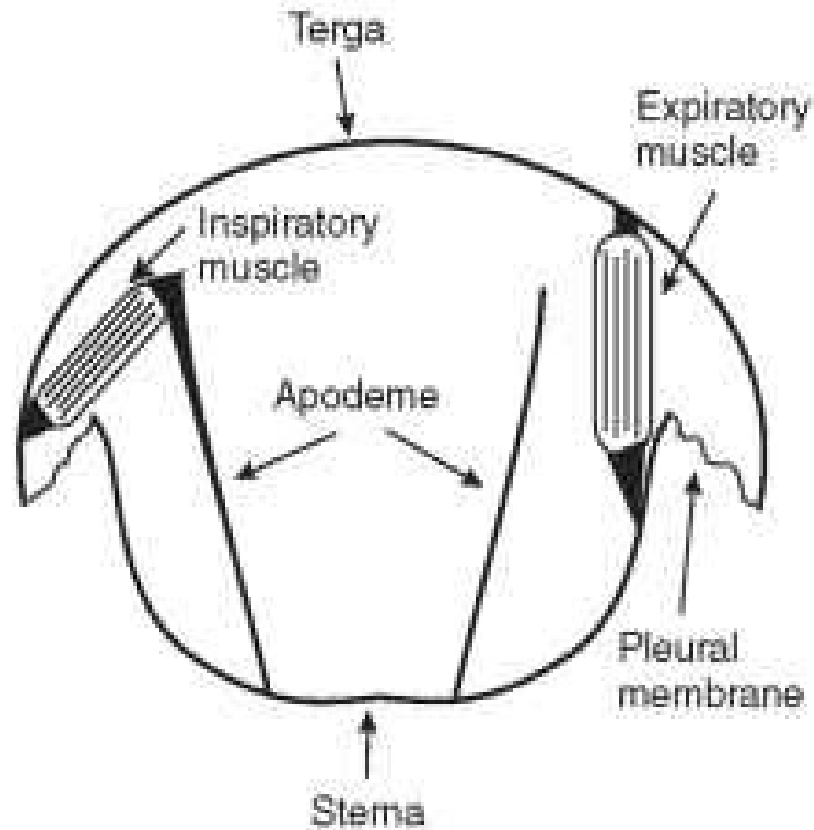
- hlavním lokomočním orgánem jsou přední křídla



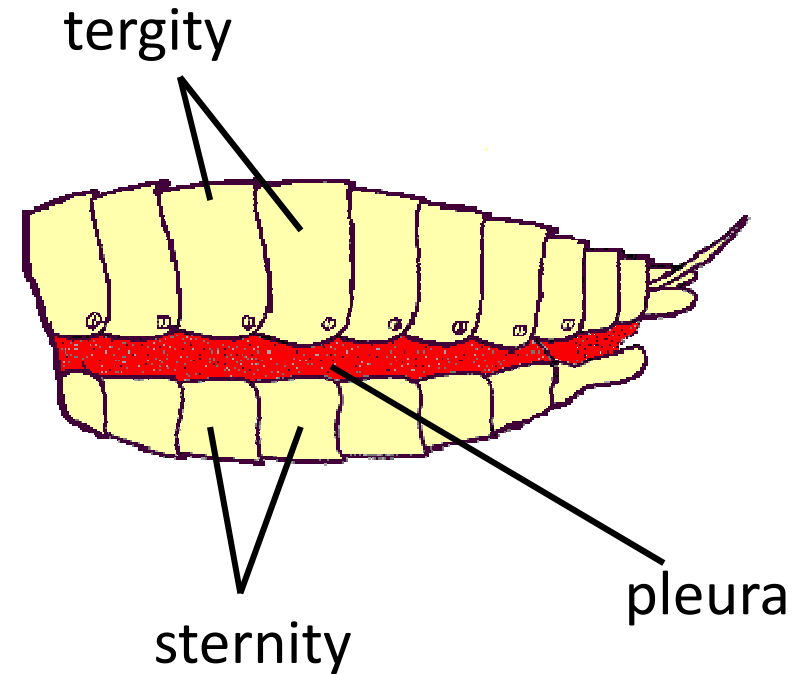
2 *Symphoromyia montana* ♀

3 *Symphoromyia montana* ♀

Sklerity

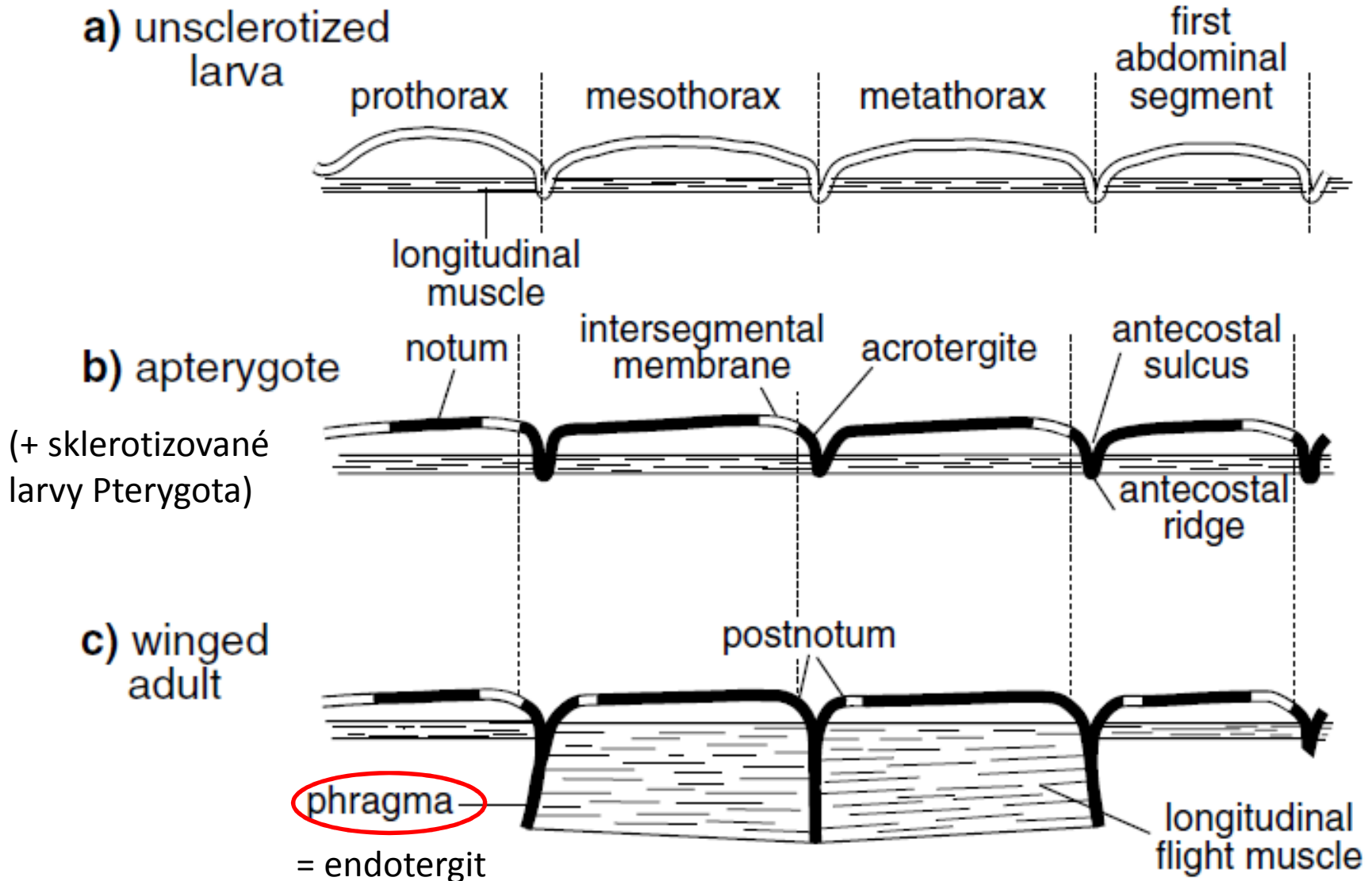


Zadeček



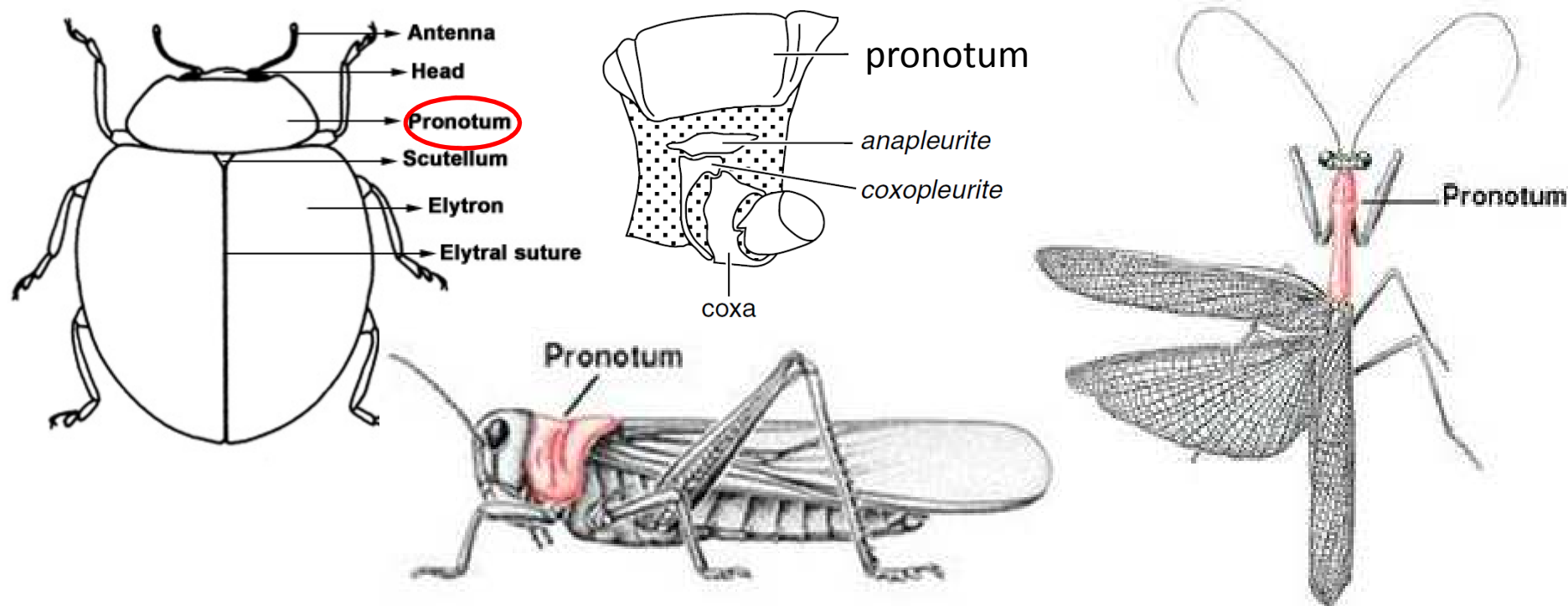
- dorsální sklerity na hrudi = ***nota*** (j.č. ***notum***)
- ventrální sklerity na hrudi = ***sterna*** (j.č. ***sternum***)

Segmentace hrudi a odvození postnota a přepážek u Pterygota



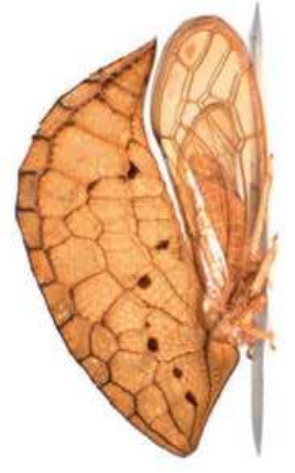
Dorzální část předohrudi (*pronotum*)

- 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'



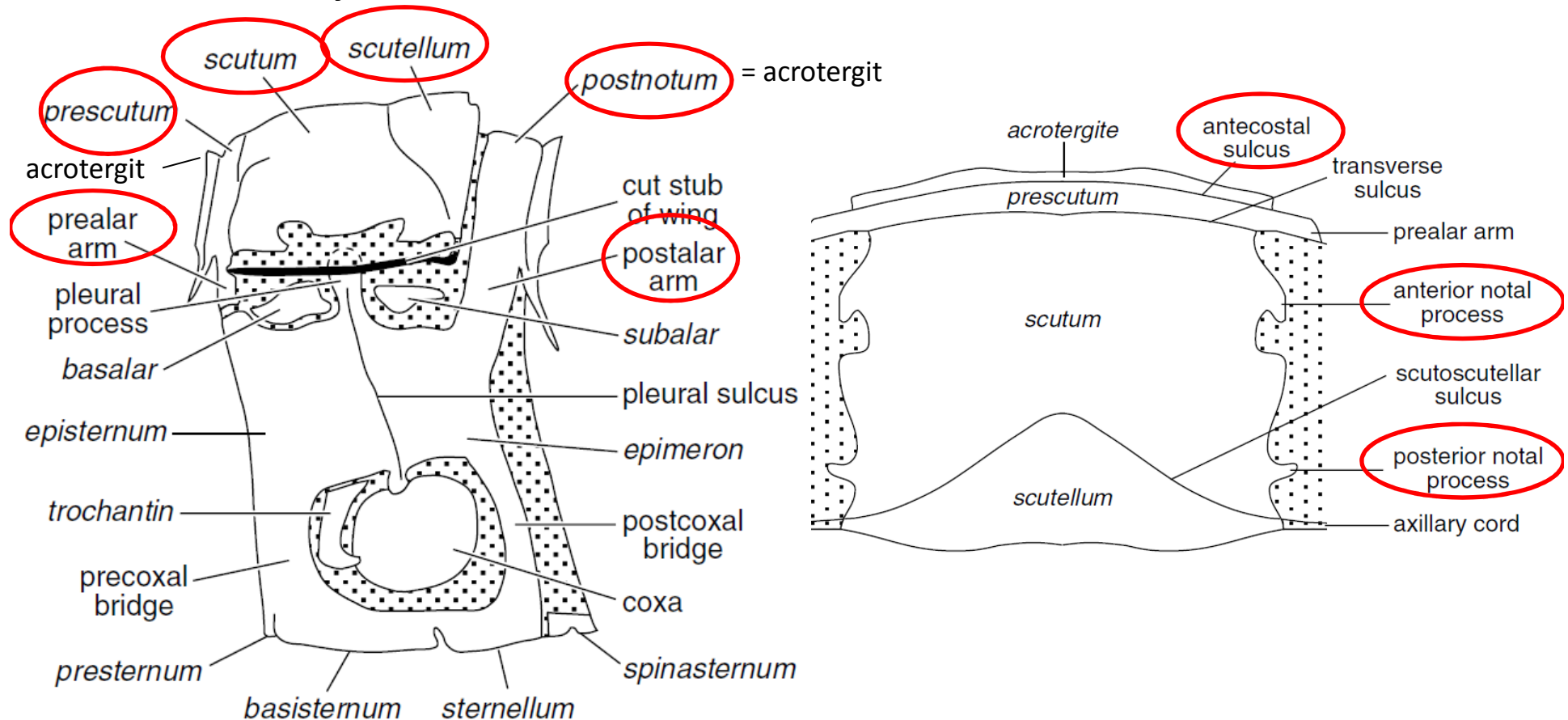
Hypertelie pronota u ostnohřbetek (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Membracidae)





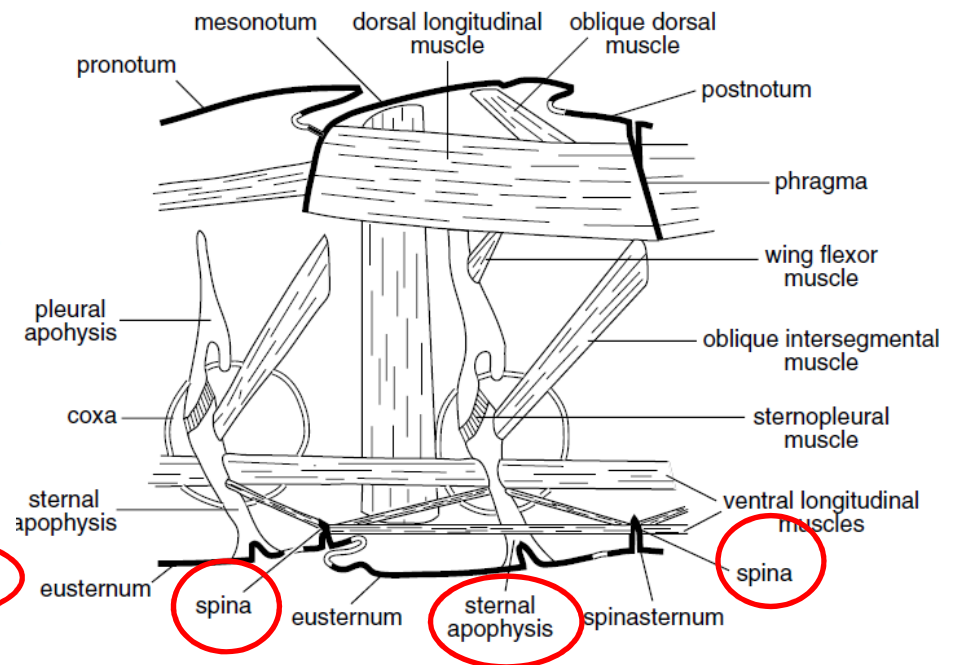
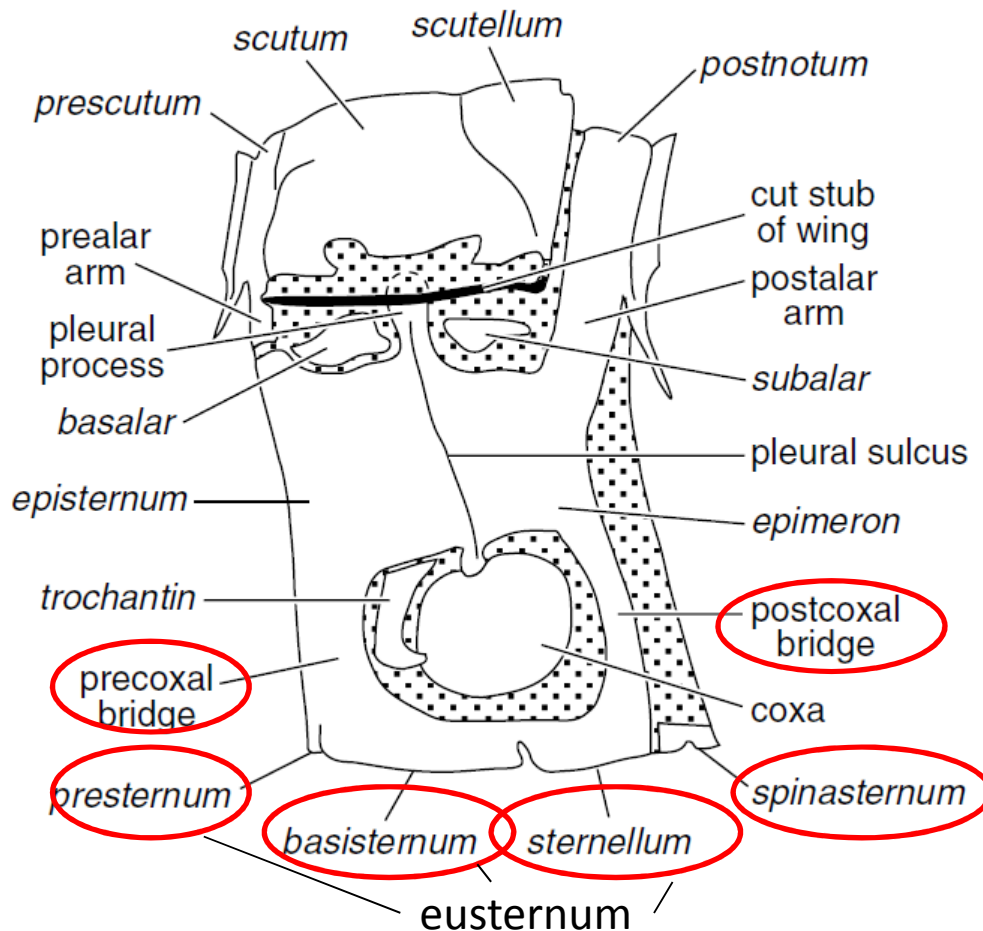
Notum na okřídleném segmentu: *mesonotum*, *metanotum*

- 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* postalárním výběžkem
- *scutum* - laterálně anteriorní a posteriorní křídelní výběžky (*proxalaria*) **kloubně spojené s bazálními sklerity křídla**



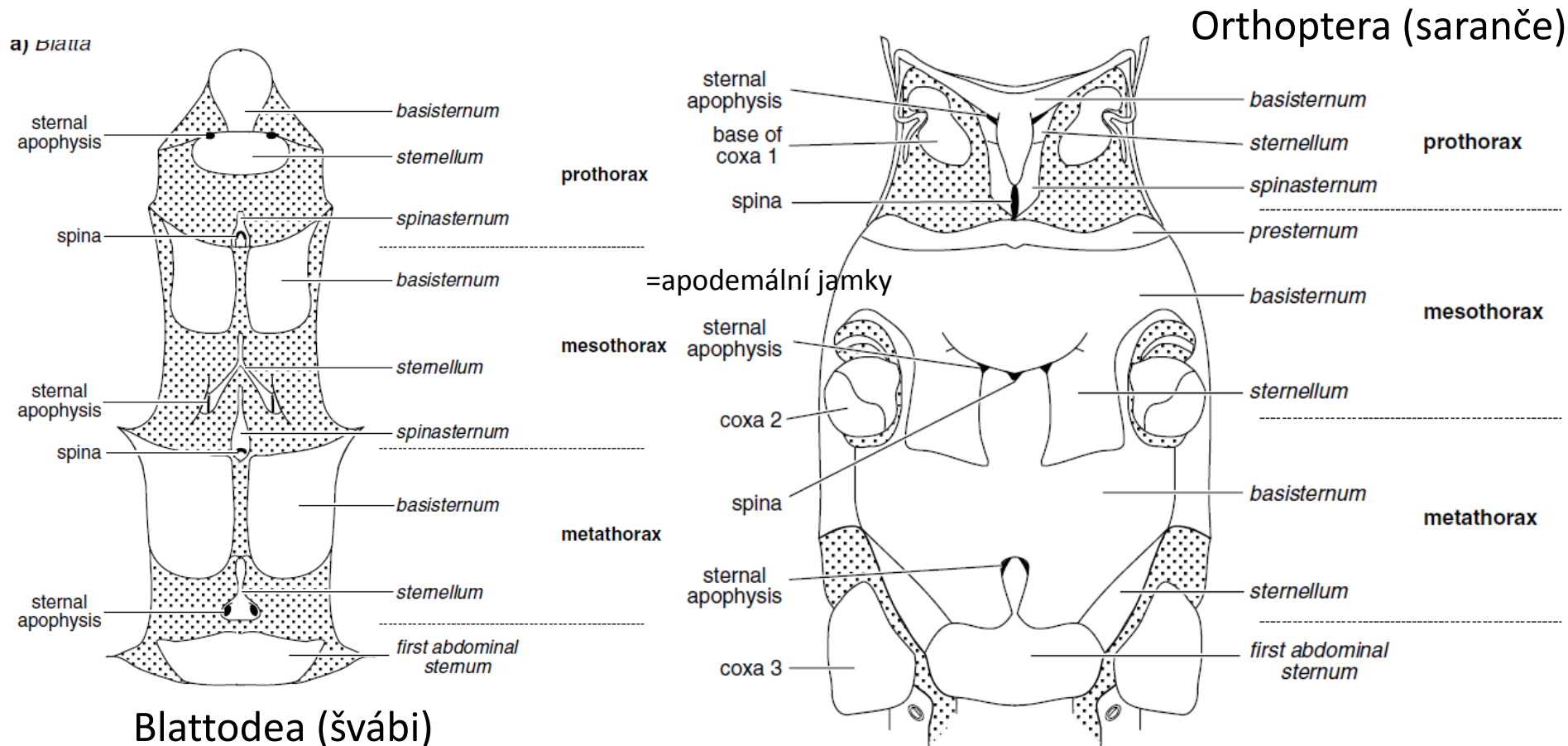
Sternum na okřídleném segmentu: *mesosternum*, *metasternum*

- 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*)



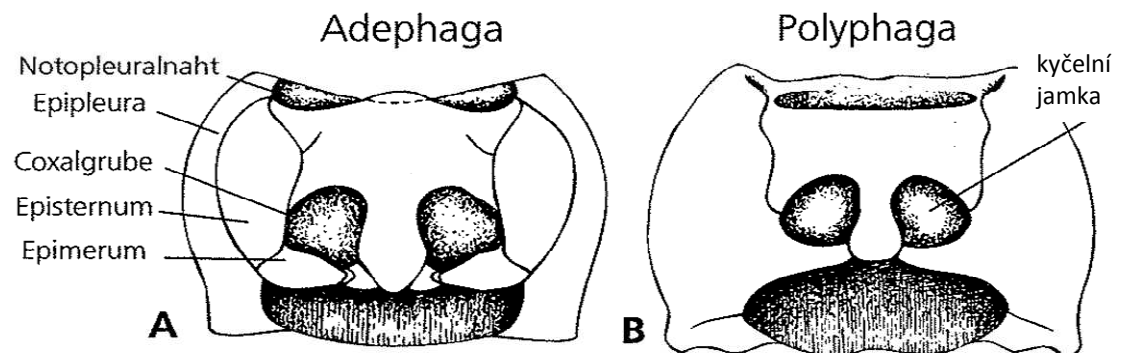
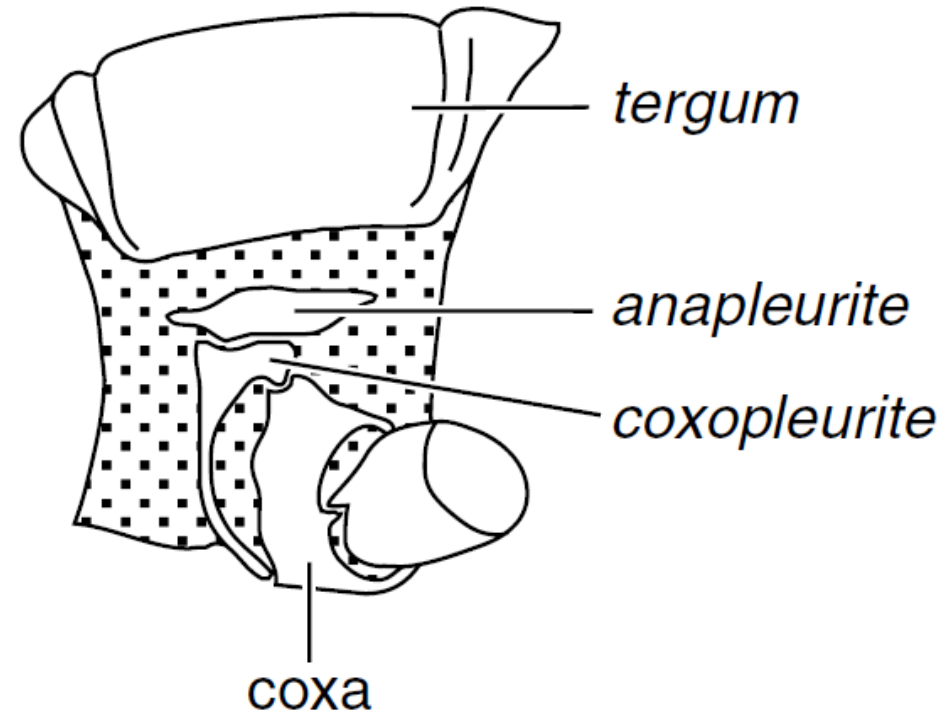
Sternum na okřídleném segmentu: *mesosternum*, *metasternum*

- 4 stupně fúze ventrálních skleritů – od jednotlivých volných 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**

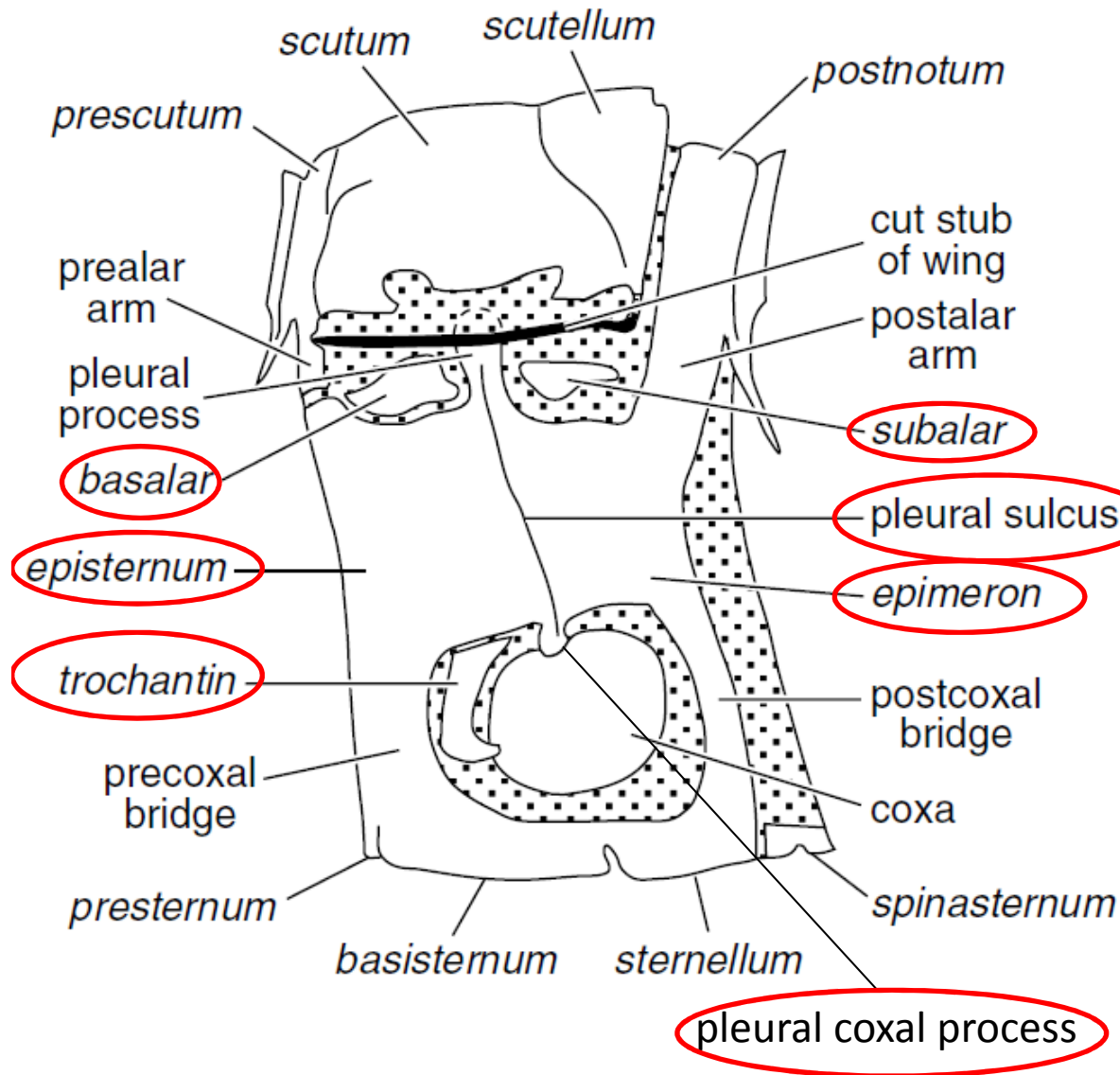


Pleuron na neokřídleném segmentu

- 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*)



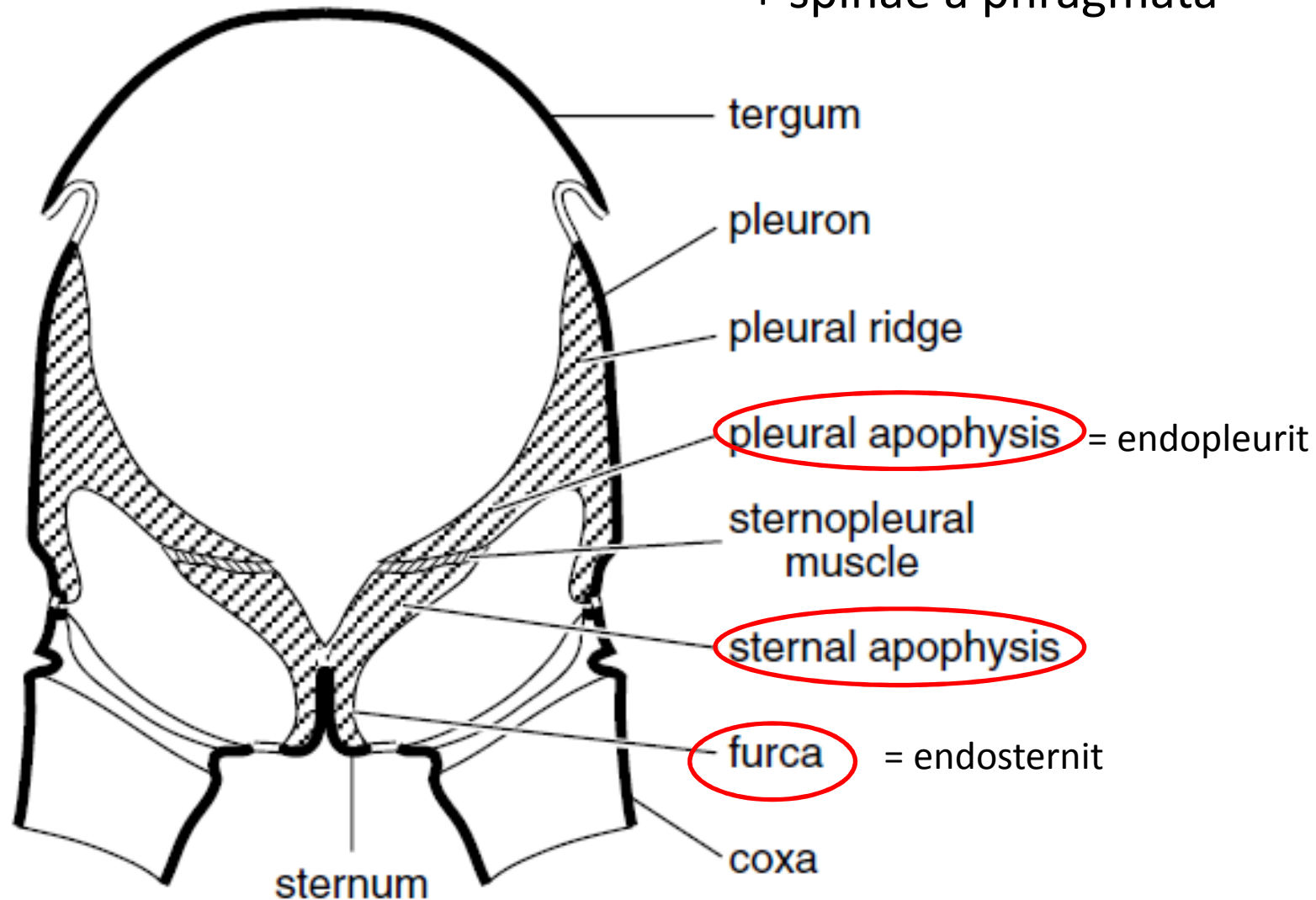
Pleuron na okřídleném segmentu



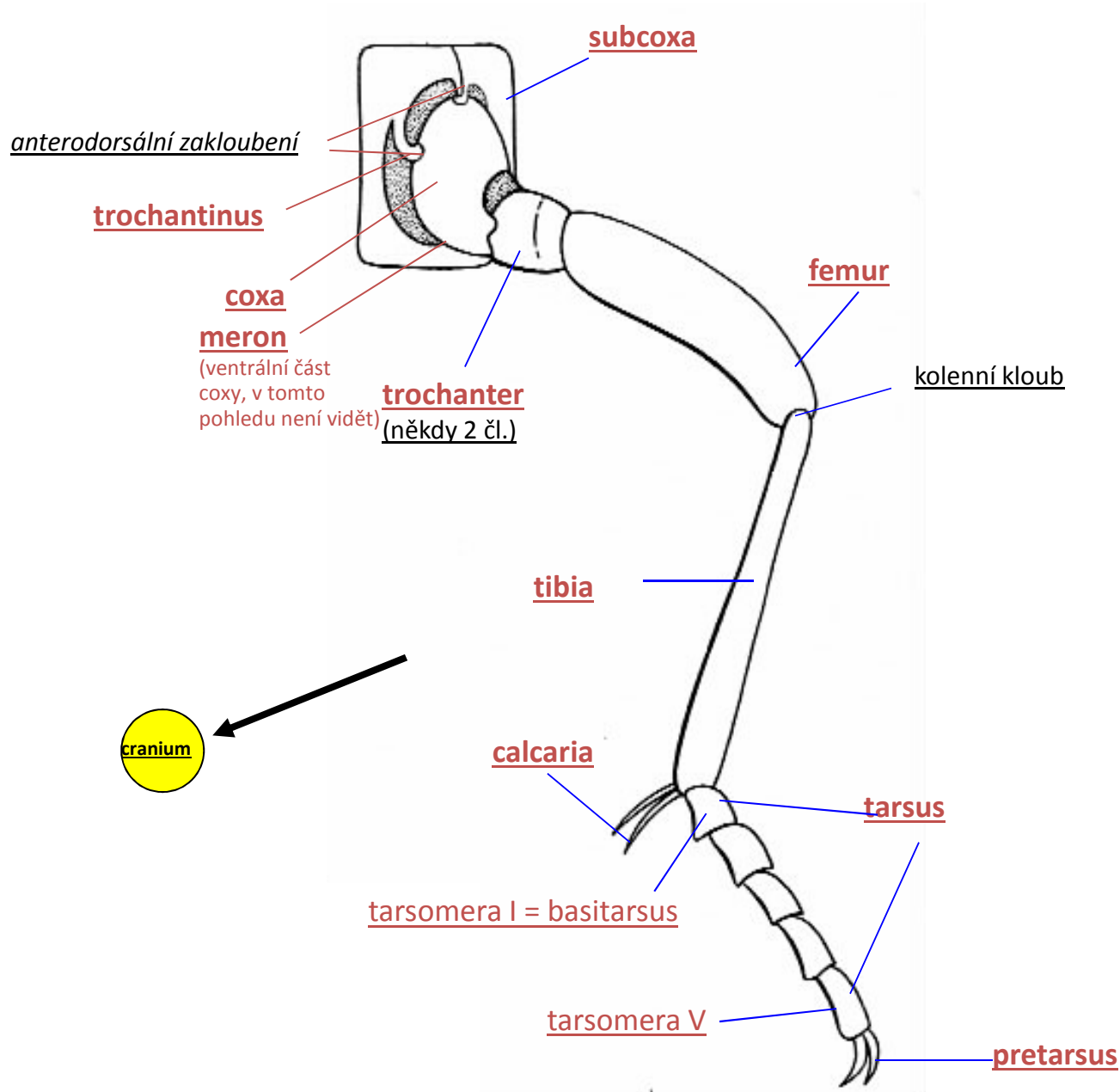
- sklerity splývají do souvislého pevného plátu, rozděleného pleurální rýhou na přední *episternum* a zadní *epimeron*
- epipleurity: malé sklerity pod křídlem, přední basalare a zadní subalare – místa úponu přímých křídelních svalů
- zakloubení nohy: pleurální kyčelní výběžek na posteroventrálním konci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

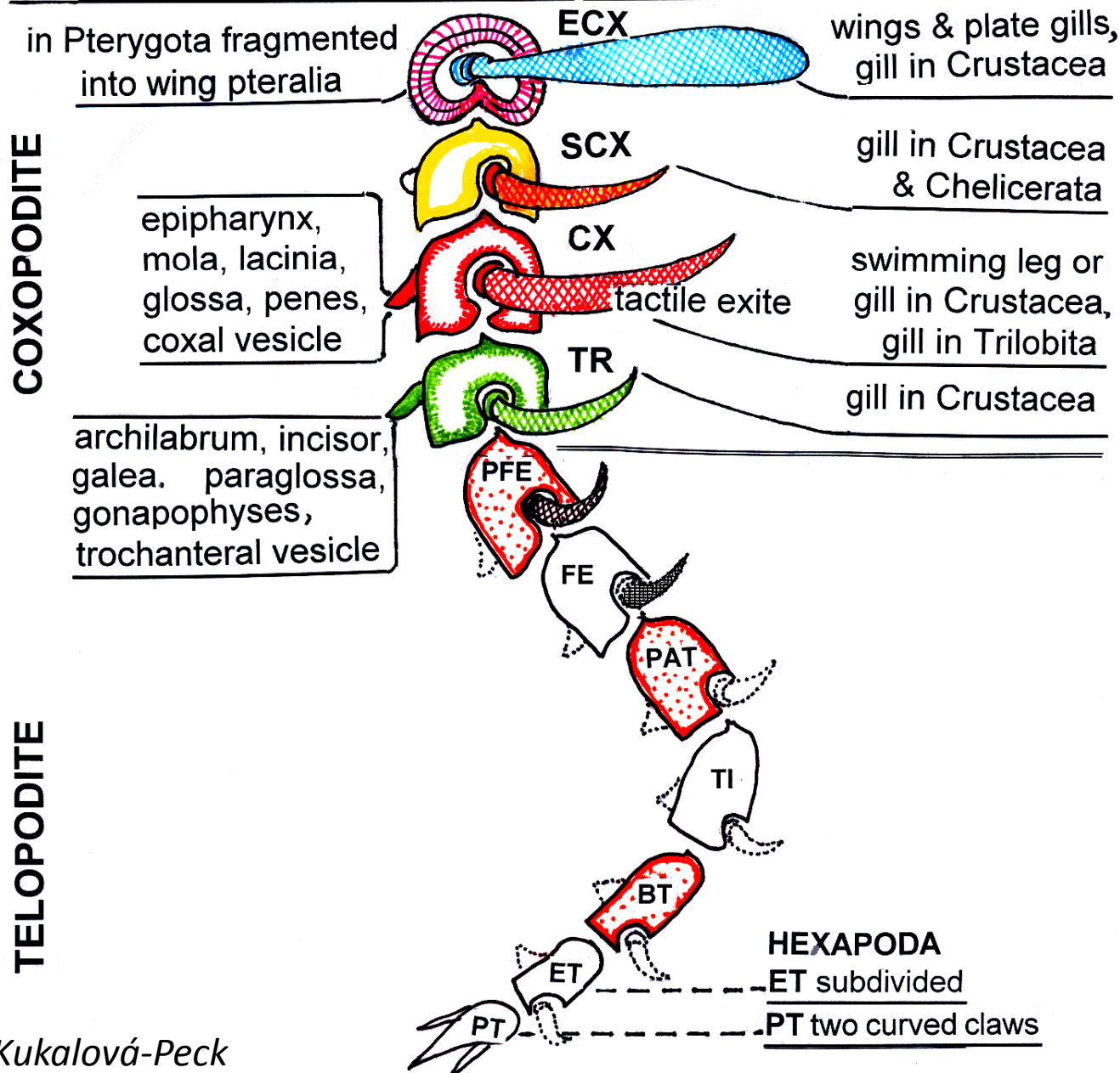
Arthropod leg: archipleuron, 10 tubular segments, exites, endites

ENDITES

eating, love, vesicles

EXITES

swimming, breathing

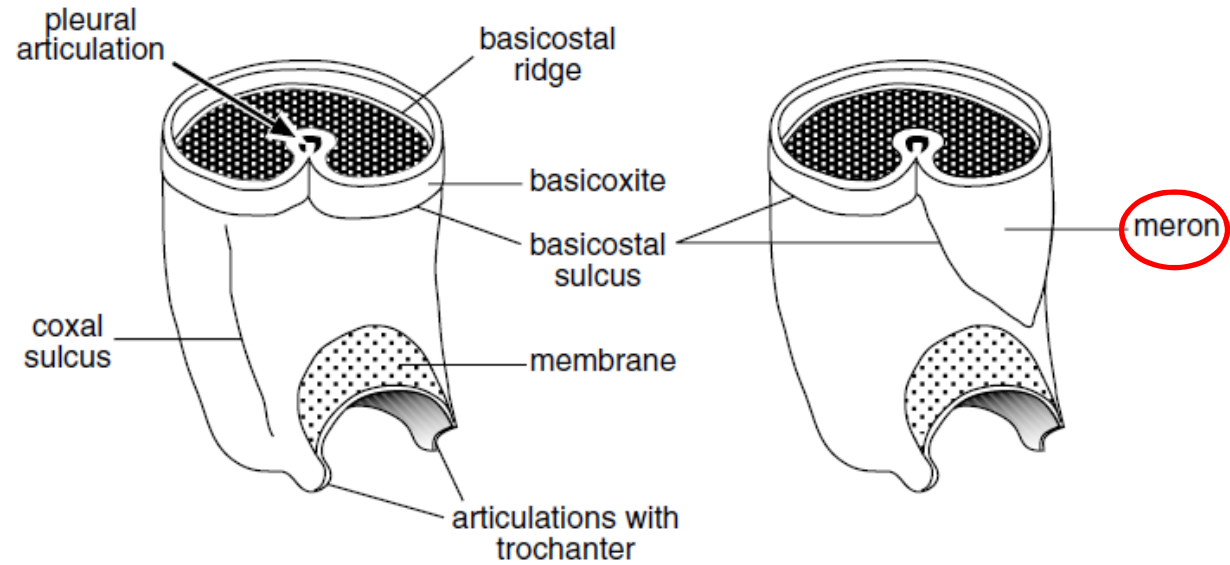


- základní stavební plán (mnohovětvěné) nohy členovců má více článků, které u hmyzu splynuly: prefemur, patella, basitarsus

rudimenty u fosilních zástupců, Ephemeroptera, Odonata

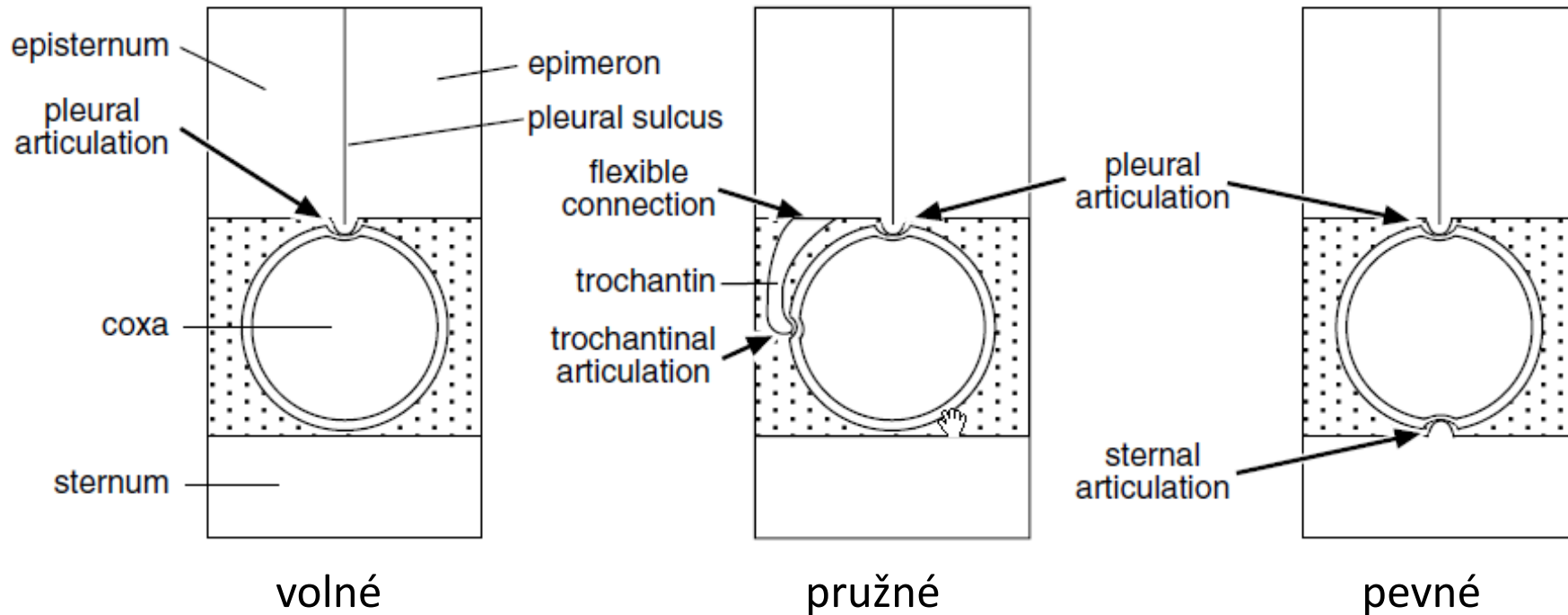
Kloubní spojení nohy s hrudí

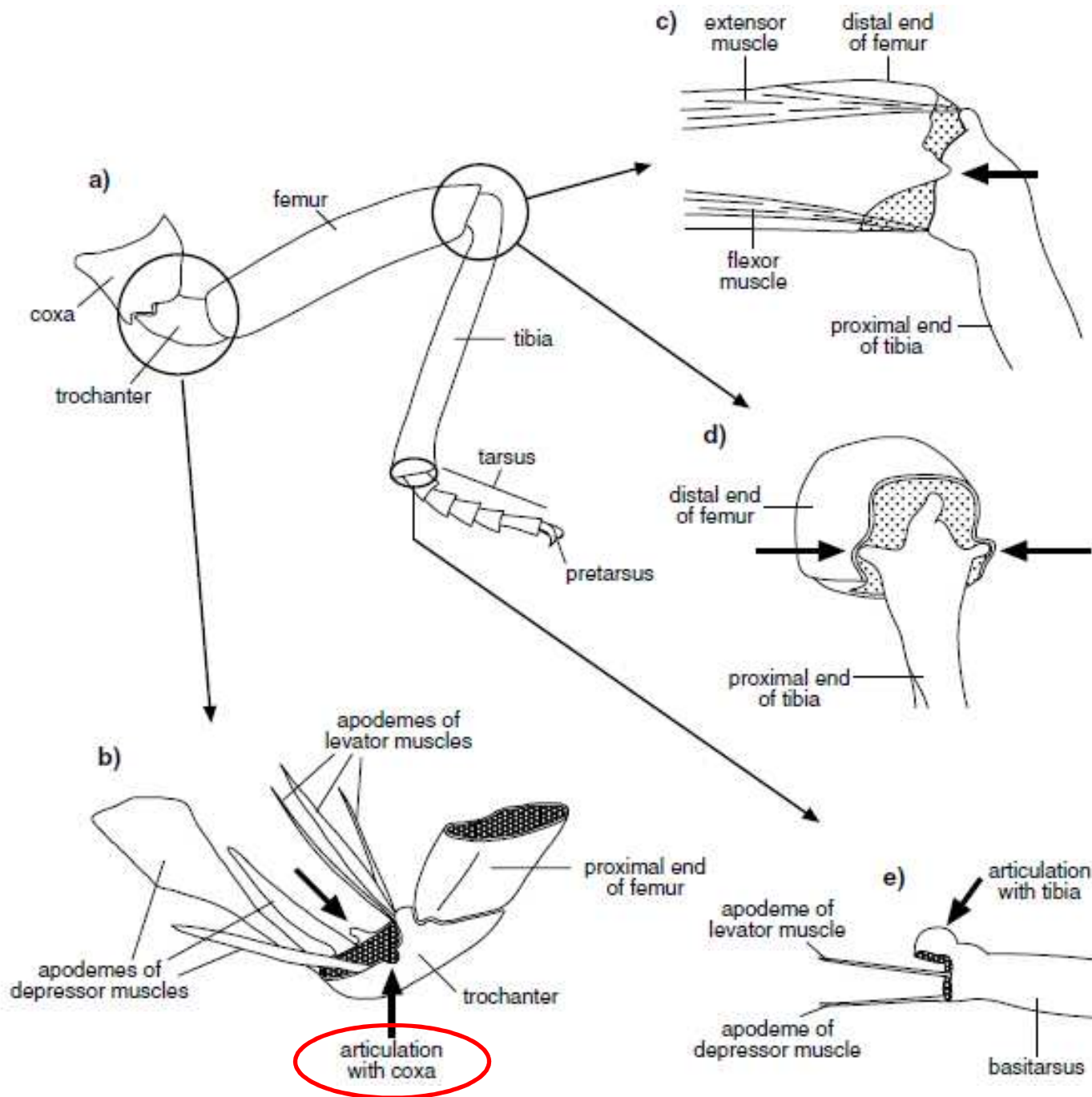
kyčel (coxa)



a)

← anterior





- dikondylní spojení kyčle a trochanteru

- pevné spojení trochanteru a femuru

- dikondylní spojení femuru a tibie

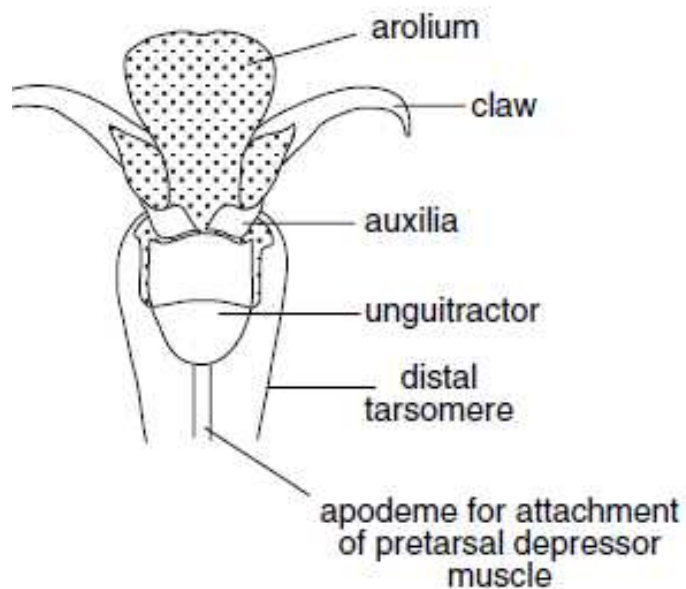
- monokondylní spojení bazální tarsomery s tibií

- absence svalů v tarsálních článcích

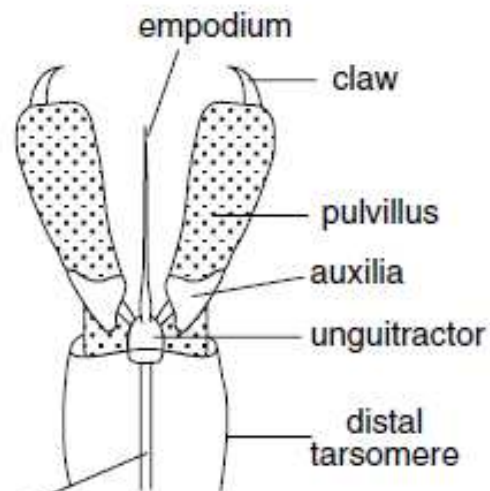
Pretarsus a příchytčné struktury

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

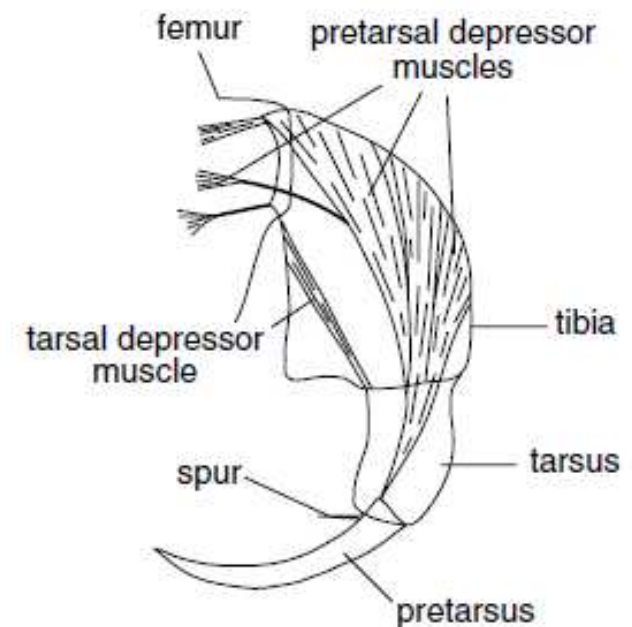
a) *Periplaneta*



b) *Diptera*

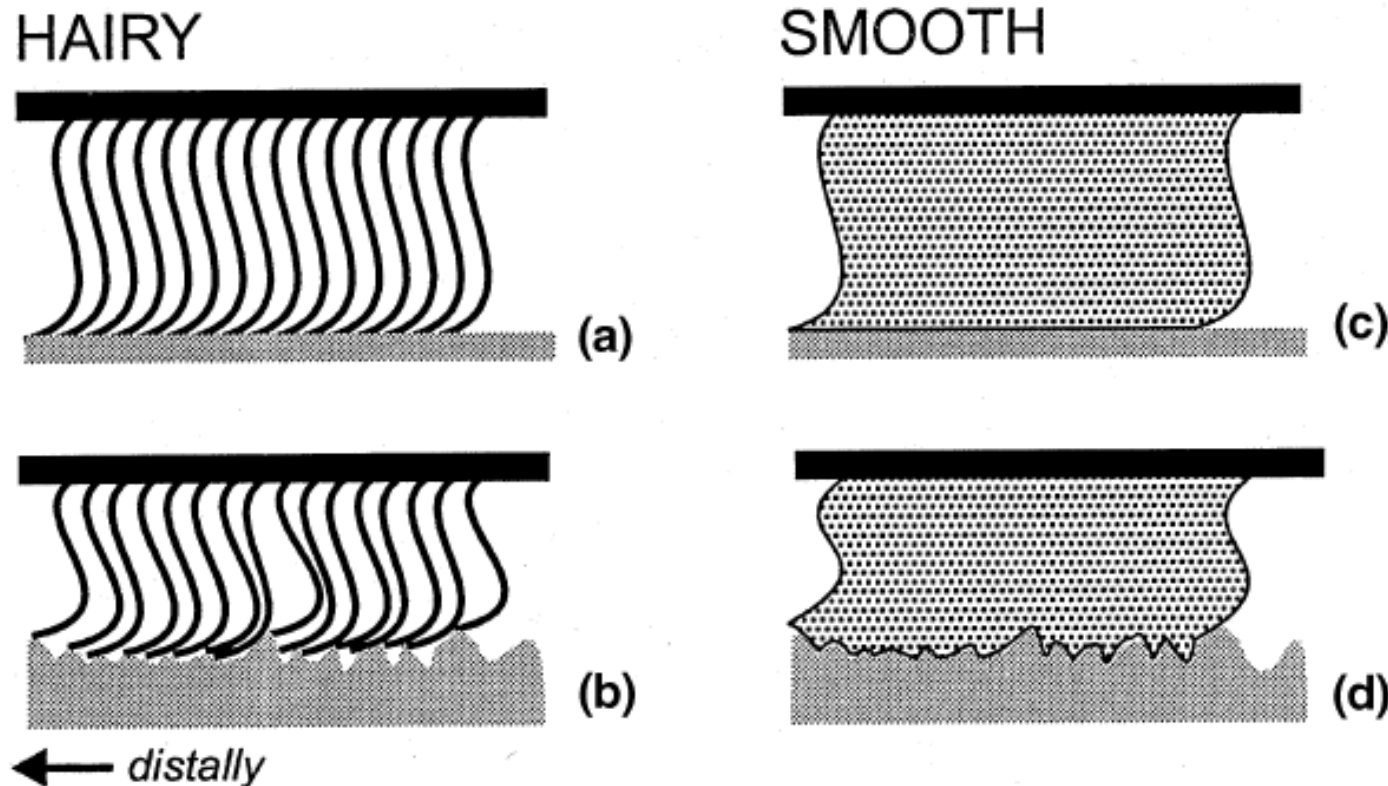


c) *Triaenodes*



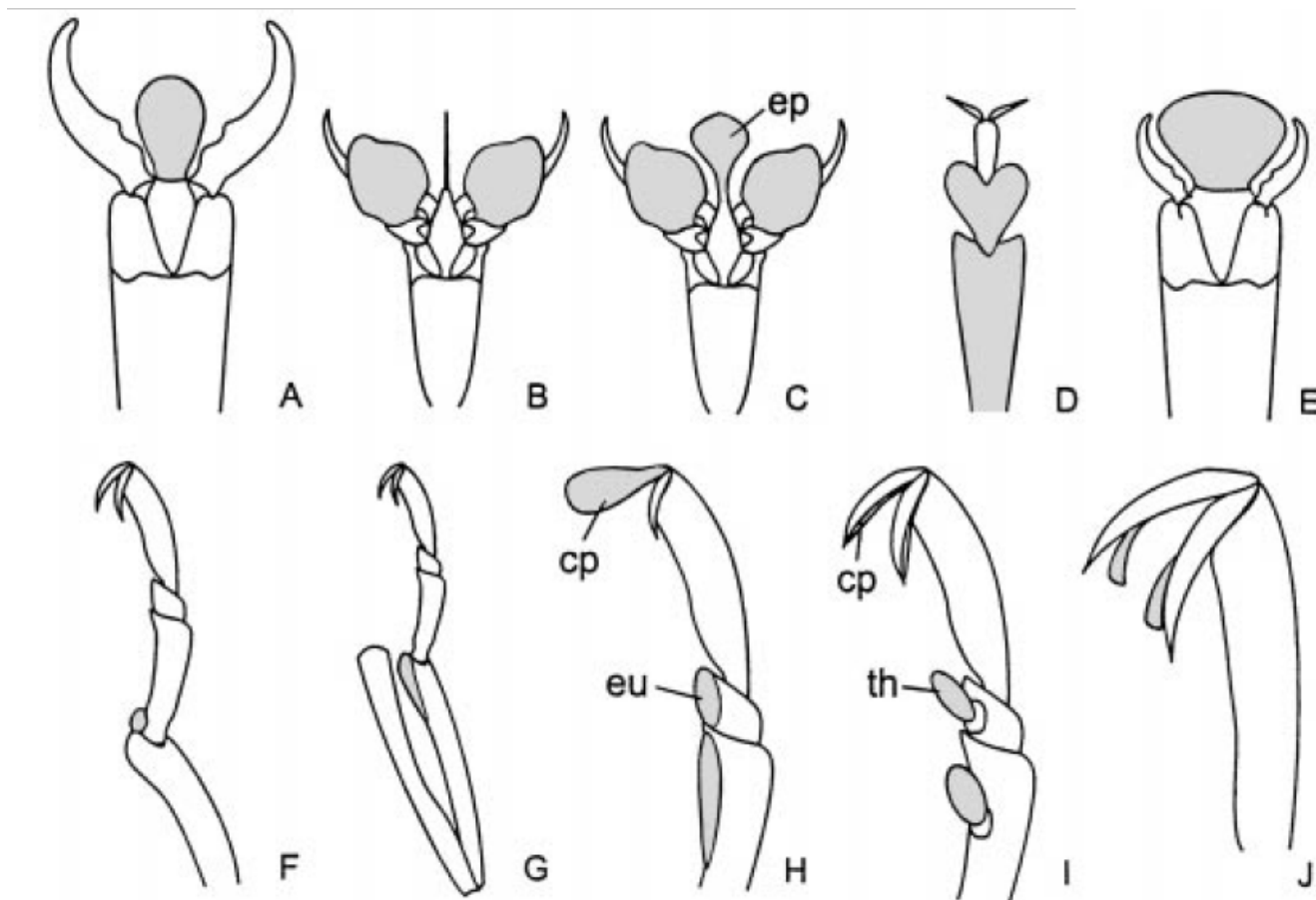
Přichytné struktury

- 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

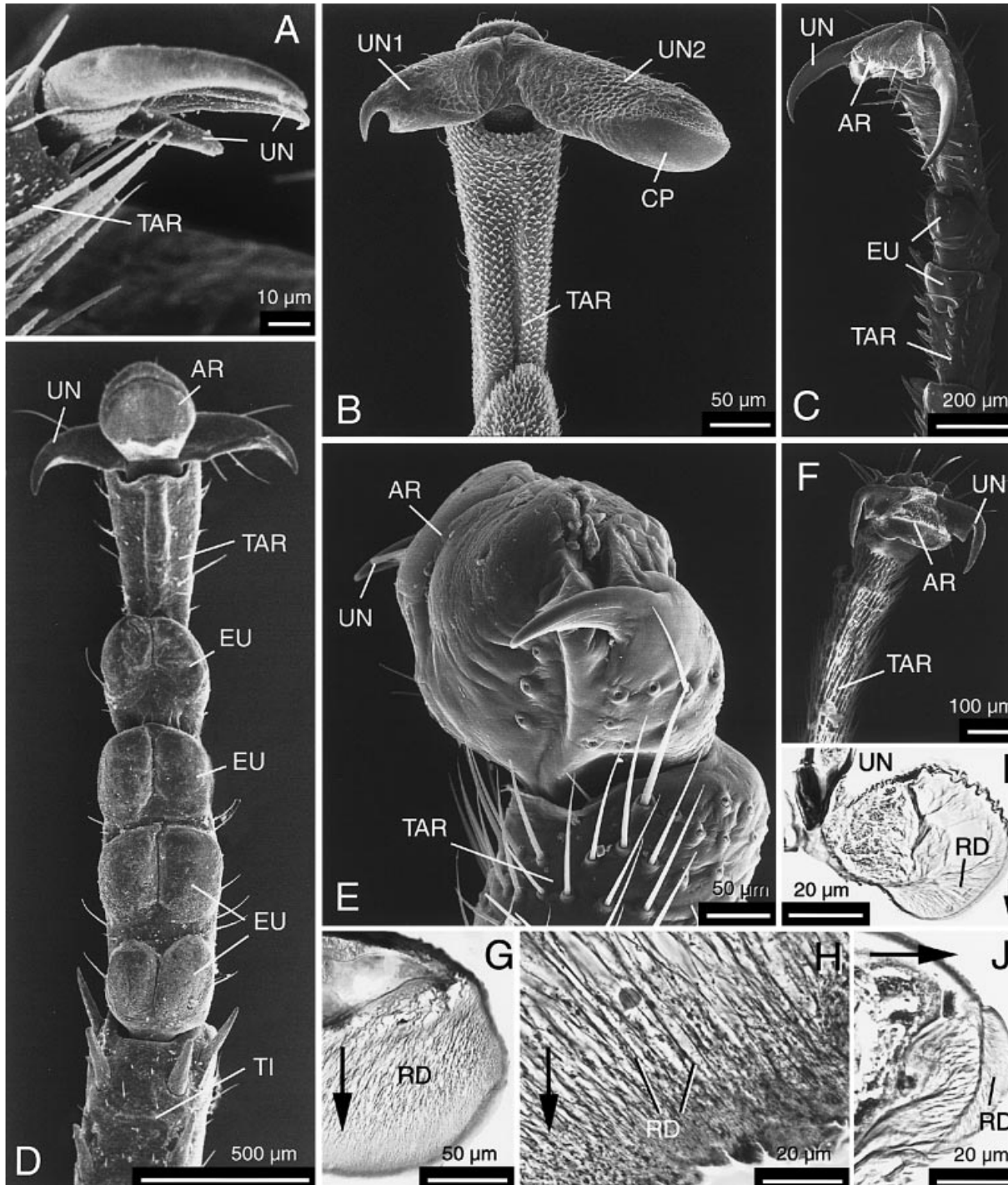
B jepice

C šváb

D saranče

E kříš (pěnodějka)

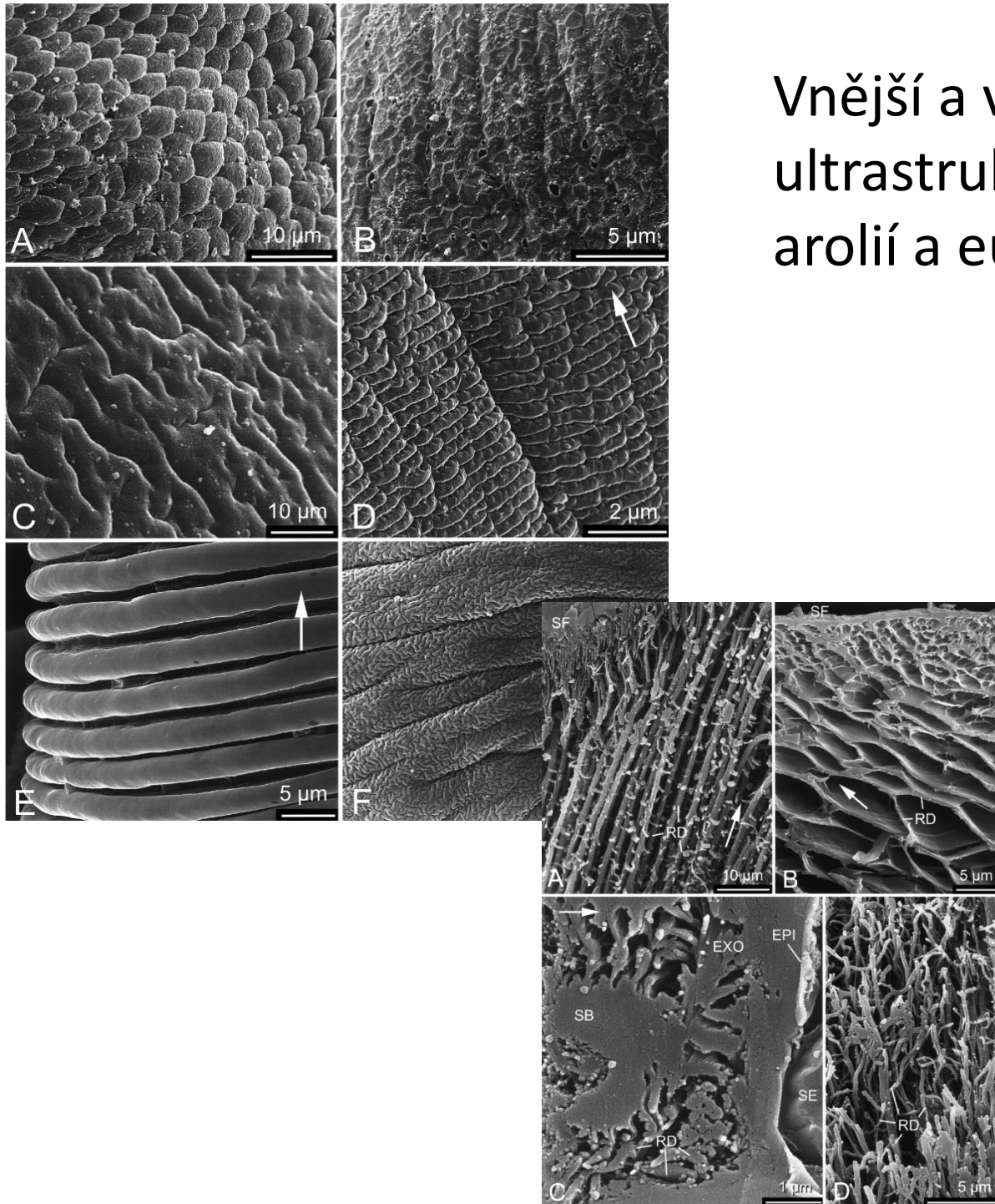
F zlatoočka



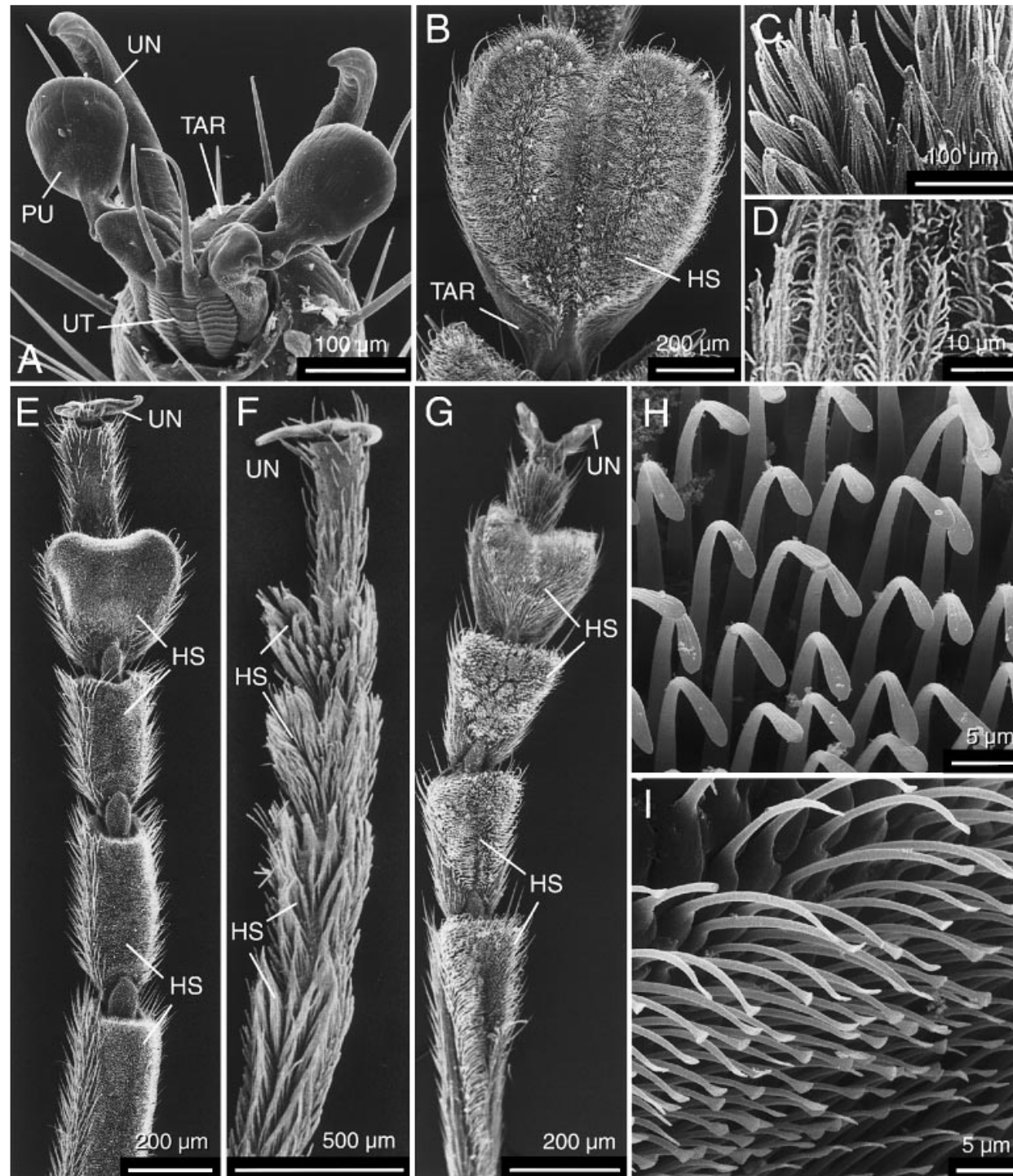
*Beutel &
Gorb 2001*

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*

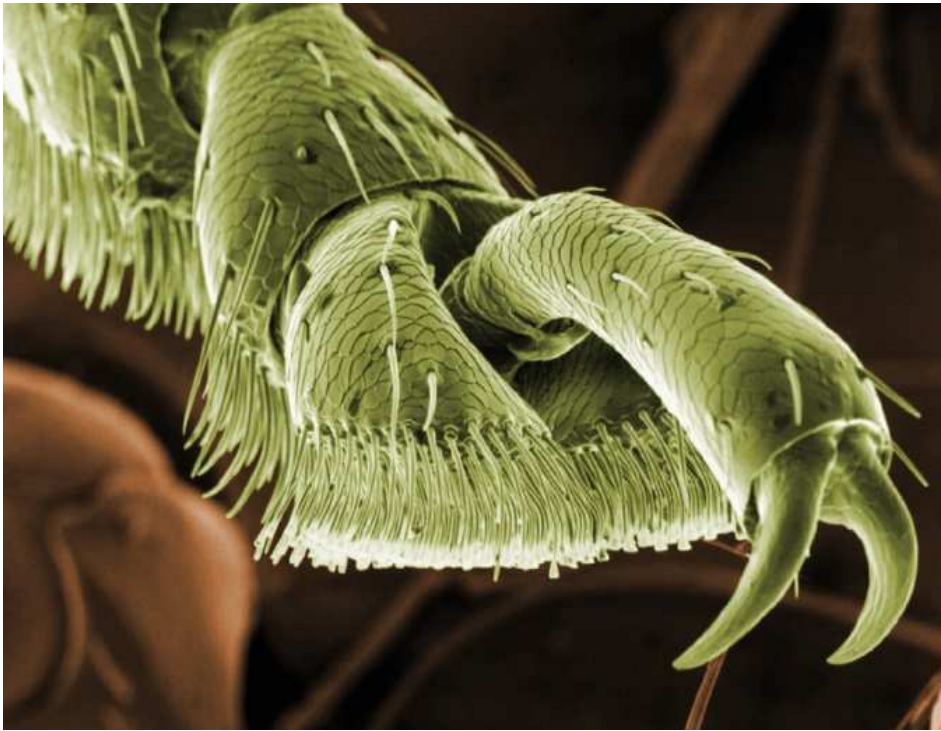


Ochlupené struktury: (microtrichie, acanthae)

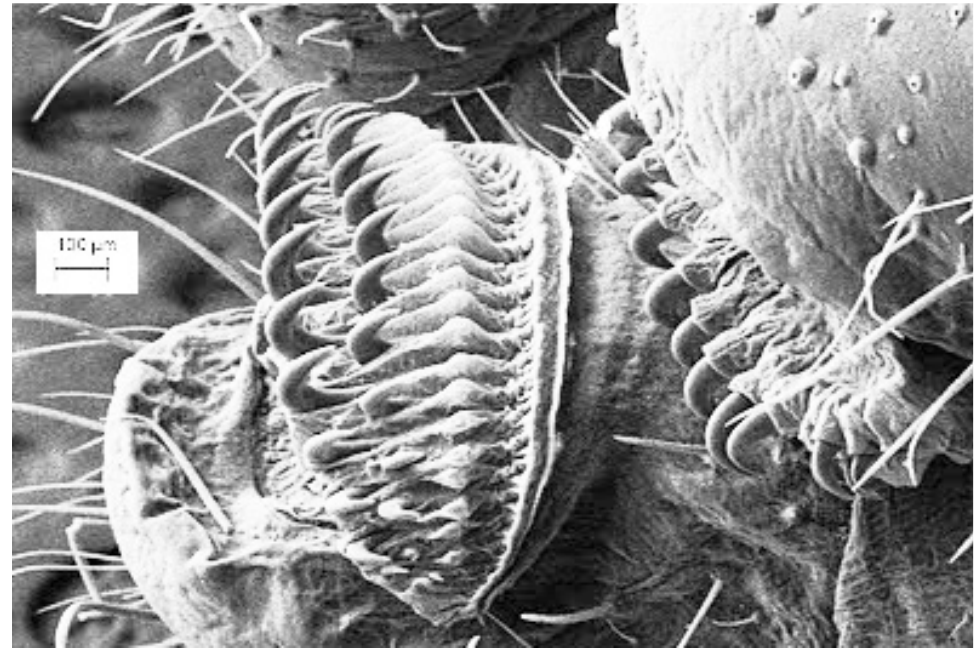
A plošnice (vroubenka)
B-D, F-G brouci
E, I střechatka

molekulární adheze
mezi velmi ohebnými
setami a povrchem

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



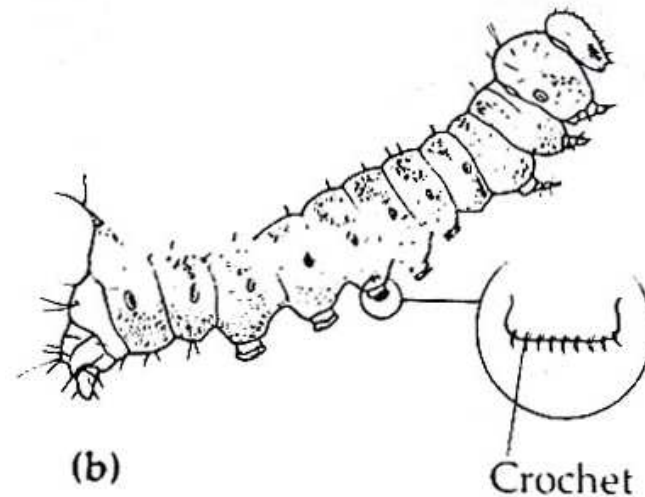
Coleoptera: Chrysomelidae (mandelinky)

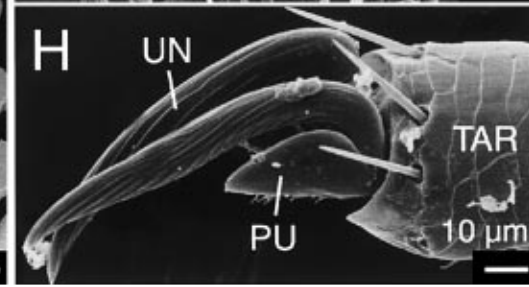
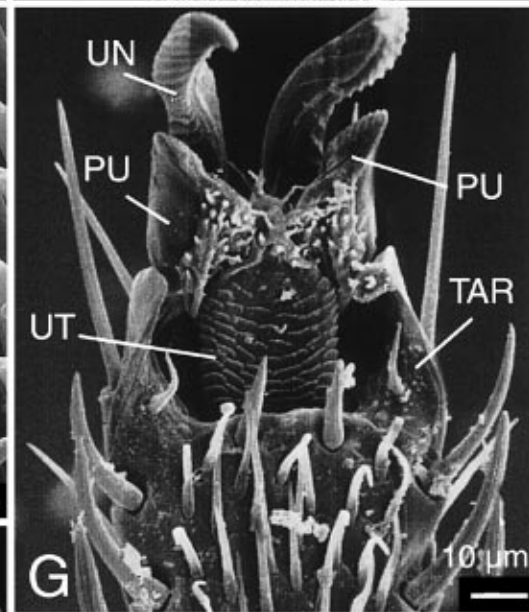
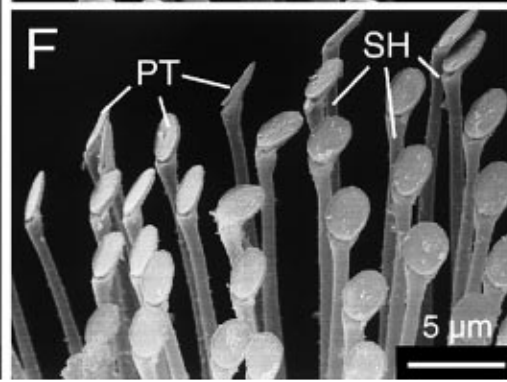
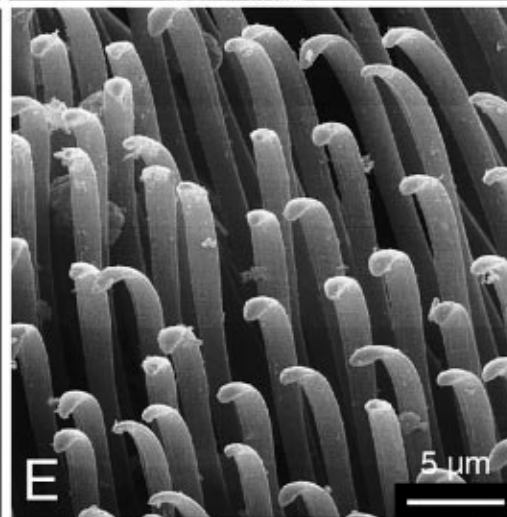
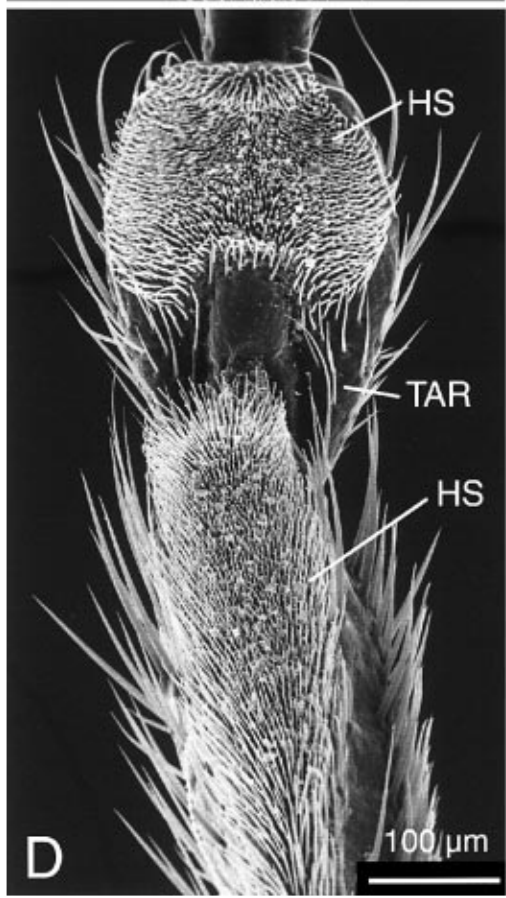
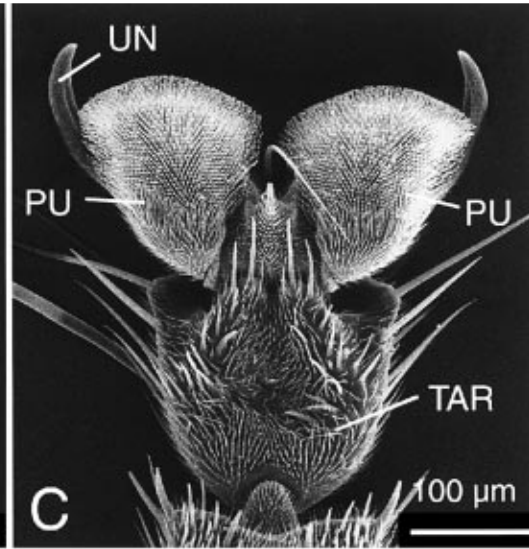
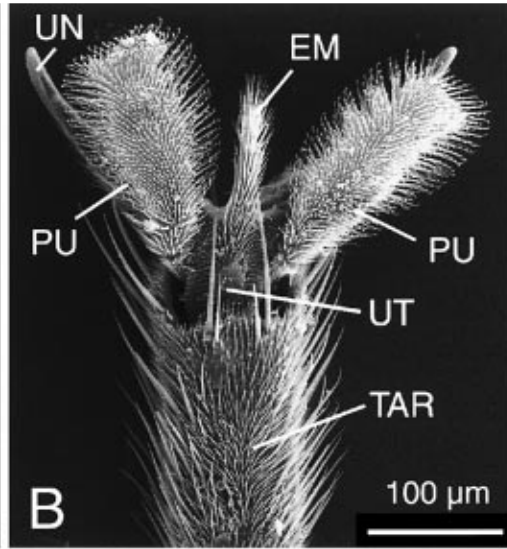
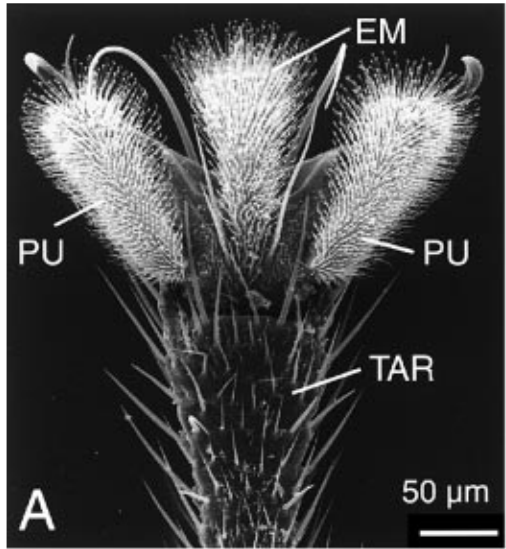


Lepidoptera (zadečkové panožky housenek)
– **plantární laloky**



- často adaptace k životu na rostlinách





**Empodium
a pulvilli**

A-C, F
Diptera

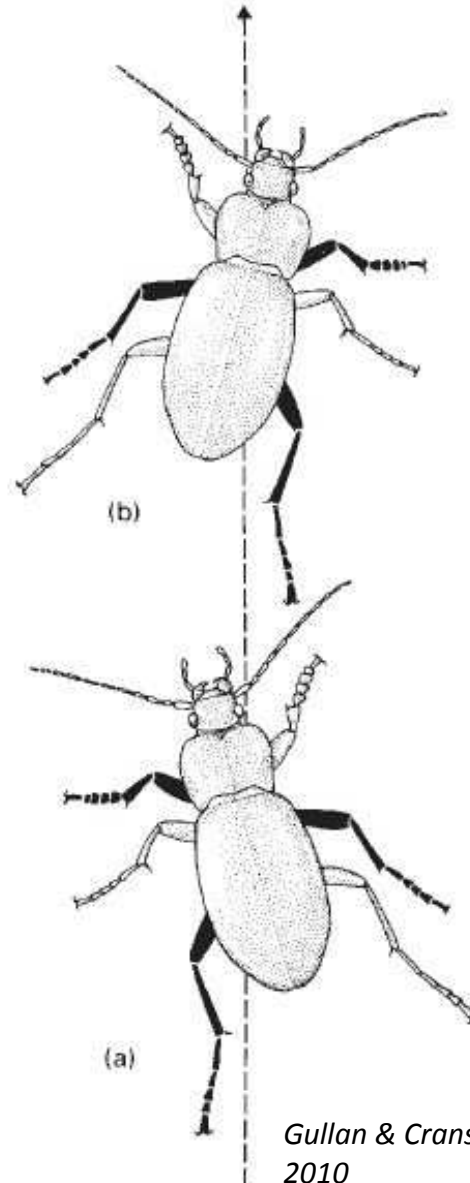
D-E škvor

G, H
blecha

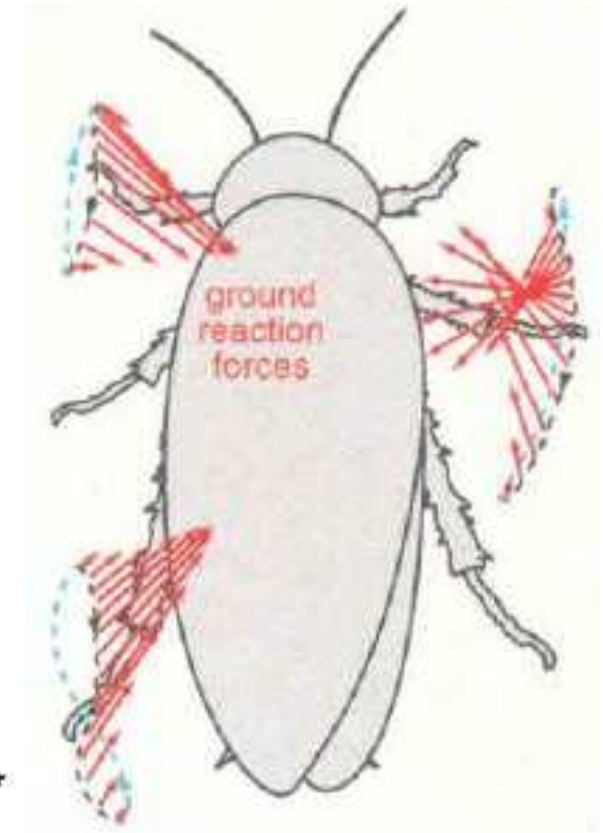
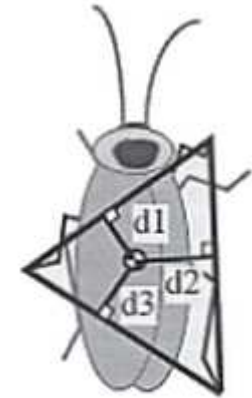
*Beutel &
Gorb 2001*

Funkce nohou: pohyb po substrátu

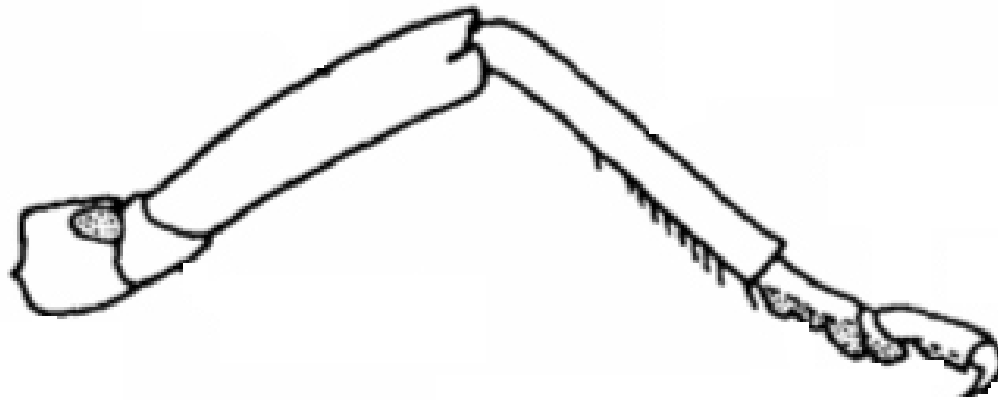
- oproti korýšům a stonožkovcům menší počet nohou umístěných ventrálněji a blíže k sobě
- důsledky:
 - koncentrace lokomočních svalů v hrudi, lepší ovládání pohybu a energetická účinnost
 - v kontaktu se zemí jsou při pohybu (běhu) u většiny hmyzu tři nohy – lepší stabilita (těžiště ve středu)
 - někdy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

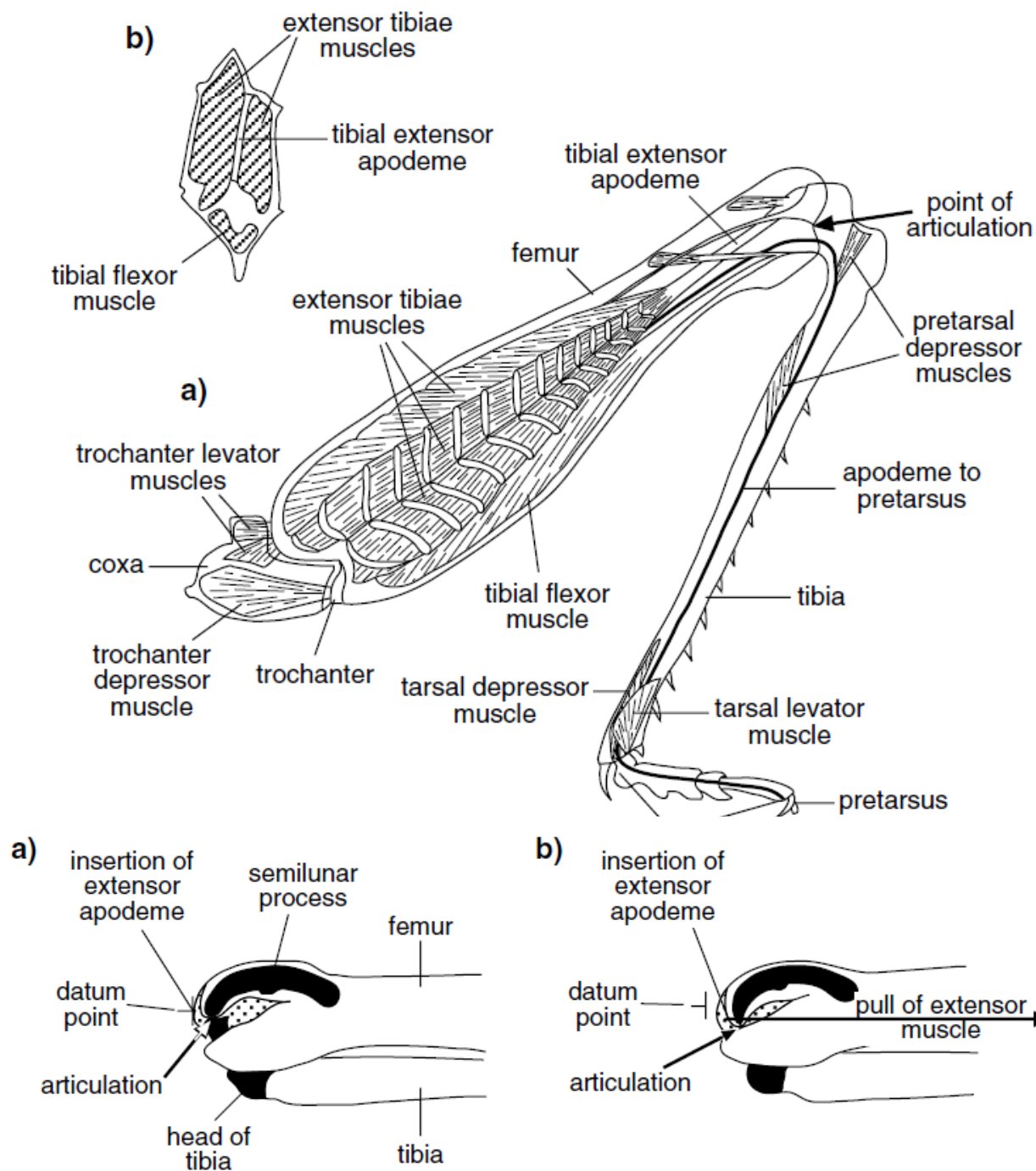
- dobře vyvinutý femur i tibia, +- stejně dlouhé



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

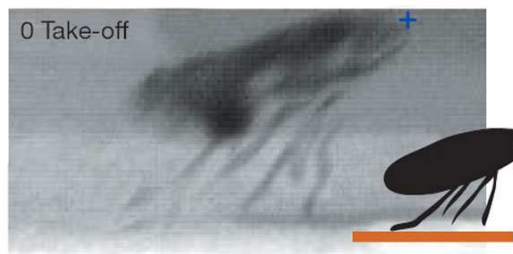
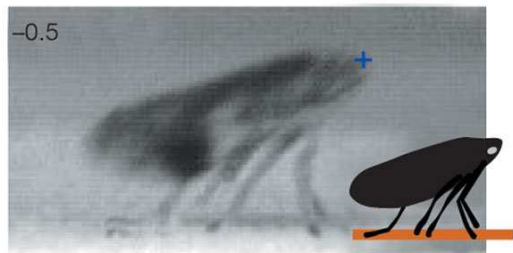
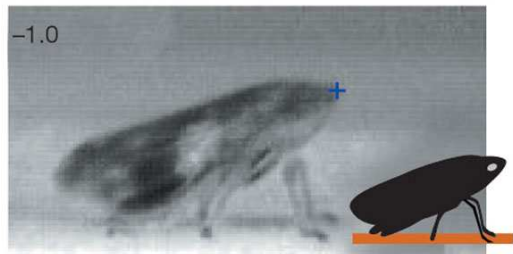
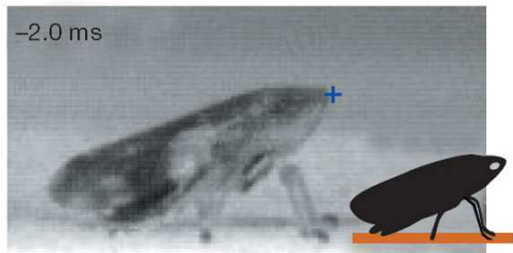
1) **holenní typ:**
rozšířené stehno,
skákání zajišťují
velké, šikmo
uspořádané
femurotibiální svaly
(*extensor tibiae*):
síla až 16 N

dlouhá tibia:
pákový efekt



© Stanislav Rada

Pholidoptera griseoptera (kobyłka křovištní)



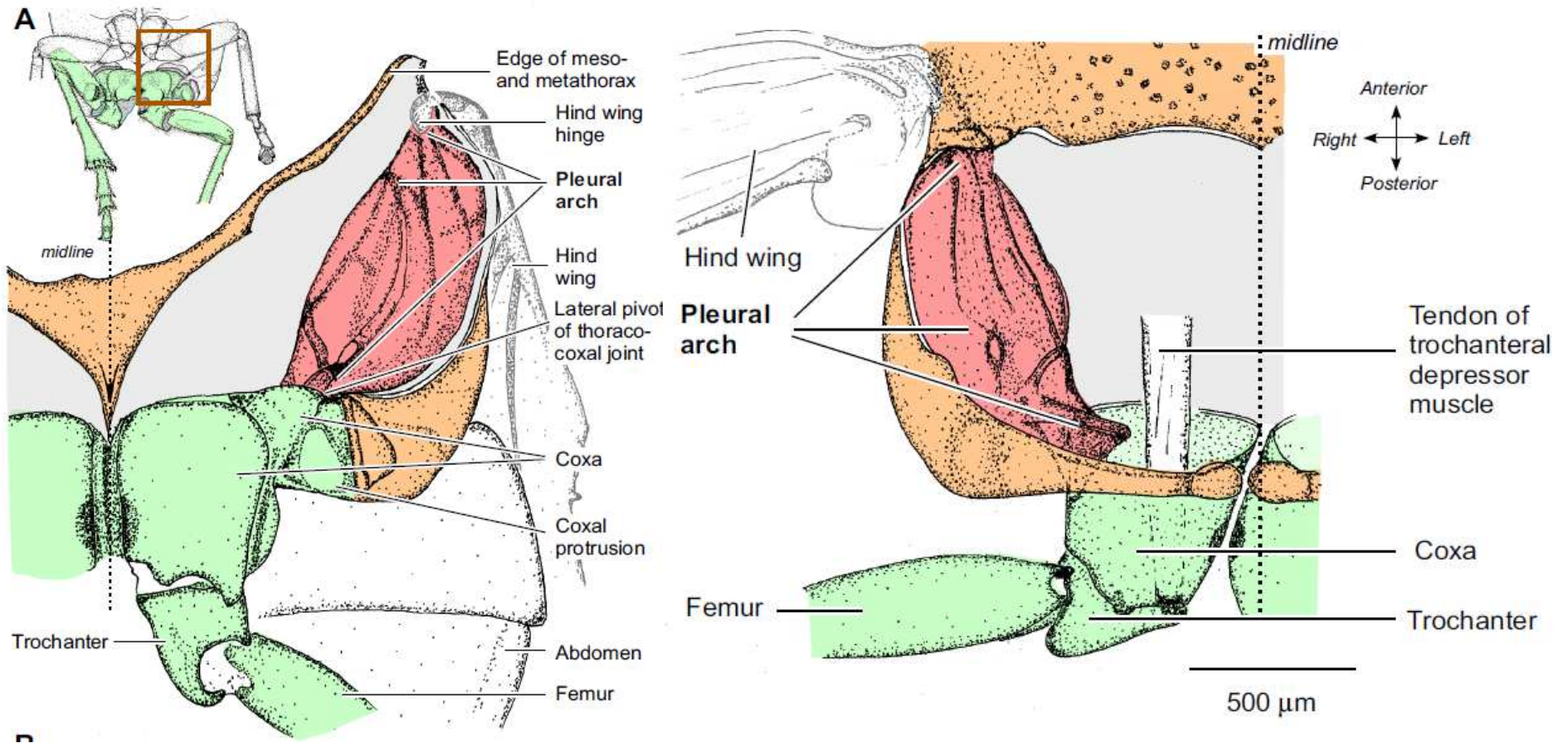
Philaenus spumarius
(pěnodějka obecná):
rychlost 4,7 m/s za 0,9 ms

Burrows 2003

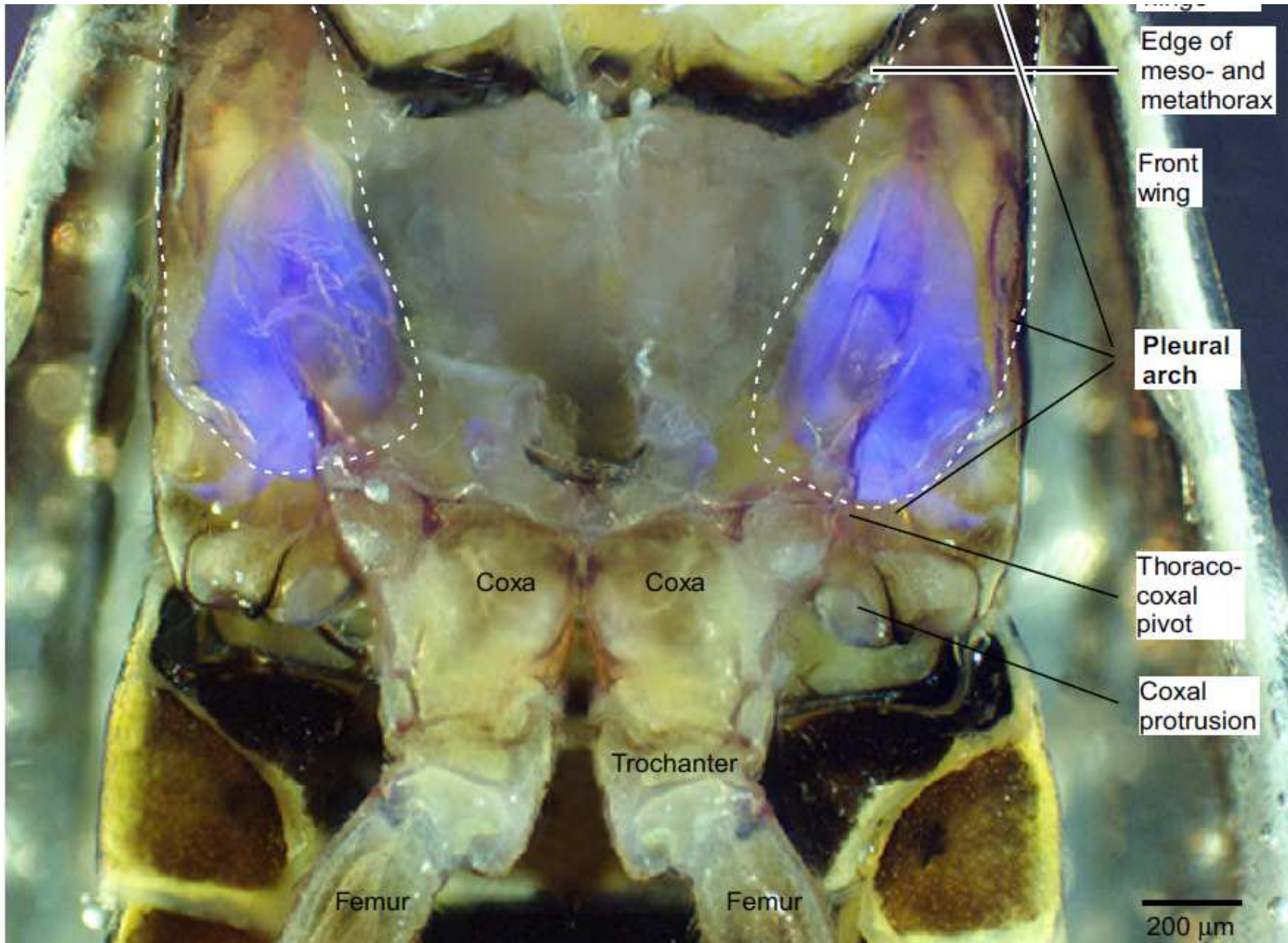
Skákavé nohy

(*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

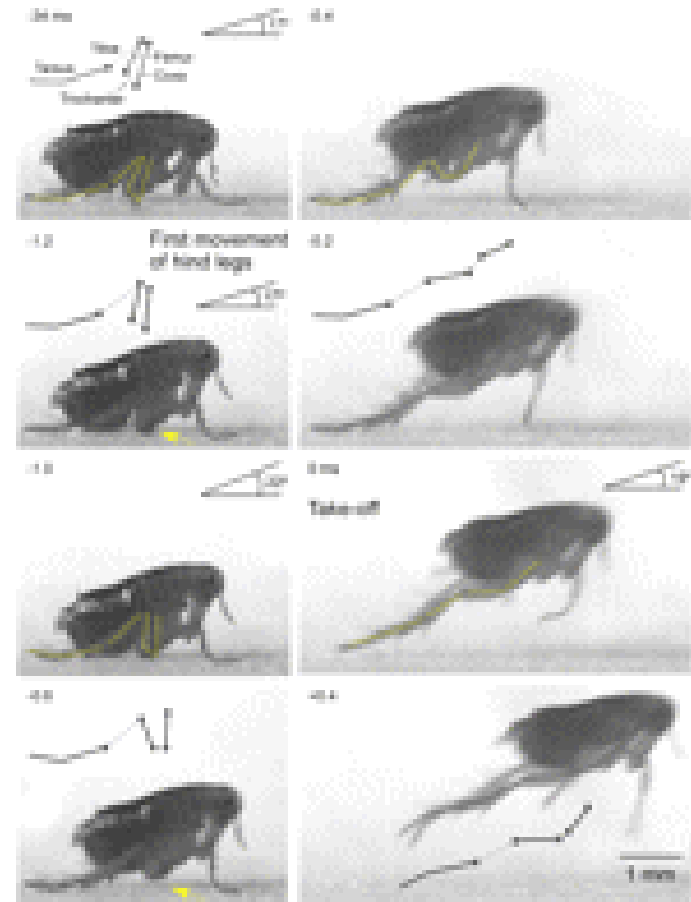


Burrows et al. 2008



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

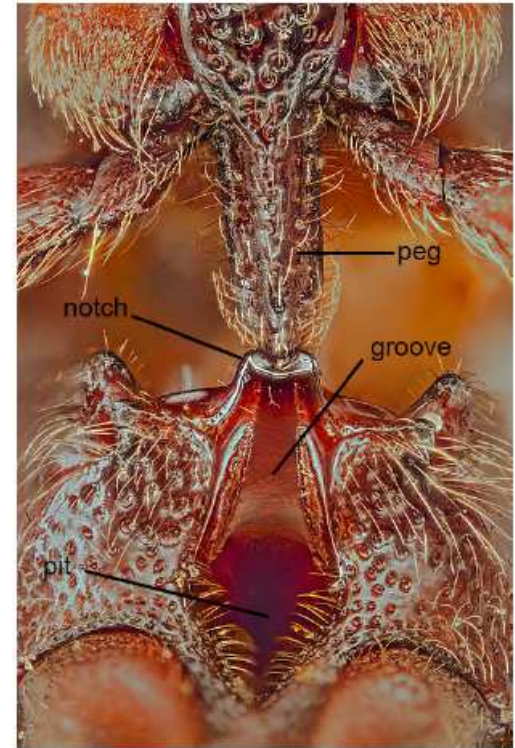
- kombinace „katapultu“ a „páky“



©Wan Caelifera - saranče



Phyllotreta sp. (dřepčik)

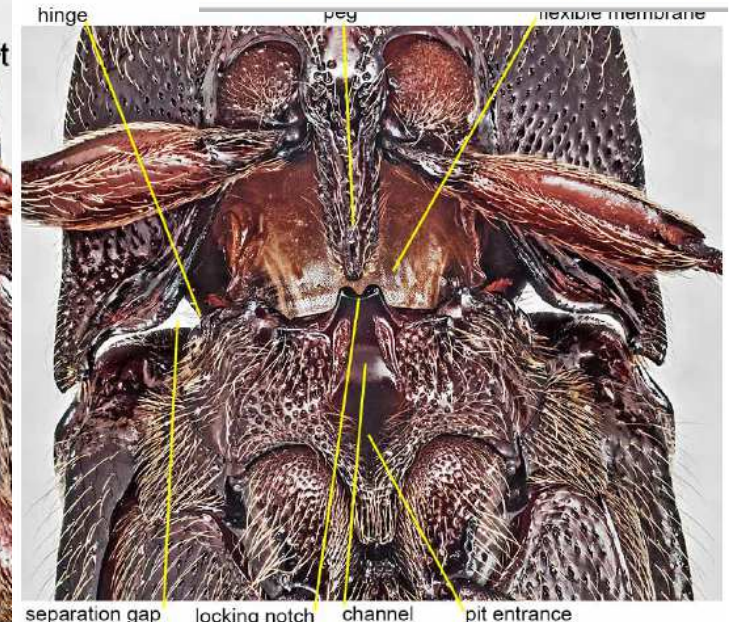
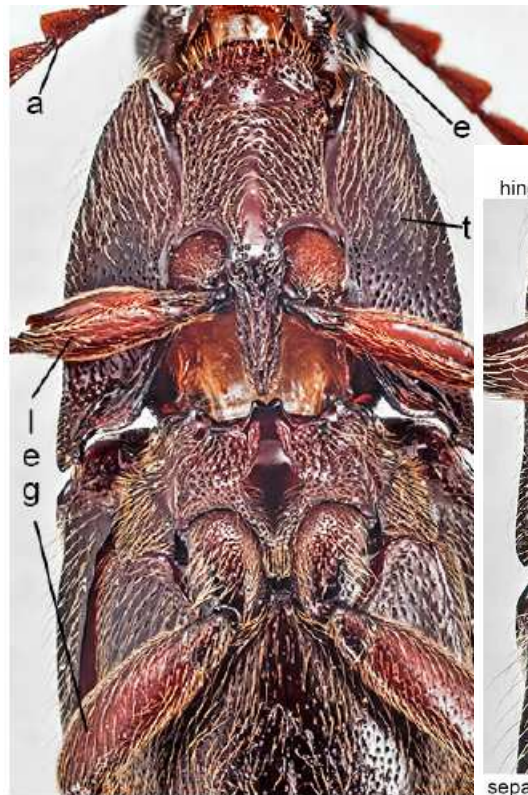


- jiné mechanismy

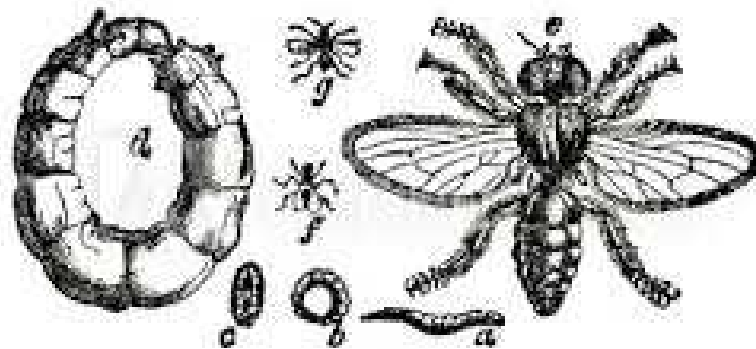
Elateridae: kovařici:
prosternální výběžek +
mesosternum



A. Thomas

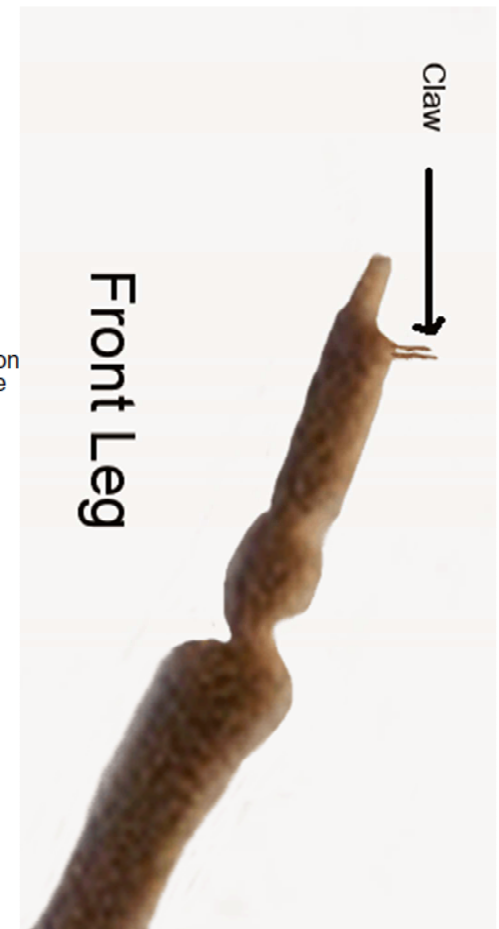
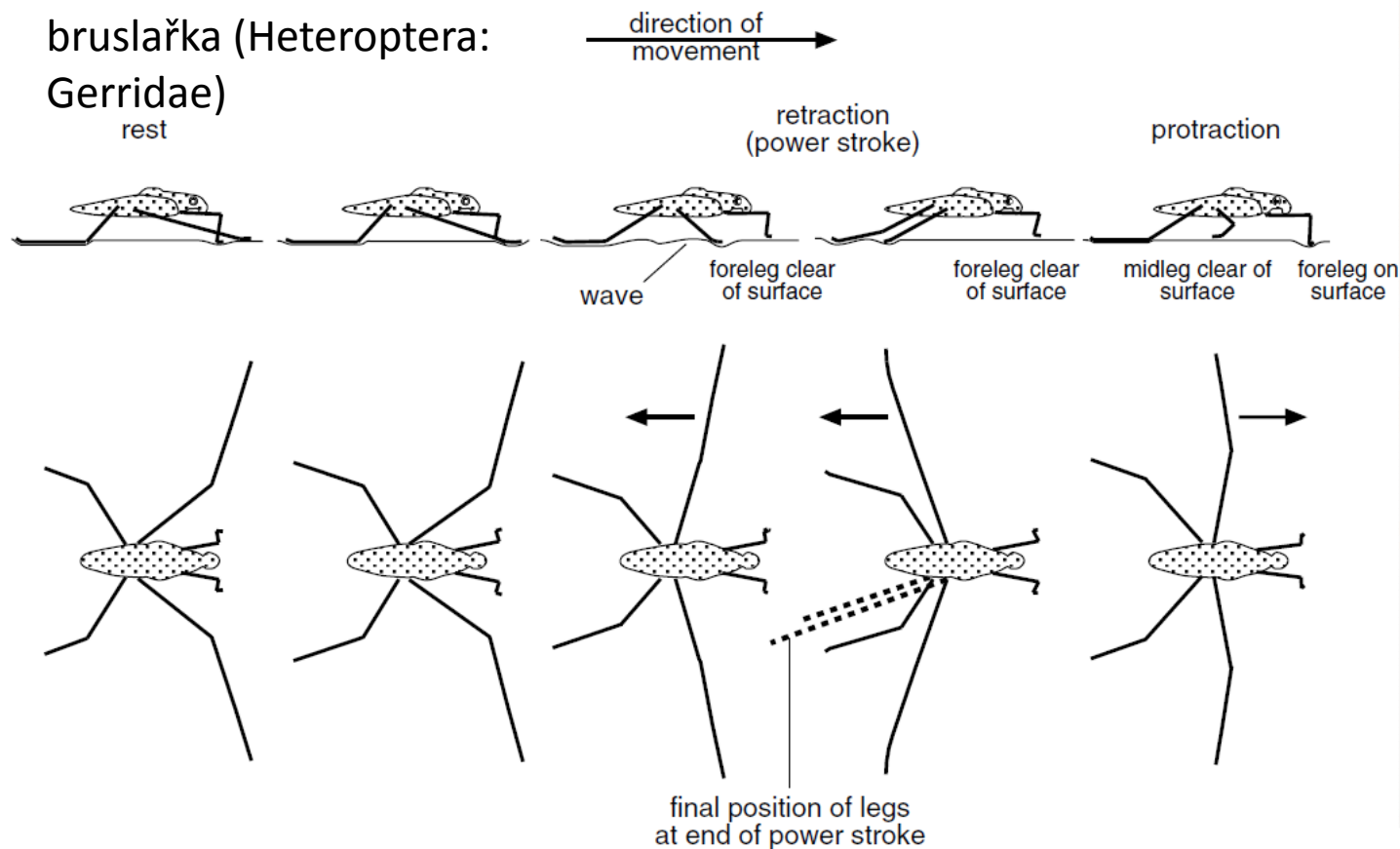


*Piophil*a (Diptera) – ohnutí hlavy pod abdomen – mandibuly dosáhnou transverzálního záhybu poblíž zadního spirákula na konci zadečku



Pohyb na vodní hladině

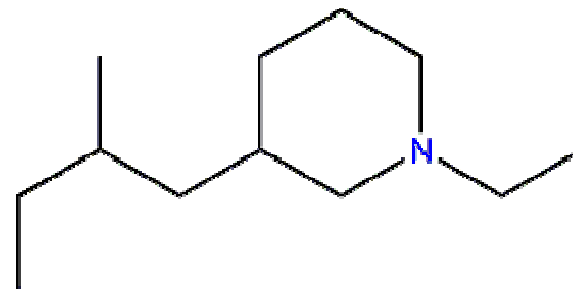
- tenké nohy (povrchové napětí musí být větší než tlak), hydrofobní vlastnosti chodidel – nenaruší povrchovou blanku
- problematické vylézání z vody na vegetaci apod. – příkrý meniskus







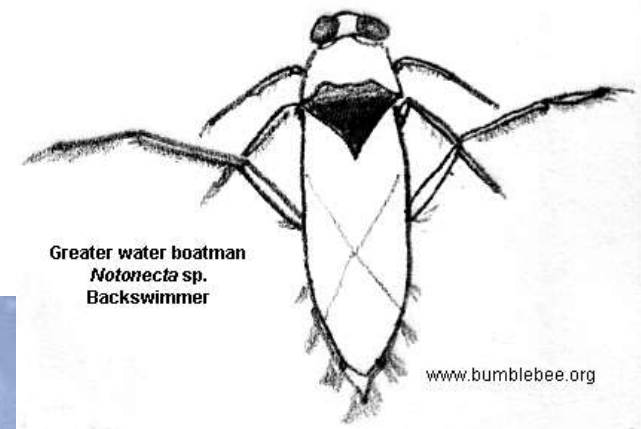
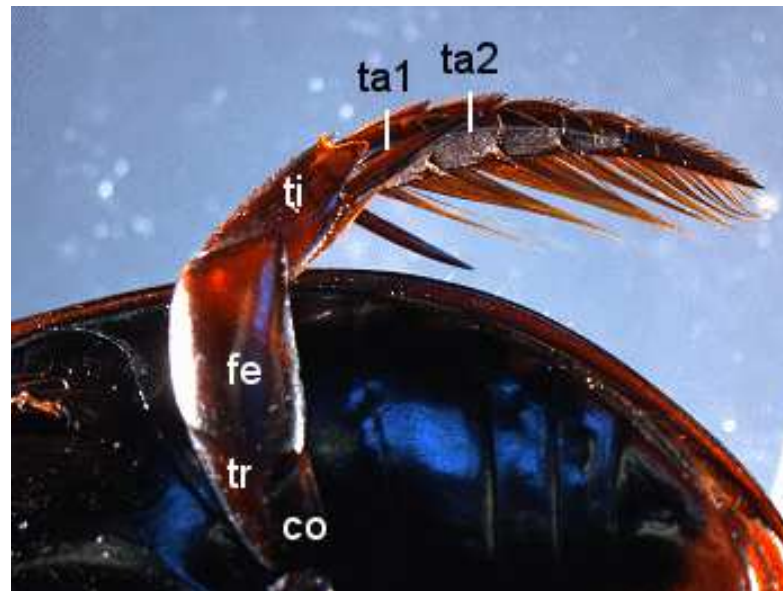
- drabčící rodu *Stenus* (Coleoptera: Staphylinidae) – produkce 5 chemických látek včetně terpenoidu **stenusinu** z pygidiálních žláz na zadečku – snižuje povrchové napětí vody – pohyb až 70 cm/s



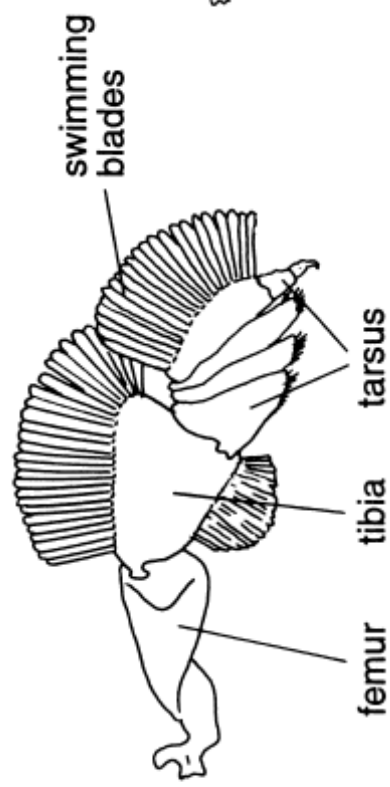
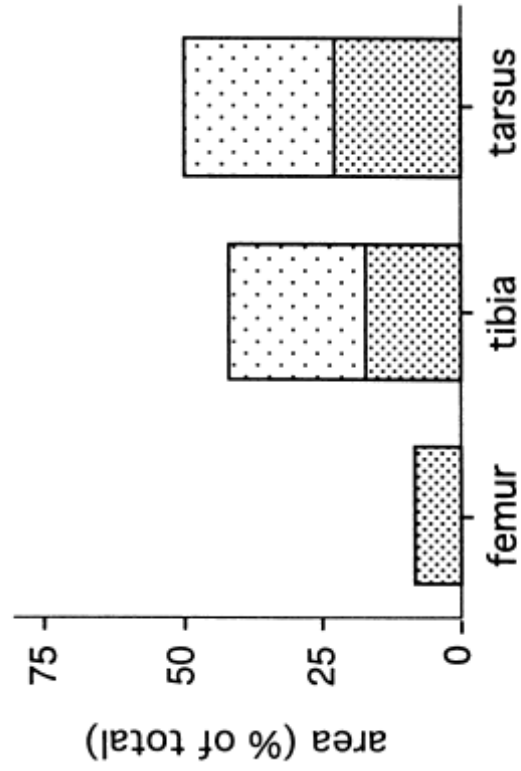
Plovací nohy (*pedes natatorii*):

- 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*)

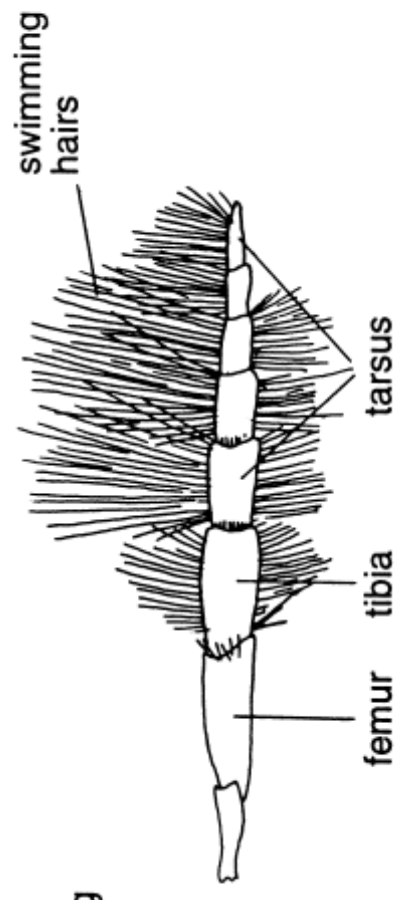
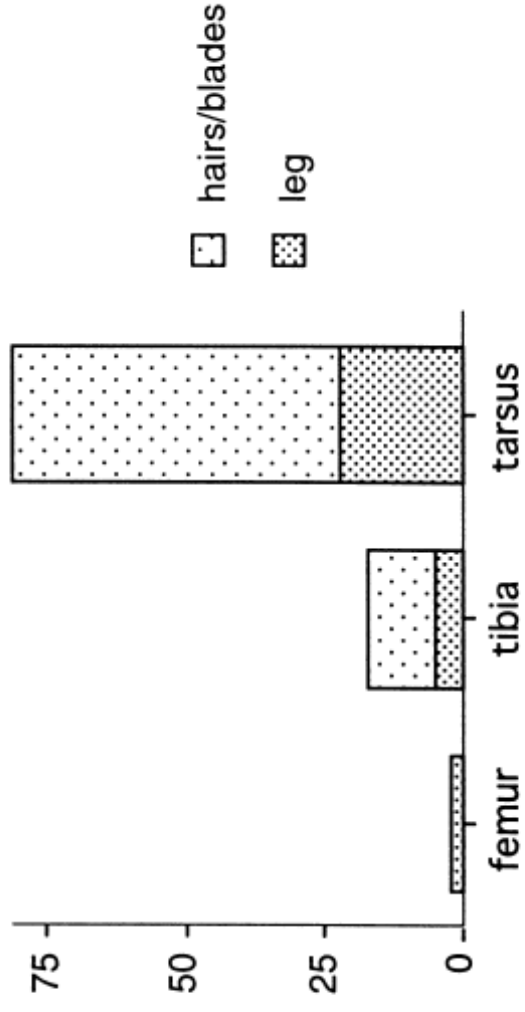
© 2010 dragonflywoman.wordpress.com



a) *Gyrinus*

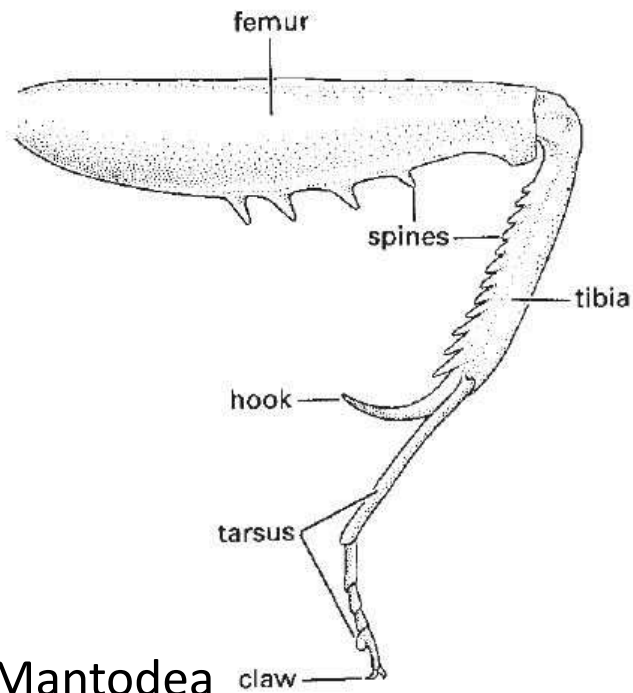


b) *Acilius*



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)



Mantodea



Phymatidae



Hybotidae



Mecoptera: Bittacidae



Diptera: Ephydridae: *Ochthera*



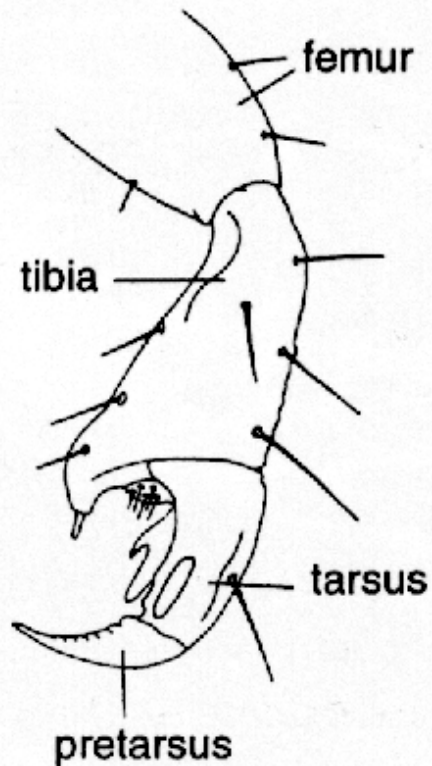
Neuroptera: Mantispidae





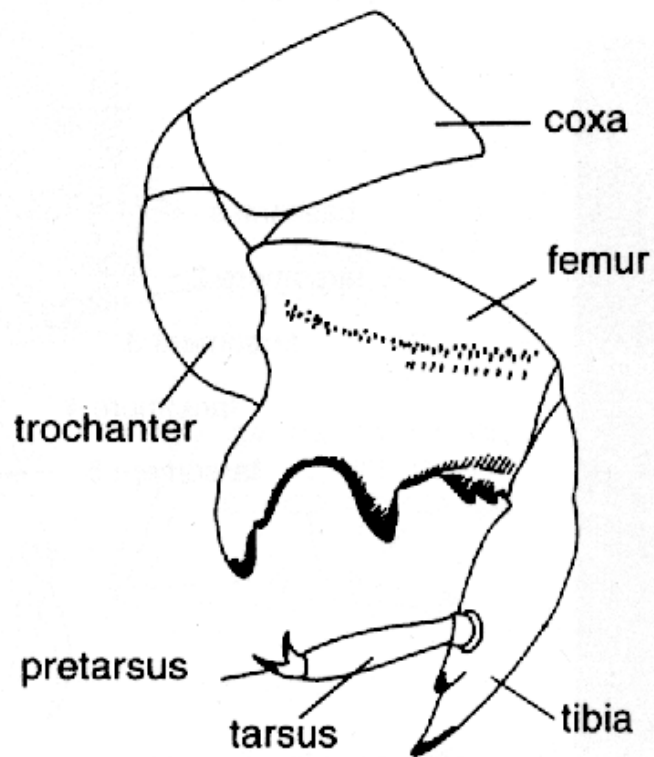
Záchytné nohy (*pedes adhamantes*)

- 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)

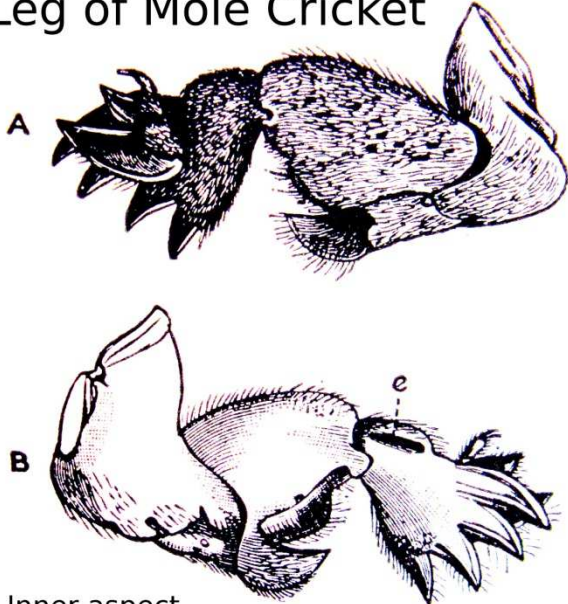


Hemiptera: Cicadidae

Orthoptera: Gryllotalpidae: *Gryllotalpa*



Leg of Mole Cricket



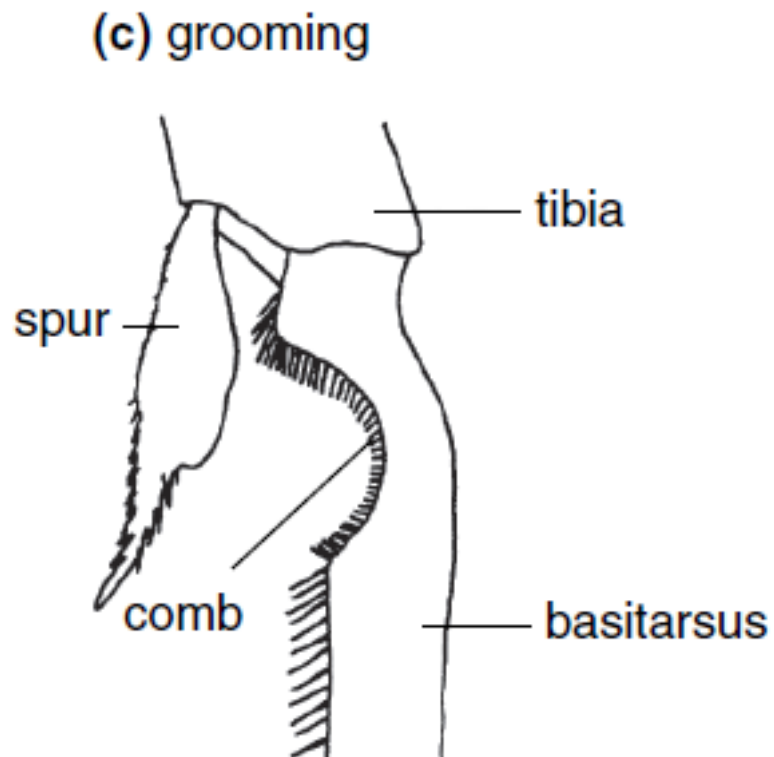
A: Inner aspect
B: Outer aspect
e: ear



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

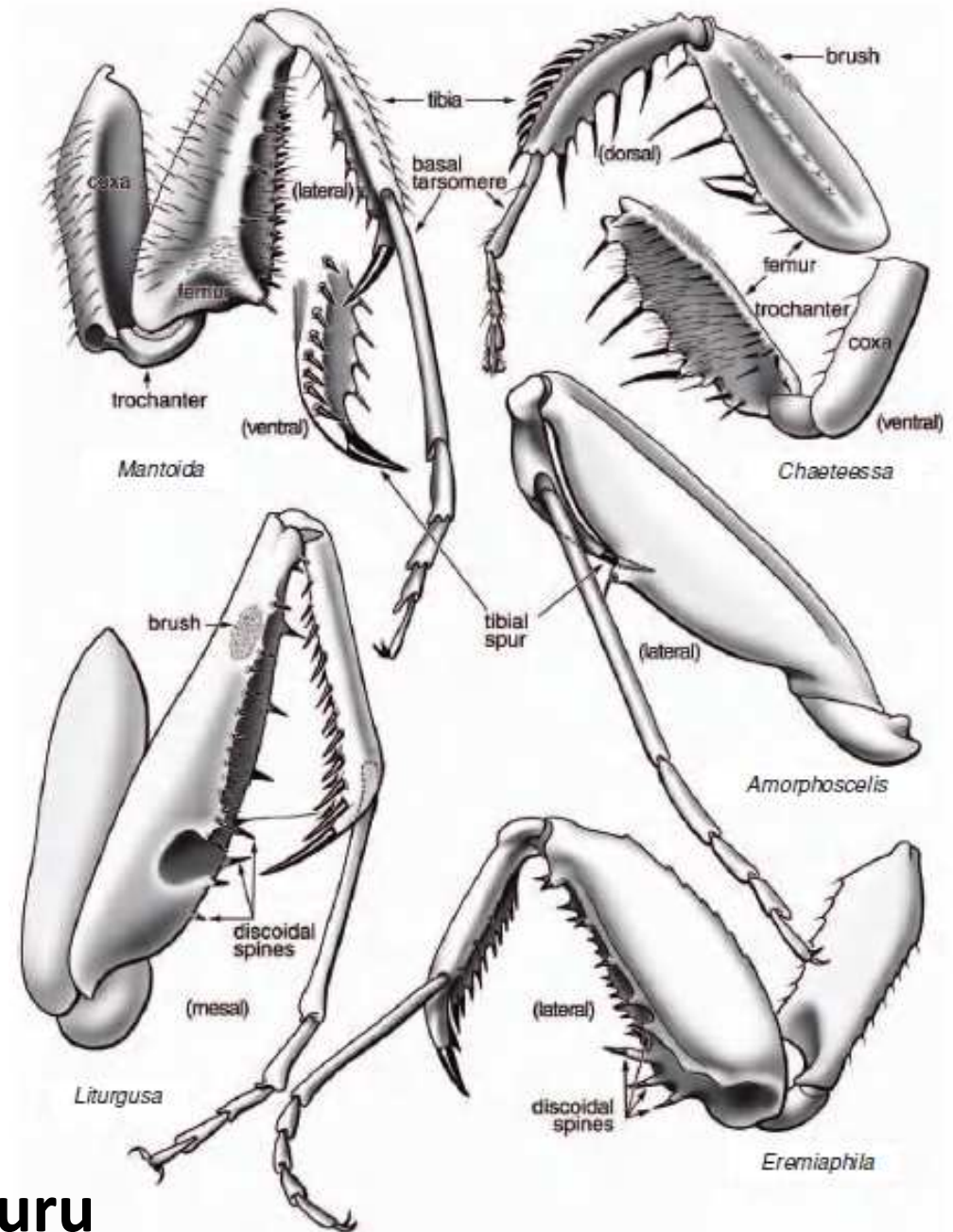


Coleoptera: Carabidae

MANTODEA (kudlanky)

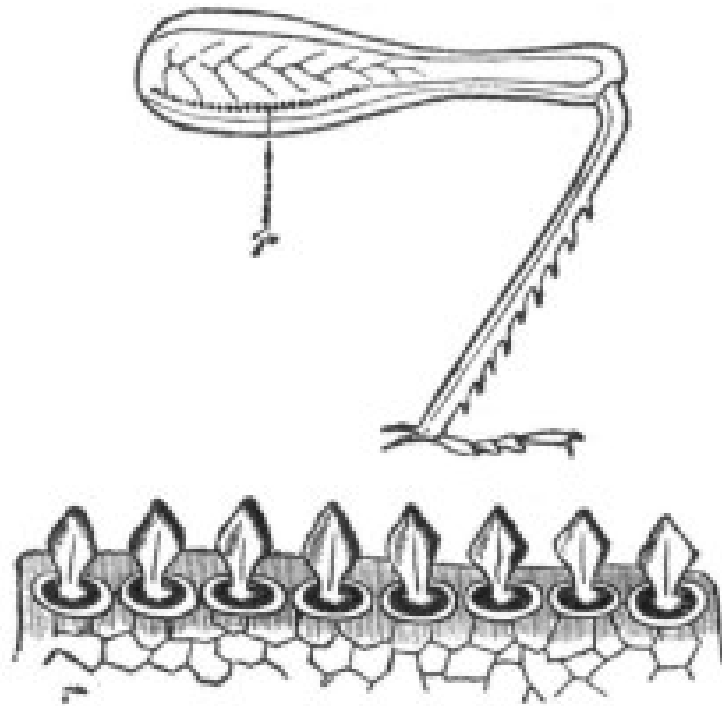


čistící ploška na profemuru

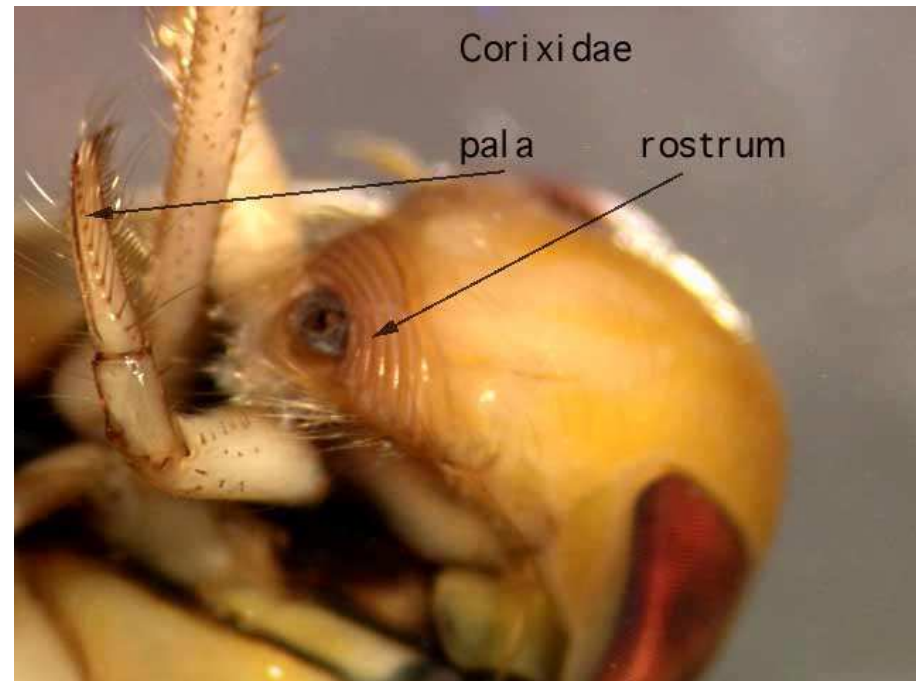


Grimaldi & Engel 2005

Stridulační nohy



Orthoptera: Acrididae
Zoubky na vnitřní straně stehen

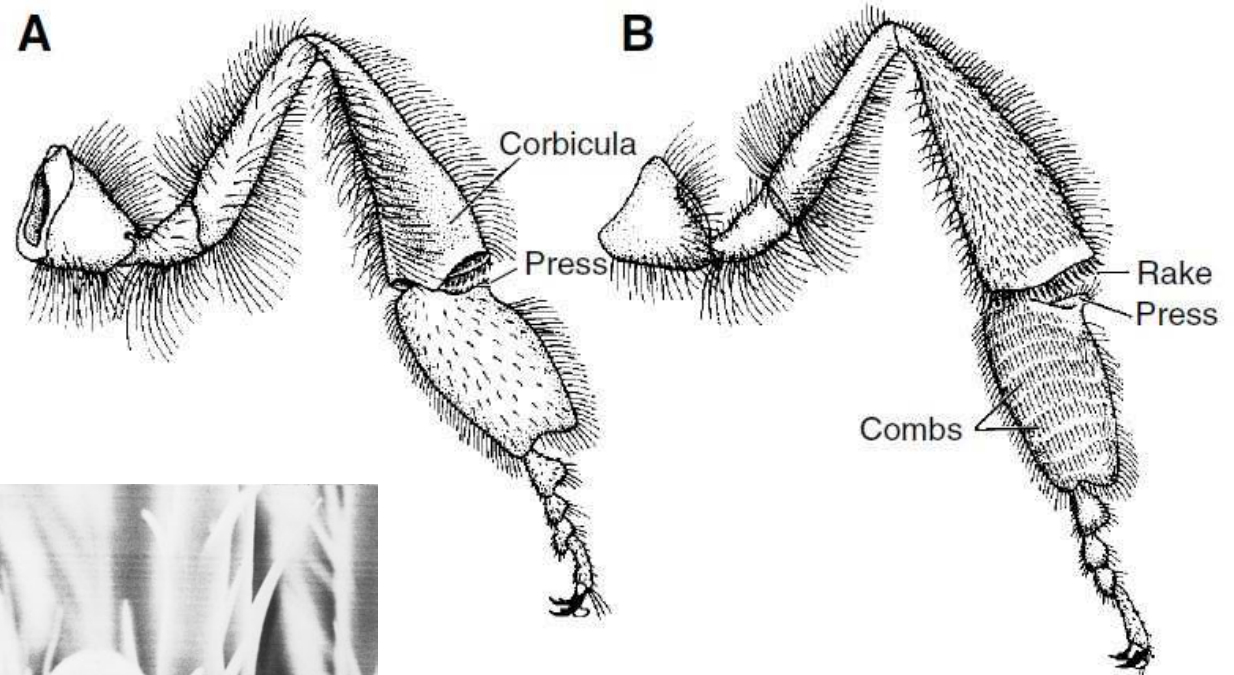


Heteroptera: Corixidae

Sběrné nohy: Hymenoptera: Apoidea



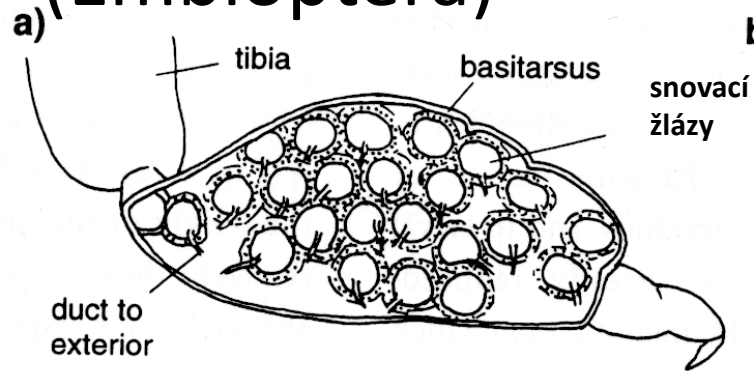
Barth 1985



Snodgrass 1956

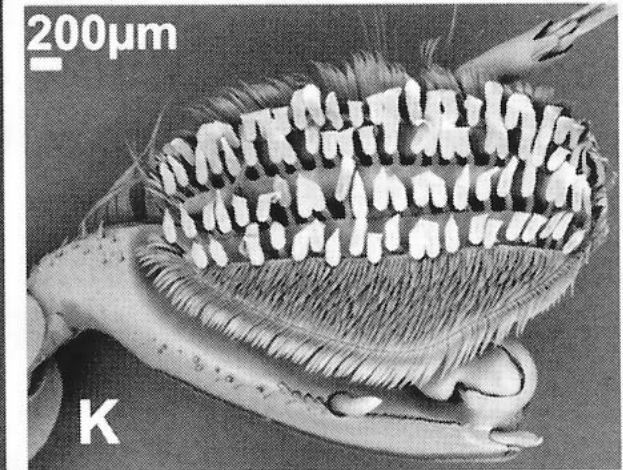
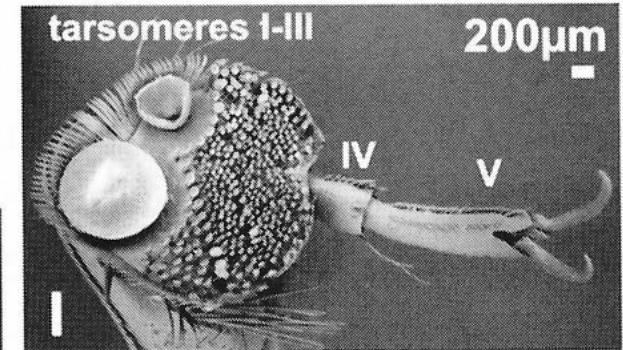
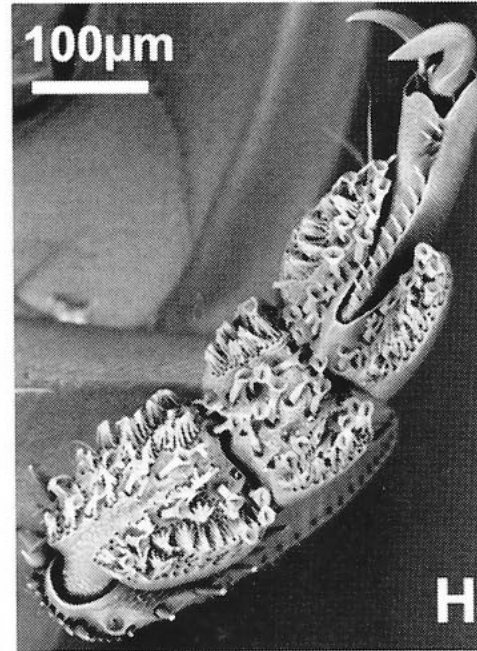
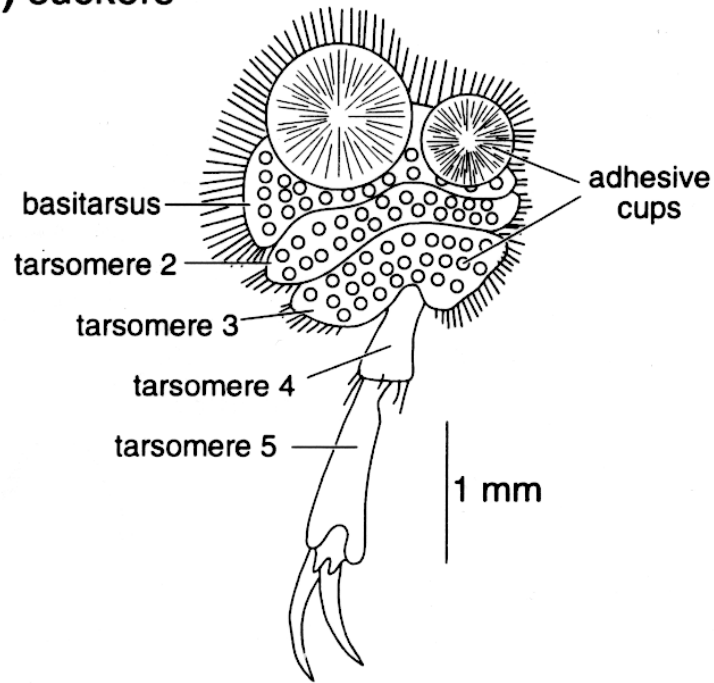
Morfologické adaptace ke sběru pylu u včely medonosné (*Apis mellifera*) – transport 10-20 mg pylu/výlet
(20 kg pylu a 60 kg nektaru/rok/úl)

Snovací nohy snovatky (Embioptera)



Přilnavá noha potápníkovitých Coleoptera: Dytiscidae

b) suckers



Voňavé končetiny

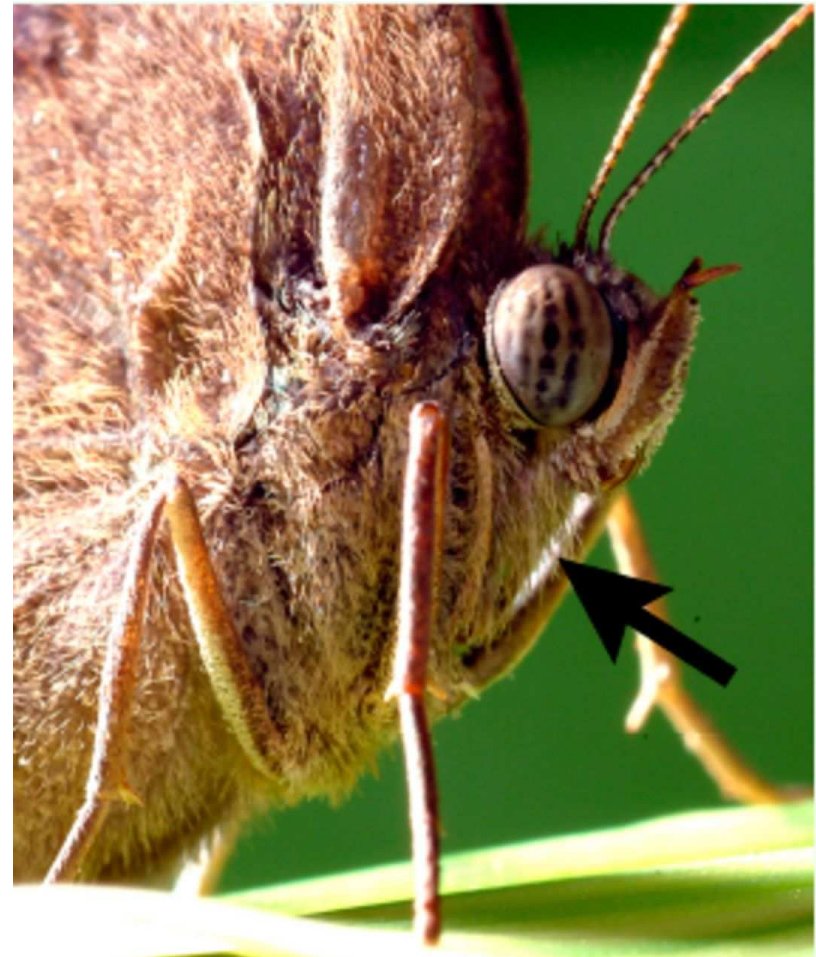


Lepidoptera: Hepialidae: *Hepialus humuli* – vychlípené rozetovité orgány (kartáčky) na zadních holeních (Mallet 1984)

Redukce nohou

mnohokrát nezávisle v různých skupinách

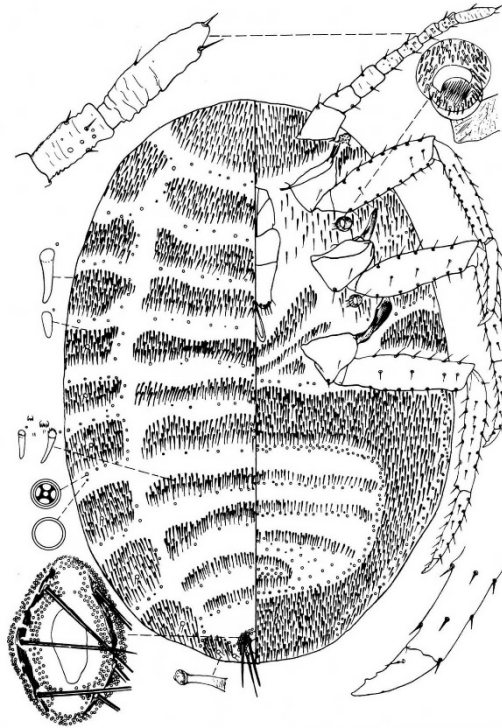
- redukce předních tarsů (dospělci denních motýlů)
- často v souvislosti s přisedlým způsobem života (samice červců, samice vakonošů) nebo endoparazitismem (samice Strepsiptera)
- larvy Diptera, minující larvy Lepidoptera, Coleoptera, Tenthredinoidea, endoparazitické larvy Hymenoptera a Strepsiptera,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



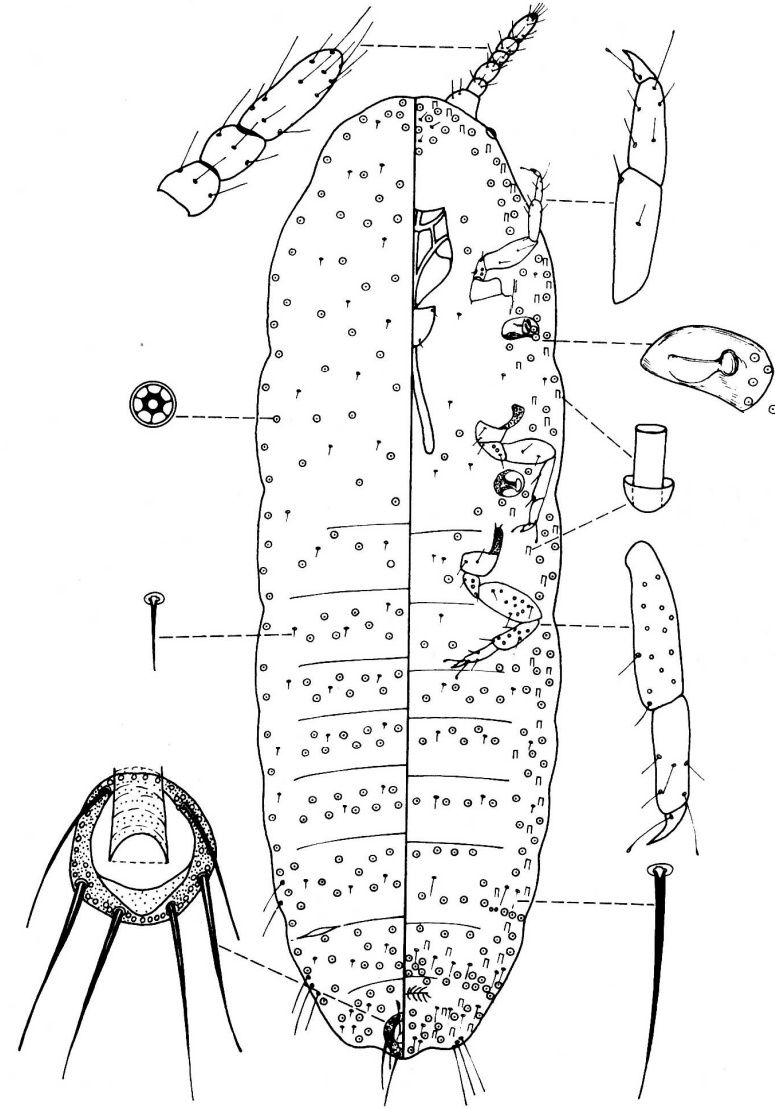
Lepidoptera: Nymphalidae
(babočkovití, samec)

Wolfe et al. 2011

Samice červců (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoomorpha)

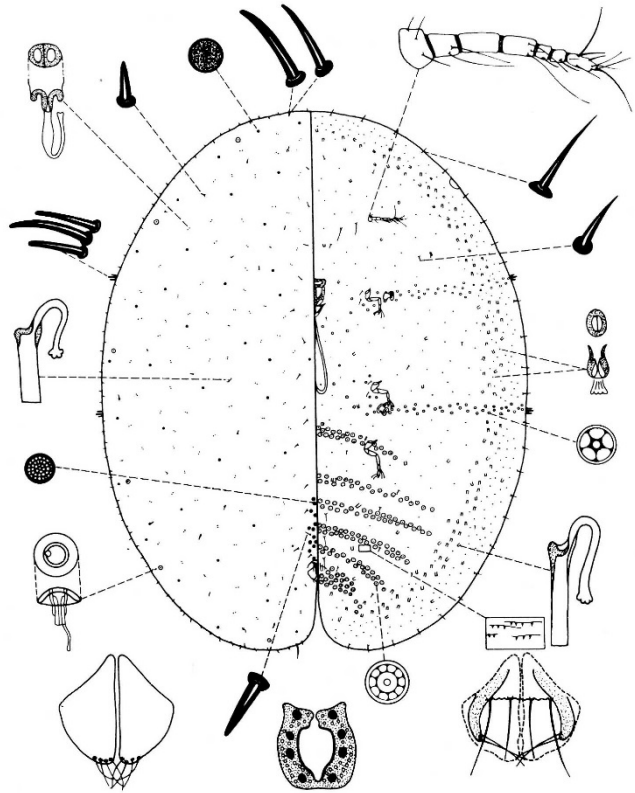


Orthezia urticae (ORTHEZIIDAE)

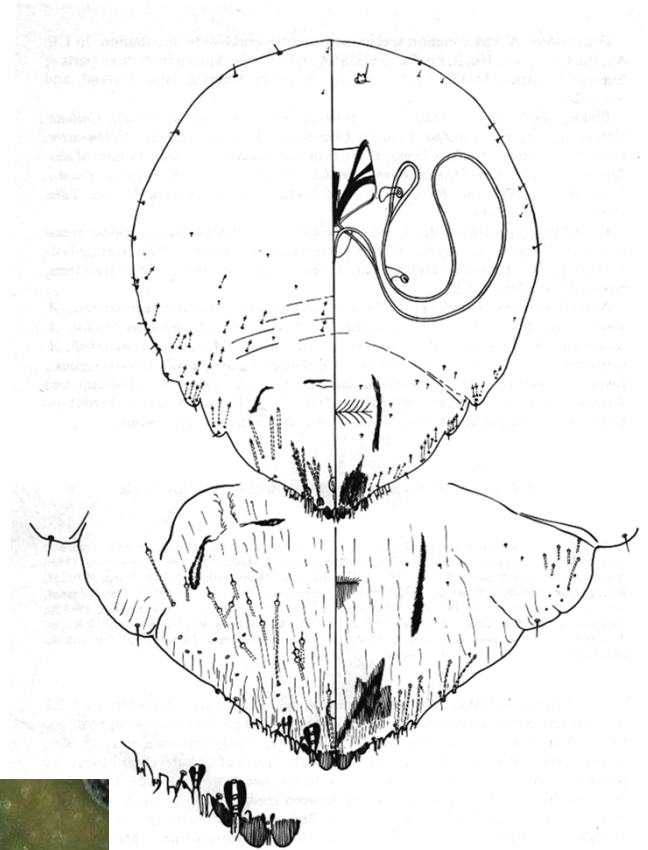


Metadenopus festucae (PSEUDOCOCCIDAE)

Samice červců (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoomorpha)



Parthenolecanium corni (COCCIDAE)



Comstockaspis perniciosus (DIASPIDIDAE)

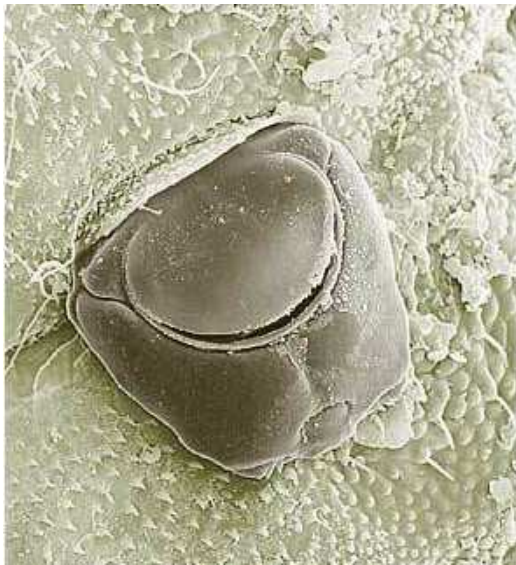




Lepidoptera: Psychidae: *Thyrideris ephemeraeformis*
(samice vakonoše)

Morfologie dospělých samic řasníků (Strepsiptera)

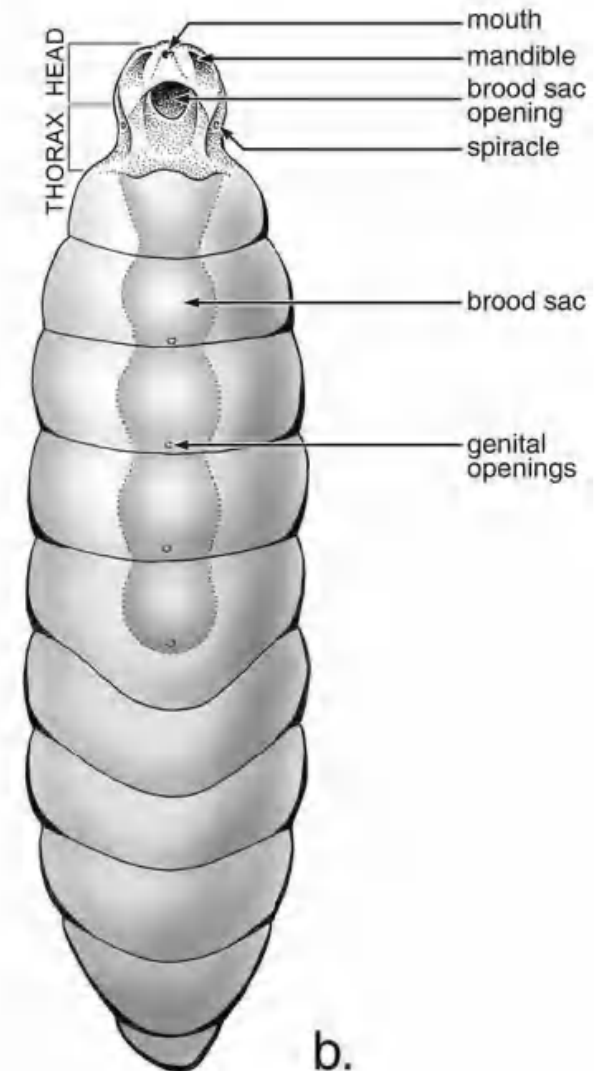
- většina čeledi: samice bez stádia kukly, neotenické, larviformní, celý život zůstávají v hostiteli
- z těla vyčnívá pouze hlavohruď – *cephalothorax* (chybí tykadla i oči)



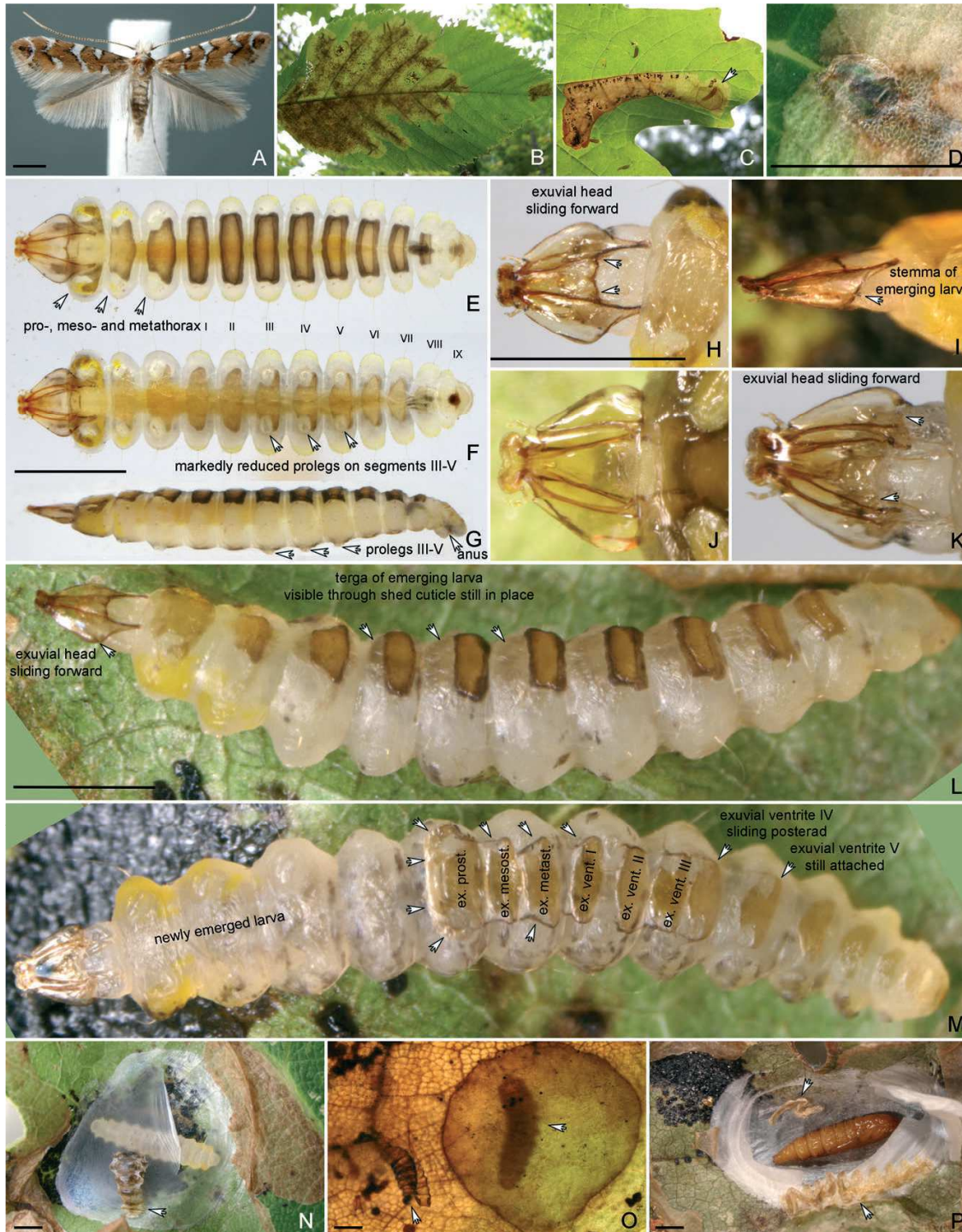
Halictophagus silwoodensis



Stylops melittae



Morfologické adaptace minujících larev – laterální svlékání



Cameraria spp.
(Lepidoptera: Gracillariidae)

Grebennikov 2013



Hymenoptera: Vespidae:
Vespula vulgaris