

Dr. Torma Attila

Az ízeltlábúak (Arthropoda) általános jellemzése. A recens ízeltlábú altörzsek főbb jellemzői, rokonsági viszonyai

Segédlet a BSc záróvizsgára való felkészüléshez

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

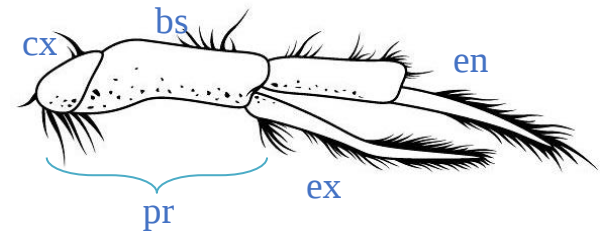
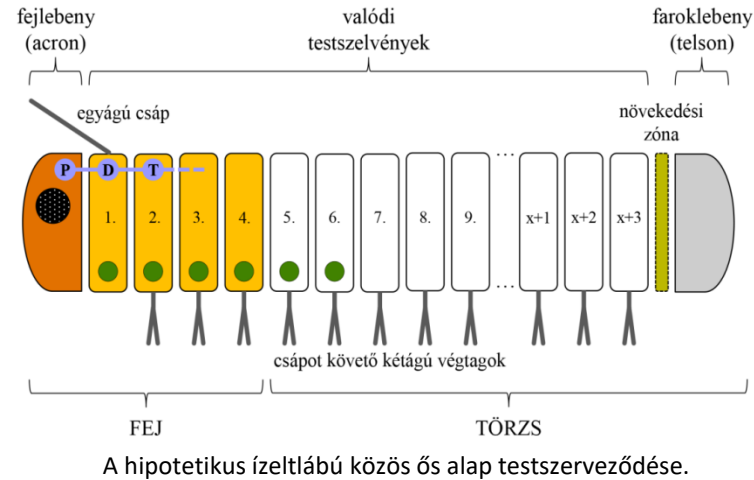
Az ízeltlábúak (Arthropoda) általános jellemzése. A recens ízeltlábú altörzsek főbb jellemzői, rokonsági viszonyai.

Segédlet a BSc államvizsgára való felkészüléshez

*Készítette: Dr. Torma Attila
SZTE, 2020.*

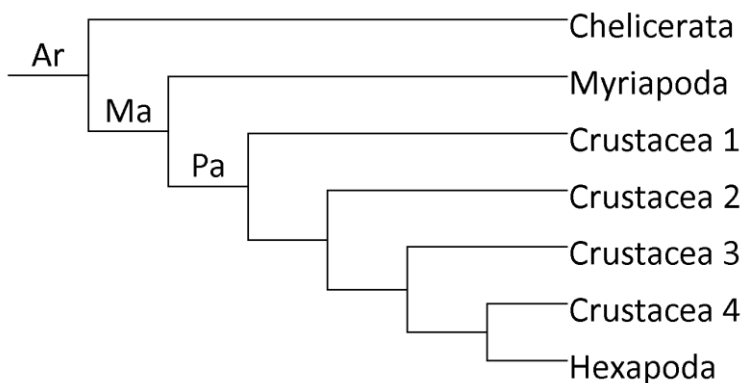
ÍZELTLÁBÚAK TÖRZSE (PH.: ARTHROPODA)

- Az általános Ecdisozoa jellegeken (3 rétegű, kitin tartalmú kutikula, vedlés, csillótlan epidermisz, ált. ostor nélküli hímivarsejt, csillós lárva hiánya) és Panarthropoda (metaméria, szelvényenként páros végtagokkal, kevert testüreg, nyílt keringés dorzális szívvel) kívül az alábbiak jellemzik.
- Heteronóm** szelvényeik **testtájakat** alkotnak, melyek elsődlegesen a **fej**, mely a csúcsszelvénnel (**acron**) kezdődik és **törzs**, mely a végszelvénnel (**telson**) zárul. Az acron és telson valódi szelvény volta vitatott.
- Kutikulájuk külső váz, feladata védelem és mozgás (izomtapadási helyek). Fontos építőanyaga a kitin mellett a csak az ízeltlábúakra jellemző rugalmas fehérje, a **rezilin**. Kutikulájuk szilárdságát az exokutikula fehérjeláncai közötti keresztkötések (szklerotizáció) és/vagy mészsók (pl. kalcium karbonát) beépítése növeli. Lemezekre tagolódik: egy **háti (tergit)**, egy **hasi (sternit)**, valamint két **oldalsó lemez (pleurit)**, melyeket ízületi hártályok kapcsolnak össze (másodlagosan tovább tagolódhatnak, összeolvadhatnak vagy redukálódhatnak a lemezek).
- Végtagjaik **ízre** tagolódnak. A végtagok (az 1. pár kivételével) ősileg **kétágúak**: **tőzből (protopodit)**, és több ízre tagolódó **belső- (endopodit, telopodit)** és **külső (exopodit)** ágból állnak. A tőzhez **belső- (enditek)** és **külső függelékek (exitek, ill. epipoditok)** kapcsolódhatnak. A külső ágak redukciójával létrejövő egyágú végtagok egymástól függetlenül több csoportban szárazföldi életmódra való áttéréssel jelentek meg.
- Kiválasztószerveik módosult vesécskék (metanefrídiumok) és/vagy Malpighi-edények. Vesécskéik attól függően, hogy mely végtagpár szelvényében található különböző neveket viselnek, így a pókszabásúaknál csípőmirigyeknek, a soklábúaknál állkapcsi mirigyeknek, a rákoknál csáp- és állkapcsi mirigyeknek, míg a hatlábúaknál ajakmirigyeknek nevezik őket.



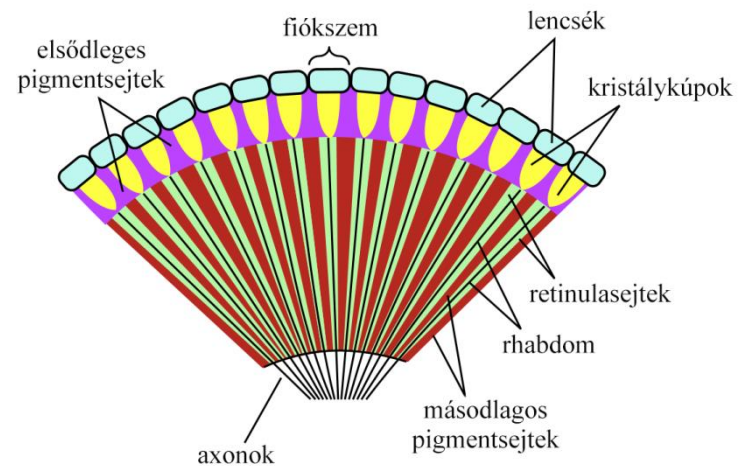
Egy tízlábú rák (Decapoda) kétágú potrohlába.
 en: endopodit; ex: exopodit;
 bs: basipodit; cx: coxopodit; pr: protopodit.

- Légzőszerveik ősileg **kopoltyúk** (pl. rákszabásúak, rákok), másodlagosan, a szárazföldi életmódra való áttéréssel **tracheatüdők** (pl. skorpiók, pókok) vagy **légcsövek (tracheacsövek)** (pl. atkák, soklábúak, hatlábúak). Központi idegrendszerük **agyból (elő- (proto-), közép- (deuto-) és utóagy (tritocerebrum))** és a belőle kiinduló **hasdúcláncból** áll. Erősen központosulhat a dúcok összeolvadásával. Számos jól fejlett érzékszervük van, különféle **sensilla, pontszemek, összetett szemek**.
- Többnyire váltivarúak, de hímnősek (pl. gályarágok) is lehetnek. A spermiumtranszfer indirekt (**spermatofóra**) vagy direkt (**párvószervek**) egyaránt lehet. Megtermékenyítés többnyire belső ritkán külső (pl. törfarkúak). Egyedfejlődésük többnyire közvetett, de közvetlen is lehet (pl. pókszabásúak, soklábúak, költőtáskás rákok). Fejlődésük **szelvénytartó fejlődés (anamorfózis)**, vagy **szelvénytartó fejlődés (epimorfózis)**.
- Életmódjuk rendkívül változatos. Elsődlegesen víziek, de többségük szárazföldi. Minden ökoszisztémában megtalálhatók, ökológiai szerepük, mezőgazdasági, köz- és állategészségügyi jelentőségük óriási (lebontó folyamatok, beporzás, biológiai védekezés, táplálékforrás emberek számára is, stb.).
- Monofiletikus törzs. Hagyományosan 4 altörzssre tagolódnak: **Csápárgósok (Chelicerata), Soklábúak (Myriapoda), Rákok (Crustacea) és Hatlábúak (Hexapoda)**. A monofiletikus csápárgósok képezik az összes többi ízeltlábú (**Mandibulata** vagy Antennata) testvércsoportját. A Mandibulata kládon belül a soklábúak és a **Pancrustacea** testvércsoportot alkotnak, de a Pancrustaceán belül a monofiletikus hatlábúak a rákok egy csoportjából származtathatók le, így a rákok a hatlábúak nélkül parafiletikusak. A Mandibulata közös jellemzői a csápok, és az elsődlegesen háromtagú (trignath) szájszerv: 1 pár rágó +2 pár állkapocs. A Pancrustacea közös jellemzője pl. az összetett szemek fiókszemeinek (ommatidiumok) szerkezete.



Az ízeltlábúak (Arthropoda) főbb ágai.

Ar: Arthropoda; Ma: Mandibulata; Pa: Pancrustacea.

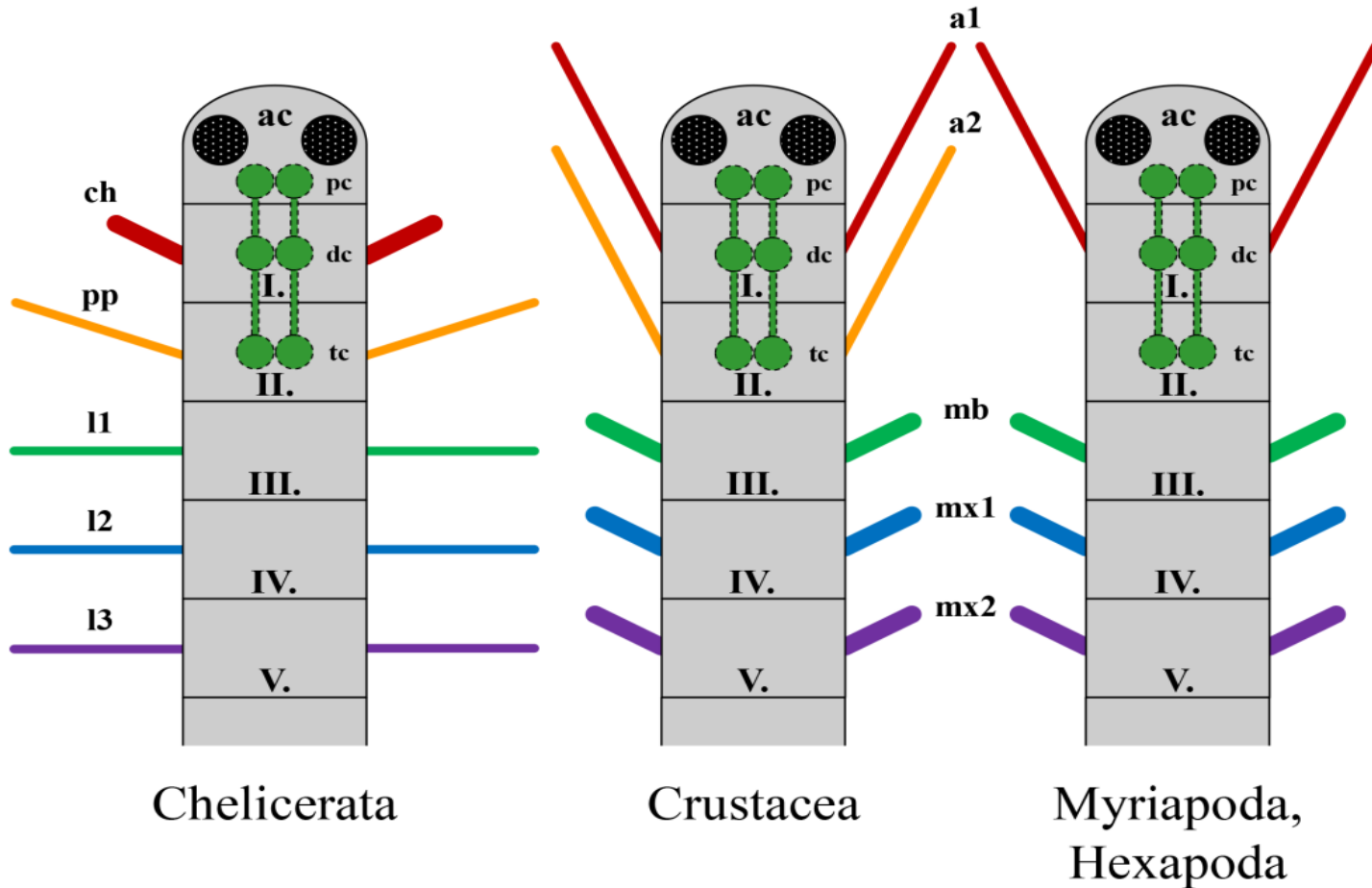


A rovarok összetett szemének alapfelépítése.

Az ízeltlábú altörzsek jellemzőinek összehasonlítása.

	Csáprágósok (Chelicerata)	Soklábúak (Myriapoda)	Rákok (Crustacea)	Hatlábúak (Hexapoda)
testtájak	előtest + utótest	fej + törzs	többségnél fej + tor + potroh	fej + tor + potroh
csápok	nincsenek	1 pár	2 pár	1 pár
szájszerv végtag-eredetű részei	1 pár csáprágó (chelicera)	1 pár rágó (mandibula), 2 pár állkapocs (maxillula, maxilla)	1 pár rágó (mandibula), 2 pár állkapocs (maxillula, maxilla)	1 pár rágó (mandibula), 1 pár állkapocs (maxilla), alsó ajak (labium)
elkülönült légzőszervek	kopoltyúk (Merostomata); tracheacsövek, tracheatüdők (Arachnida)	tracheacsövek	kopoltyúk, tracheális szervek	tracheacsövek
kiválasztást végző metanefrídiumok	4 pár (Merostomata); 1 vagy 2 pár (Arachnida)	1 vagy 2 pár lehet	1 vagy 2 pár	többségnél hiányoznak
Malpighi-edények	lehetnek	vannak	nincsenek	vannak
összetett szemek (ha vannak)	többségnél egyszerű szemekre tagolódtak fel	többségnél egyszerű szemekre tagolódtak fel	rendszerint vannak	rendszerint vannak
pontszemek	4 (Pantopoda); 2 (Merostomata, Arachnida)	nincsenek	3-4 (mint naupliusz szem)	1-4 (jellemzően 3)
fejlődés	többségnél epimorfózis	többségnél anamorfózis	többségnél anamorfózis	epimorfózis (kivéve Protura)
élőhely	többségében szárazföldiek	szárazföldiek	többségében tengeriek	többségében szárazföldiek
recens fajok száma	≈114 ezer (≈10%)	≈12 ezer (≈1%)	≈65 ezer (≈5%)	>1 millió (≈83%)
jellemző képviselők	skorpiók, álskorpiók, pókok, kaszáspókok, atkák, stb.	százlábúak, szövőcsévések, villáscsápúak, ikerszelvényesek	gályarágok, levéllábú rágok, felsőrendű rágok, stb.	előrovarok, rovarok
monofiletikusság	monofiletikus	monofiletikus	Hexapoda nélkül parafiletikus	monofiletikus

Az elülső (1-5.) testszelvények homológ végtagjai a különböző ízeltlábú (Arthropoda) csoportokban.

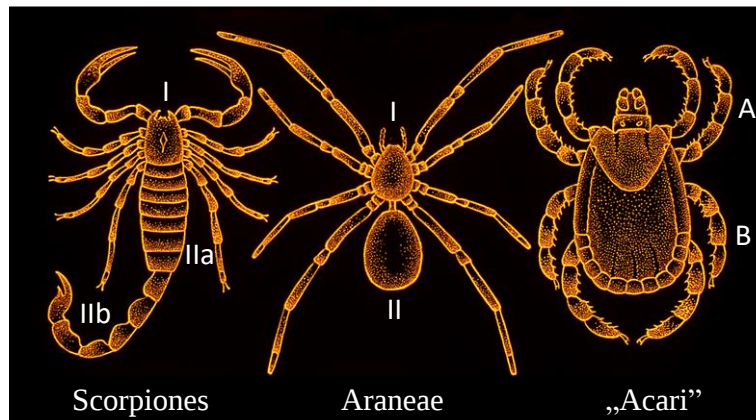


ac: csúcsszelvény (acron); a1: 1. pár csáp (antennula); a2: 2. pár csáp (antenna);
 ch: csáprágó (chelicera); dc: középagy (deutocerebrum); l1-l3: 1-3. pár járóláb;
 md: rágó (mandibula); mx1: 1. pár állkapocs (maxillula); mx2: 2. pár állkapocs (maxilla);
 pc: előagy (protocerebrum); pp: tapogatóláb (pedipalpus); tc: utóagy (tritocerebrum).

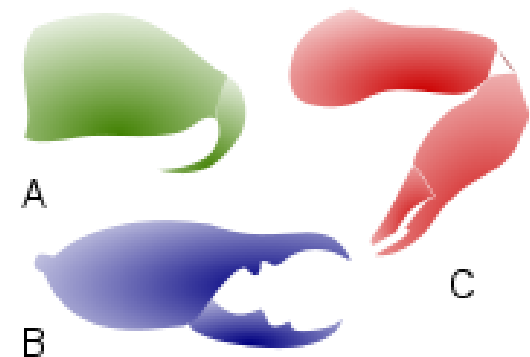
A 2. pár állkapocs a Hexapoda esetében összeolvadt egységes alsóajakká (labium).

Csáprágósók altörzse (Sph.: Celicerata)

- **Nincs csápjuk, rágójuk. Csak rájuk jellemző végtag eredetű szájszerv a csáprágó (chelicera).**
- **Előtest (prosoma)** és **utótest (opisthosoma)**, de másodlagosan változhat (pl. atkák)
- Előtest : dorzálisan egységes **pajzs (peltidium)** fedi, de feltagolódhat több részre (pl. rovarpókok). A rákszabásúak kivételével **végtagok** csak az előtesten: **1 pár csáprágó, 1 pár tapogató láb (pedipalpus), 4 pár járóláb**. Tapogatóláb szerepe elsődlegesen tapogató, módosulhat zsákmányszerzésre (pl. skorpiók), pázásra (pl. pókok). Összetett szemek csak a rákszabásúaknál, a pókszabásúaknál feltagolódott változó számú egyszerű szemre. 2-4 pontszem (középszem).
- Utótest: tovább tagolódhat közép- és hátsótestre (pl. skorpiók). Jól fejlett végtagok csak a rákszabásúaknál, de **végtag eredetű szervek** lehetnek (skorpiók fésűszerve, pókok szövőszemölcsse, tracheatüdők). A végszelvény (telson) zárja, amely töryszerű (pl. törfarkúak) vagy ostorszerű (pl. ostorfarkúak) függelékké alakulhat.
- Sajátos kinézetű és életmódú képviselőik a tengeri **ászkapók** (Pycnogonida) egyetlen rendje a **csupaláb állatok** (Pantopoda). A **rákszabásúakat** (Merostomata) osztályt ma már csak a tengeri **törfarkúak** (Xyphosura) néhány faja képviseli. A **pókszabásúak** (Arachnida) szárazföldiek, számos ismertebb képviselővel, mint a pókok (Araneae), skorpiók (Scorpiones), kaszáspókok (Opiliones), a polifiletus atkák (Acari), stb.



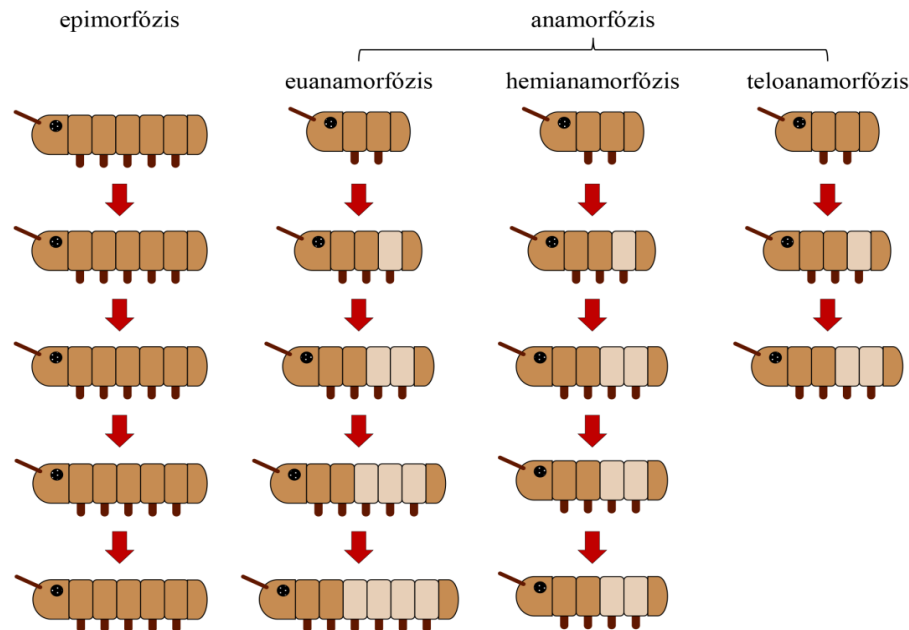
A pókszabásúak testtagolódása a skorpiók (Scorpiones), pókok (Araneae) és „atkák” („Acari”) példáján keresztül. Jól kivehető a skorpiók szelvényezett, közép- és hátsótestre tagolódó utóteste; a pókok szelvényezetlen, egységes utóteste, mely a nyélen keresztül kapcsolódik az előtesthez, és az atkák redukált utóteste, mely összenőtt az előtesttel. *I*: előtest (prosoma); *II*: utótest (opisthosoma); *IIa*: középtest (mesosoma); *IIb*: hátsótest (metasoma); *A*: elülső testtáj (proterosoma) és *B*: hátulsó testtáj (hysterosoma).



A csáprágó (chelicera) néhány típusa.
A: 2 ízű, karomban végződő (pl. pókok);
B: 2 ízű, ollóban végződő (pl. rovarpókok);
C: 3 ízű, ollóban végződő (pl. kaszáspókok).

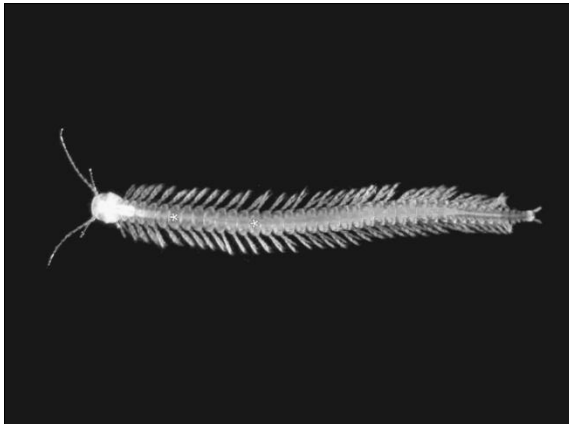
Soklábúak altörzse (Sph.: Myriapoda)

- **Fejre és közel homonóm** szelvényezettségű, változó szelvényszámú (11-193) **törzsre** tagolódnak. A pókszázlábúak (Scutigromorpha) kivételével összetett szemeik **egyszerű szemekké** tagolódtak fel. Egyeseknél (pl. rinyák, szövőcsévések, villáscsápúak, karimás ikerszelvényesek) az egyszerű szemek is hiányoznak, így ezek teljesen vakok. 1 pár csápjuk tövének közelében speciális páros érzékszerv, ún. **Tömösváry-szerv (temporális szerv, posztantennális szerv)** van. Szájszervük elsődlegesen trignath, de pl. az ikerszelvényeseknél (Diplopoda) a 2. pár állkapocs redukciójával másodlagosan dignath. A százlábúak (Chilopoda) trignath szájszervéhez méregmirigyes állkapcsi láb is csatlakozik, melynek feladata a zsákmányszerzés.
- Törzsszelvényeiken elsődlegesen 1 pár járólábat viselnek, de az ikerszelvényesek a **szomszédos szelvények összeolvadása miatt 2 pár járólábat**. A százlábúak utolsó pár járólába ún. **uszályláb**, amely gyakran élénk színűek, a többinél erőteljesebb és nem járásra való, hanem fegyverként, fogószervként, érzékszervként funkcionál.
- Fejlődésük a rinyák és a szkolopendrák kivételével szelvényesítő fejlődés (**anamorfózis**), amelynek három formája fordul elő: **eu-, hemi- és teloanamorfózis**.
- Rejtett életmódúak, éjszaka aktívak. A százlábúak ragadozók, az ikerszelvényesek lebontók.



Rákok altörzse (Sph.: Crustacea)

- Testük ált. **fejre (cephalon)**, **torra (thorax)** és **potrohra (abdomen)** különül, de egyeseknél a fej a torral összeőve fejtort (cephalotorax) alkot. Fejükön **2 pár csáp**, trignath szájszerv, összetett és naupliusz (középszem) szemek találhatóak. Szelvény számuk csoportonként változó, jellemző trend a szelvény szám csökkenése. Bizonyos élősködő életmódú csoportoknál a test szelvényezettsége teljesen eltűnik. A telson gyakran farokvillát (furca) visel. Elsődlegesen **kétágú végtagokkal** rendelkeznek, ez alól csupán az első pár csápjuk (antennula) képez kivételt. A szárazföldi ászkarákoké másodlagosan egyágú. A tor elülső néhány végtagja a szájszervi részeket segítő **állkapcsi lábként (maxillopodium)** szolgálhat (pl. evezőlábú rákok, tízlábú rákok, ászkrákok).
- Testüket hátpajzs (carapax) borítja, melynek kiterjedése változatos, fedheti szinte az egész hátoldalt (pl. pajzsosrákok), akár majdnem (pl. ágascsapú rákok) vagy teljesen (pl. kagylósrákok) beburkolhatja a testet, de hiányozhat is (pl. evezőlábú rákok, gályarákok). Kutikulájukba gyakran mészsók (többnyire kalcium-karbonát) rakódnak le, pl. magasabbrendű rákok.
- Többségük vízi, főleg tengeri, csupán az ászkarákok egy csoportja szárazföldi. Életmódjuk rendkívül változatos. Számos fajuk erőteljesen módosult testfelépítést mutató élősködő (pl. féregatkák, haltetvek)
- A rákok **parafiletikusak**, a **gályarákok** mutatnak szorosabb rokonságot a hatlábúak (Hexapoda) altörzsével. Az obligát stygobiont gályarákok mind ősi (pl. homonóm szelvényezettség) mind levezetett (pl. állkapcsi lábak) jellegekkel bírnak.



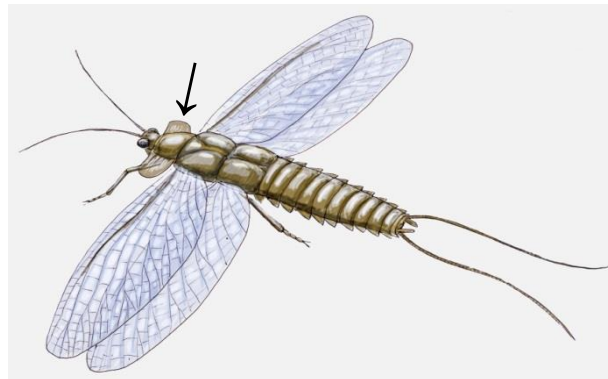
A kis fajszerű, diszjunkt elterjedésű (Karib térség, Kanári-szk. Ny-Ausztrália) gályarákok jellegzetes képviselője



Jelentősen módosult testfelépítésű **féregatkák**, melyek kifejllett korban **szárazföldi gerincesek obligát légúti élősködői**

Hatlábúak altörzse (Sph.: Hexapoda)

- Testük ált. **fejre (caput)**, **torra (thorax)** és **potrohra (abdomen)** különül. A fej a táplálékfelvétel, a főbb érzékszervek és az agy központja, a járólábakat és a szárnyakat viselő tor fő szerepe a helyváltoztatás, míg a potroh a vegetatív és reprodukív funkciók központja. 1 pár csápjuk, összetett- és pontszemeik vannak. A csáp részei a **csápnyel vagy csáptőíz (scapus)**, a **sarokíz (pedicellus)**, ill. a **csápostor (flagellum)**, mely változatos (fonalas, bunkós, fésűs, stb.) Trignath szájszervük részei közül a 2. pár álkapocs összeforrv az **alsóajkat (labium)** képezi. Nyaló- (pl. méhek), szívó- (pl. lepkék), nyaló-szívó- (pl. igazi legyek) vagy szűrő-szívó (pl. tripszek, szipókások, bolhák, csípőszúnyogok, stb.) szájszerveik az alap, rágó szájszervből (pl. bogarak, egyenesszárnyúak, hártyásszárnyúak) levezethető. **Torszelvényeik száma 3: elő- (pro-), közép- (meso-) és utótor (metathorax).** Elsődlegesen szárnyatlanok, de a túlnyomó többségük 2 pár szárnya a közép és utótoron ered (pterothorax). Az előtor hátlemeze gyakran kiterjedt (pl. bogarak, poloskák). **Potrohuk legfeljebb 11 szelvényből áll.** A potroh szelvényein lábak nincsenek, páros farcsuták (styli) lehetnek, ill. páros, végtageredetű **fartoldalék (cercus)** az utolsón.
- Életmódjuk, szaporodásuk, egyedfejlődésük változatossága óriási, akárcsak fajszaúuk. Főbb evolúciós változások a szárnyak, majd a szárnyhajtogatás és a teljes átalakulás megjelenése. A szárny **paranotum** vagy **exit eredete** vitatott, valószínűleg mindkettő, azaz maga a szárnylemez paranotum eredetű, de az ízesülése, az izmok és beidegzése exit eredetű (**duális hipotézis**). Két osztályuk az **előrovarok (Parainsecta v. Entognatha)** és a **valódi rovarok (Insecta v. Ectognatha)**. Az előrovarok (Parainsecta) többsége a soklábúakéhoz hasonló Tömösváry-szervvel rendelkezik. Elsődlegesen szárnyatlanok. Képviselőik pl. a lábaspotrohúak, ugróvillások.



†*Mazothairos enormis* (†Palaeodictyoptera).

A nyíl mutatja az előtori „szárnyacsakát”, a paranotum eredetet hangsúlyozó elképzelés egy bizonyítékát.

Függelék

Ajánlott irodalom:

- Holt, J. R. & Iudica, C. A.: Systematic Biology – The Science of Biodiversity. Available from: <http://comenius.susqu.edu/biol/202/animals/default.htm>
- Brusca R. C., Moore W., Shuster S. M. (2016): Invertebrates (3rd Edition). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 1104 pp.
- Lőrinczi G., Torma A. (2020): Állatrendszertan I.: bazális csoportok (Non-Bilateria) és összajúak (Protostomia). Egyetemi jegyzet. Szeged
- Papp L. (szerk.) (1997): Zootaxonómia. Egységes jegyzet. Magyar Természettudományi Múzeum – Dabas-Jegyzet Kft., Dabas

A nem saját készítésű ábrák forrása:

- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insect_leg_scheme.svg (Carstor, CC BY-SA 3.0)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insect_compound_eye_diagram.svg (Bugboy52.40, CC BY-SA 3.0)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Cheliceræ#/media/File:Cheliceræ.svg> (Alexei Kouprianov, Public Domain)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Class_Arachnida.png (CDC PHIL image library, Public Domain)
- <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:Armillifer.jpg> (Dennis Tappe & Dietrich W. Büttner, CC BY 2.5)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Speleonectes_tanumekes_unlabeled.png (Neiber, CC BY 2.5)
- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mazothairos1.jpg> (DiBgd, CC BY-SA 4.0)