

A tavasszal indult Digitális Állatkert ZooTanoda sorozatunkat folytatva most ősszel is készítettünk a pedagógusoknak és az otthon gyerekeikkel foglalkozó szülőknek a digitális oktatás óráin felhasználható segédanyagokat. Népszerű oktatási témáinkat és az érettségi témaköröket figyelembe véve készítettük az oktatási csomagjainkat, melyek letölthetőek, nyomtathatóak és összefűzhetőek és a járvány elmúltával az állatkerti iskolai programok, tanulmányi órák során is jól használhatóak

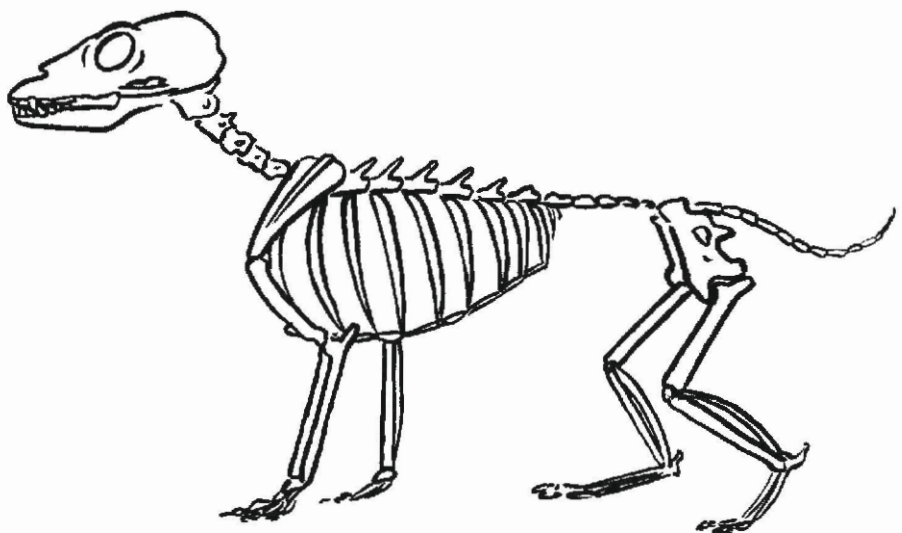
MOZGOLÓDÓ ÁLLATVILÁG

TARTALOMJEGYZÉK

1. MI MOZGATJA AZ ÁLLATOKAT?
2. KÚSZÓ-MÁSZÓ APRÓSÁGOK
3. PASSZÍV ÉS AKTÍV RENDSZEREK A GERINCESEK VILÁGÁBAN
4. ÁLLATI MOZGÁSOK, ÁLLATOK MOZGÁSBAN - PÉLDÁK A GERINCESEK VILÁGÁBÓL
5. ALKALMAZKODÓ VÁLTOZÁSOK
6. FELADATOK

Készítette:

Bagosi Zoltán
Demjén Zsófia
Koczor-Dombi Rita
Mirtse Áron
Szabon Márta



MI MOZGATJA AZ ÁLLATOKAT?



Kanalasgém

Az állatok számos módon képesek aktív helyváltoztatásra: csúsznak, másznak, futnak, repülnek vagy tekeregnek, de minden esetben van egy mozgásszerv, amit használnak. Ennek segítségével tudnak gyorsan eljutni egyik helyről a másikra. Az aktív mozgás nagy szerepet játszik az evolúcióban: elősegíti a gyors szétterjedést, új helyek felderítését, csökkenti a versengést, és részt vesz a természetes szelekcióban, hiszen a zsákmányállat vagy a ragadozó gyorsasága befolyásolhatja a fajfenmaradást.

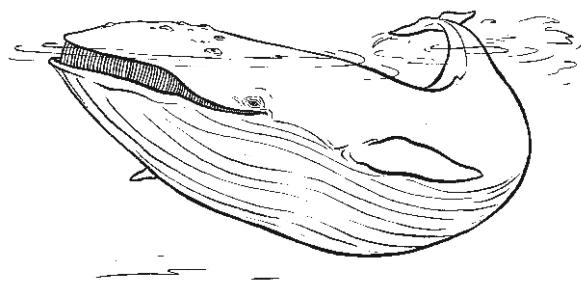
Ha azt mondjuk mozgás, a legtöbben csontok és izmok összmunkájára gondolnak, pedig az állatok többségének mozgásszervrendszere eltér a gerincesekétől. Gondoljunk csak a férgek, ízeltlábúak, puhatestűek, vagy akár az egysejtűek helyváltoztatási módjaira!

A mozgásszerv általában egy aktív és egy passzív félből áll, amelyben az aktív rész az izomrendszer, a passzív pedig a vázrendszer. A vázrendszer meghatározza a test alakját, és legtöbbször az izmok eredési és tapadási helyét is. A vázrendszer típusára viszont befolyással lehet a testnagyság, hiszen kis testhez viszonylag gyenge váz is elegendő, nagy testhez ellenben már erős szerkezet szükséges.

Tudod-e?

A tengeri emlősök azért nőhetnek nagyobbra, mint a szárazföldiek, mert a testtömeg csak bizonyos részét cipeli a vázrendszer, a többiben segít a víz felhatjőereje. A kék bálna (*Balaenoptera musculus*) testtömege éppen ezért a 160 tonnát is elérheti. Ekkora súllyal egy szárazföldi állat alighanem mozgásképtelen lenne.

A váz lehet külső és belső is. Első esetben az izmok belülről tapadnak, másodikban kívülről veszik körbe a vázrendszer alkotóit. Külső vázzal a gerinctelenek, belső vázzal a gerincesek rendelkeznek.



CSÚSZÓ-MÁSZÓ APRÓSÁGOK

Már a prokariota baktériumok között is előfordulnak olyanok, amelyek csillók segítségével változtatják a helyüket. Az eukariota egysejtűeknél pedig találhatunk csillókkal, egy vagy több ostorral, illetve állábbal mozgó csoportokat is. (Id: Állatkert a mikroszkóp alatt)

A többsejtű állatoknál a testszövet megjelenésével a mozgást már a kezdetleges formáknál is idegrendszer szabályozza. A csalánozók (Cnidaria) közé tartozó medúzákra (Medusozoa) és a hidraállatokra (Hydrozoa) jellemző hámizomsejtek összehúzódását a testükben egységes hálózatot alkotó diffúz idegrendszer koordinálja. Ezeknél az állatoknál a hámsejtek egyben az izomsejtek munkáját is elvégzik. Egyes medúzáknál (kehelyállatok (Scyphozoa)) viszont már önálló izomrostokat is találhatunk.



Medúza

A tüskésbőrűeknél, a férgekél és a puhatestűeknél előforduló bőrízomtömlőt a kültakaró és a mozgásszervrendszer szoros együttműködése jellemzi. Ebben a külső hámréteget kötőszövet kapcsolja össze a belső izomréteggel. A fonálféreg bőrízomtömlőjében csupán hosszanti lefutású izmok találhatóak, míg a gyűrűsféregnél külső körkörös (circularis) és belső vaskos hosszanti (longitudinalis) izomzatot is megfigyelhetünk. A puhatestűek bőrízomtömlőjében ezek az izomrostok a kötőszövetbe ágyazódnak, csak ritkán alkotnak külön izomréteget.

A tüskésbőrűeknél a bőrizomtömlő mellett egy különleges és egyedülálló mozgatórendszert is találunk, az úgynevezett vízdedényrendszert. Ez a testet átszövő csőhálózatból áll, amely a tengervíz felhasználásával mozgatja a testfelszínből kinyúló, tapadókorongokban végződő, vékony tömlőlábacskákat. A tömlőlábak mozgatják az állatot előre az aljzaton, és a zsákmány megragadásában is segítenek.

Az izomzat minél hatékonyabb működéséhez vázrendszerre van szükség, amelyhez az izmok tapadhatnak, és amely támasztékot ad a mozgáshoz.

Ósi, különleges vázrendszerforma a férgekre is jellemző hidrosztatikus váz. Ez a giliszták esetében sajátos mozgást tesz lehetővé. A folyadék összenyomhatatlansága révén a szelvények térfogata tulajdonképpen állandó, így egy-egy szelvény megrövidülve vastagabb lesz, elvékonyodva pedig hosszabb. A körkörös és hosszanti izmok megrövidülése és megnyúlása (összehúzódásuk) eredményezi a sajátos féregszerű (perisztaltikus) mozgást. Ha a körkörös izmok összehúzódnak, az állat elkeskenyedik és megnyúlik, ha viszont a hosszanti izmok húzódnak össze, megrövidül és vastagabb lesz. A giliszta ezen összehúzódások váltakozásával halad előre, úgy, hogy közben a testét borító sertékkal megkapaszkodik, majd a többi szelvényt maga után vonja.

Tudod-e?

Egyes férgeknek a bőrizomtömlőt fontos védelmi funkcióval bíró kutikula borítja. A belekben élősködő endoparazita fonálféreg kutikulája például rendkívül vastag, hogy védje az állatot az emésztőnedvekről.

A puhatestűek mozgása életmódtól és élettértől függ. Az éti csigák (*Helix pomatia*) a talpmirigyek által kiválasztott nyálkarétegen csúsznak. Ez a jellegzetes mozgás a talp (hasláb) izomzatának periodikus összehúzódásával jön létre. Az egymást követő hullámok biztosítják a haladást. Emellett a puhatestűek nyílt keringési rendszerűek, így a szöveteik közt áramló haemolympha is (hidrosztatikus vázként) segít nekik a hatékony mozgásban. A tengeri meztelencsigák (csupaszkopolyúsok) hullámzó úszással haladnak a vízben.



Éti csiga



Achát csiga

A puhatestűek közé tartozó fejlábúaknál (vagy lábásfejűeknél) többféle mozgásformával is találkozhatunk. Ezek az állatok a legtöbbször nem használják helyváltoztatásra a lábaikat, ezért azokat egyaránt nevezhetjük karoknak is. A nyolckarú polipok (Octopodiformes) azonban néha mégis ellentmondanak ennek az állításnak, amikor a karjaikat maguk köré fonják, és csak a lábvégeikkel érintve az aljzatot, „tipegnek” odébb, mint a balerinák. Általában azonban a karjaikkal húzzák és lökik magukat előre a tengerfenéken. Amikor viszont gyors helyváltoztatásra van szükségük, például menekülniük kell, az úgynevezett rakétaelvet használják: a testüregükből hirtelen vizet lövellnek a támadójuk felé, ami nagy gyorsasággal ellöki őket az ellenkező irányba. A tízkarú tintahalak (Sepiida) és kalmárok (Teuthida) is ezen az elven közlekednek a tengerben.

Tudod-e?

A csigaházaspolipok közé tartozó nautiluszok (Nautilida) igen különleges módot használnak a helyváltoztatásra. A nevük is utal rá, hogy ezek a polipok a csigákéhoz hasonló mészhéjú házzal védik a testüket. Ennek a csigaháznak azonban a belseje a csigákétól egészen eltérő kialakítású, ugyanis rekeszekre osztott. A polip csupán a legkülső rekeszben foglal helyet, a többi gáz tölti ki. A polip a gáz mennyiségének szabályozásával emelkedik fel és süllyed le az óceánban.



A külső váz a gerincesek csontjaihoz hasonlóan szilárd izomtapadási helyül szolgál az állatok mozgásrendszerében. Ha a külső váz nem zárt (mint például a puhatestűek esetében), együtt nőhet az állattal, ha viszont teljesen beborítja a testfelszínt, ahhoz, hogy az állat növekedni tudjon, rendszeresen le kell vedlenie. (Ld: Az állatok kültakarója)

Az ízeltlábúak testét kitintartalmú kutikula borítja. Érdekes, hogy ez nem csupán kívülről takarja az állatot, hanem az összes ektodermális (külső csíralemez) eredetű hámot (például a légcsöveget, elő- és utóbeleket) is befedi. Ezek a helyek a kutikula kesztyűujjszerűen visszatűródik a test belsejébe, és vedlés során az állat a külső kutikulával együtt szintén lecseréli (a korábbi, kinőtt réteget egészben kihúzza a testéből).

A kutikulát a legfelső hámréteg termeli, nincsenek benne élő, sejtes összetevők, emiatt sem növekedni, sem regenerálódni nem képes. Az izmok belülről tapadnak a végtagok csőszerű szelvényeihez, ellentétben a gerincesek mozgásrendszerével, ahol a vázizmok a csontokat kívülről veszik körbe.



Ugandai rózsabogár

Tudod-e?

A vedlés során az új kutikulának időre van szüksége ahhoz, hogy megszilárduljon, ezalatt viszont nem alkalmas az izmok megtámasztására. Az ízeltlábúak tehát erre az időre tulajdonképpen mozgásképtelenné válnak.

A kitinpáncéllal rendelkező állatok végtagjai merevek, csak az ízesülések helyén képesek elmozdulni. A lovagi páncélkesztyű kiválóan példázza a működésüket. Ahhoz, hogy egy ilyen kesztyűben be tudjuk hajlítani az ujjainkat, annak több kisebb páncéldarabból kell felépülnie. Ha a kesztyűt az ujjainkkal megegyező méretű darabokból kovácsolnánk, legfeljebb integetni tudnánk vele. Az ízeltlábúak elnevezését kölcsönző végtagok tehát pont a mozgathatóságuk miatt lettek ízelték, másként ezek a páncélos élőlények mozgásképtelenek lennének.

A merev páncélzat kapcsán egy másik fontos tényezővel is számolni kell, mégpedig az alátámasztással. Ahhoz, hogy mi, emberek képesek legyünk két lábon egyhelyben megállni, igen bonyolult és összehangolt izommunkára és a helyzetérzékelésünk állandó korrekciójára van szükségünk. Ha ebben a rendszerben valamelyik összetevőt, például a helyzetérzékelésünket valami befolyásolja, le kell támaszkodnunk minimum három, vagy mind a négy végtagunkkal, hogy megtartsuk magunkat.

Egy merev dolog, például egy szék, minimum három lábon áll meg stabilan. Tehát ahhoz, hogy egy merev páncélzatú élőlény a közlekedése során ne essen orra, minimum három ponton folyamatosan alá kell támasztani. A Csillagok háborúja című filmben szereplő négy lábú harci lépegetők emiatt egyszerre csupán az egyik lábukkal képesek lépni, ami igen lassú előrehaladást eredményez. A természet ennél jóval átgondoltabb megoldásokkal dolgozik: hat végtag esetén egyszerre három stabilan alátámaszthatja a testet, amíg a másik három előreléphet. Az alátámasztás természetesen az állat mindkét oldalát érinti, ezért általában az egyik oldali középső támaszt együtt a másik elülső és hátsó lábával, a következő lépésnél pedig fordítva. Az ízeltlábúaknak ezért van szükségük minimum hat végtagra.

Ezzel a módszerrel a rovarok a testméretükhöz képest jóval nagyobb futási sebességre képesek, mint bármely más élőlény a földön.

Tudod-e?

A leggyorsabban futó rovar egy Ausztráliában honos homokfutrinka-féle, a *Cicindela hudsoni*, amely akár 6,8 km/h sebesség elérésére is képes. Ezzel a vizuális rendszere nem képes lépést tartani, ezért lassítania kell, ha útközben látni is szeretne. Ez a sebesség akkora a méretéhez képest, mintha egy ember a saját erejéből 1160 km/h-val futna, ami már szinte súrolja a körülbelül 1200 km/h-s hangsebesség határát.

A rovarok másik fő mozgásformája a repülés. A rovarok szárnyai a második és a harmadik torsiárból erednek, és az emlősök valamint a madarak szárnyától eltérően, nem végtagok, hanem kültakaró eredetűek (bőrfüggelékek). A repülést segítő izmok érdekes módon a legtöbb esetben nem közvetlenül a szárnyhoz, hanem csupán a torhoz kapcsolódnak. Ezek a hosszanti és



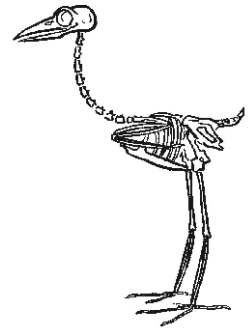
Házi méh

hát-hasi irányban húzódó, erősen fejlett izmok a tor páncélzatának gyors felpúpozásával, majd ellaposításával mozgatják a szárnyakat. Bár ez a módszer nem tűnik túl hatékonynak, a mézelő méh (*Apis mellifera*) közel 200 szárnycsapásra képes általa másodpercenként, és ezzel együtt akár a 40 km/h sebességet is elérheti (ezt érdemes összehasonlítani a homokfutrinkánál említett adatokkal). A titok nyitja, hogy ennél a módszernél nincs szükség minden egyes izom-összehúzódáshoz idegi impulzusra. Néhány rovar, például a szitakötők (Odonata) repülőizomzata ellenben ettől eltérő módon közvetlenül a szárnyakhoz kapcsolódik, ami viszont lehetővé teszi, hogy az egyes szárnyak egymástól külön-külön mozogjanak. Ez megnöveli a manőverező-készséget, ami az imént említett, rendkívüli képességű, repülő rovarokra vadászó állat esetében igen hasznos tulajdonság.

PASSZÍV ÉS AKTÍV RENDSZEREK A GERINCSEK VILÁGÁBAN

CSONT MINT SZERV ÉS SZÖVET

A csontok (os, ossa) a szervezet belső szerkezetét, vázát adják, többféle összeköttetéssel egységesen csontvázat (sceletum) alkotnak. A csont támasztószövet, alapvető funkciója szerteágazó: részt vesz a vérképzésben, védi a belső szerveket, kalcium- és foszfátraktár, eredési és tapadási hely. A csontokkal foglalkozó tudományágot osteológiának nevezzük.



Tudod-e?

Megkülönböztetünk lapos (például lapocka), csöves (például combcsont), köbös (például lábtőcsontok) és szabálytalan alakú (például arckoponya) csontokat. Nem csak alaki csoportosítás ez, hanem funkcióbeli is: például a lapocka aktívan részt vesz a vörösvértest-képzésben, viszont a végtagok csontjaiban a vörös csontvelő sárga csontvelővé alakul a kor előrehaladtával.

A csontváz passzív, önálló mozgásra nem képes rendszer; a csontok elmozdulását a hozzájuk meghatározott helyeken tapadó izmok összehúzódása eredményezi. A csontvázat három fő részre oszthatjuk: fejkváz, törzsváz és végtagváz.

A fejkváz javarészt minden gerincesnél egységes: agy- (neurocranium) és arckoponyára (cranium viscerale) különül el.

A törzs csontjait két fő részre tagolhatjuk:

- A törzs fő vázát a gerincoszlop (columna vertebralis) adja. Ezt a filogenezis során először a gerinchúr körüli kötőszövetes állományban létrejövő porcok (pl. porcoshalak), majd csontszövetből felépülő csigolyák (vertebrae) alkotják. Ezek szabálytalan alakú csontok erős, de rugalmasan mozgékony tengelyt alkotnak, mely a gerincvelőt foglalja magába. Beszélhetünk nyaki, háti, ágyéki, keresztcsonti és farokcsigolyákról.

Az emlősök nyakcsigolyáinak száma csaknem mindig hét (kivételt képeznek a lajhárok és a manátuszok). A többi csigolya száma eltérő lehet, amit az adott állat életmódja és életkörülményei befolyásolnak.

- A hátszigolyákhoz csatlakozó bordák a szegycsonttal alkotják a mellkas csontos vázát. Fő funkciója a tüdő védelme.

A bordák (costae) páros csontok, melyeknek száma a hátszigolyákéval megegyezik. Azon bordákat, melyek porccal közvetlenül kapcsolódnak a szegycsonthoz, valódi bordáknak nevezzük, amelyek viszont porcaikkal bordaívet alkotnak, álbordáknak hívjuk.

A végtagváz két fő részre különíthető: mellső és hátsó végtag csontjai. Ezek többsége tipikus hosszú csöves csont. Mindkét végtagpárra jellemző a függesztőív kialakítása: az ún. szabad végtag a függesztőív csontjaival kapcsolódik a törzsvázat adó csigolyához.

A halak úszói nem mind kapcsolódnak függesztőívvel a gerincoszlophoz. Bizonyos állatoknál végtaghiány vagy végtagmódosulás lép fel: a kígyóknál például sem végtag, sem függesztőív nem található.

A gerincesek közül a porcoshaloknak van egyedül teljesen porcos vázuk, mely legtöbbször elmeszesedik. Páros végtagjaik közül a mellúszójuk fejlett, rájuk esetében alkalmazkodott az életmódbeli változásokhoz, és egységes úszólebenyt képez. Mindig van hátúszójuk; hasúszók viszont igen sok esetben a hímeknél páros szervvé módosul (myxopterygium). Farokúszójukba a gerincoszlop csak a felső részbe terjed be – ezt heterocerk farokúszónak nevezik.

A valódi csontos halaktól kezdve a vázrendszerre elmondható: kevés porcot tartalmazó csontváz.



Zebrecápa

Tudod-e?

A porcoshalak igen régi állatcsoportot alkotnak, legkorábbi leleteik visszanyúlnak majd 300 millió évvel ezelőtre is. Virágkorukat a karbon korszakban élték. Számuk azóta folyamatosan csökken.

AZ IZOMSZÖVET

Az izomrendszer a passzív vázrendszer mozgatójában és a zsigeri szervek működésében játszik fontos szerepet. Rugalmas, ingerlékeny és összehúzódásra képes szövet. Alaktani meghatározásban is szerepe van.

Az izomszövetnek alapvetően három nagy típusát különítjük el.

1. Simaizomszövet

A simaizomzat akarattól függetlenül működik, vegetatív beidegzés alatt álló szövet. Nem minden izomsejt kap ingerlést, de mivel a sejtek nyitott kapcsolatban vannak egymással, az ingerület gyorsan terjed a sejtek között. Alapvetően a szervek falában lévő izomzatot képezi, ezenkívül számos gerinctelen állatban is megfigyelhető izomzat.

2. Harántcsíkt izomszövet

Ennek az izomszövetnek két típusát különíthetjük el: vázizom és szívizom.

A vázizom

Már gerinctelen állatok nyelőcsövében (fonálféreg) is előfordul, az ízeltlábúak és gerincesek esetében pedig a test mozgatásában vesz részt. Fáradékony, nagy erő kifejtésre képes, de tartós működésre nem.

Tudod-e?

A pontyok vázizomzatát harántcsíkt izomszövet alkotja, melynek estünkben két fajtáját különítjük el:

1. A vörösizmok hosszabb összehúzódásra alkalmasak, de kisebb erőt tudnak kifejteni. Ilyenek az ún. rövid izmok, melyek például a kopolyúívek vagy az úszók izmai.
2. A fehérizmok nagy erő kifejtésére alkalmasak, viszont ezek rövid ideig tartanak. A ponty esetében a törzs- és farokizomzatot alkotják.

A szívizom

A harántcsíkt izomszövet speciális típusa. A vázizomzattól eltérően több vonásban különbözik. Sejtes szerkezetű, míg a vázizom sokmagvú rostokból áll. Hosszú, kitartó működésre képes izomzat, nem fáradékony. Az emlősökben az ingerületvezetést Purkinje-féle rostok (módosult szívizomrostok) végzik.

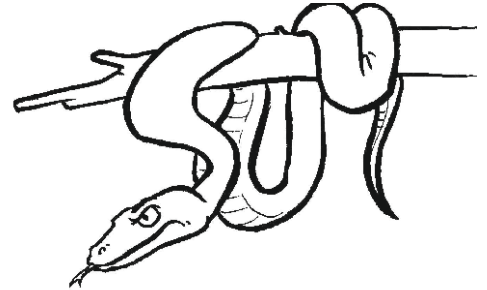
Állati mozgások, mozgó állatok – példák a gerincesek világából

Számos mozgástípust lehetne bemutatni az állatvilágból, ami érdekes, egyedi vagy különleges, így az óriási sokaságból csak két állat példáját emelünk ki.

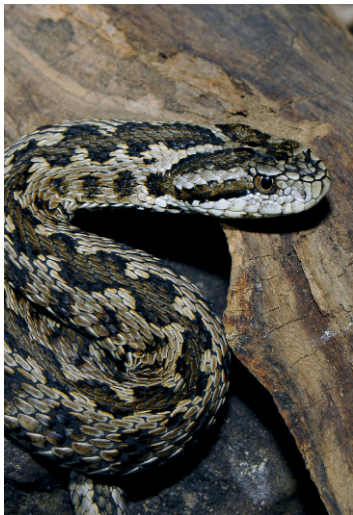
A kígyók

A vízisikló (*Matrix natrix*) azon állatok közé tartozik, amelyeknél végtagváz és végtagok nem figyelhetők meg. Az óriáskígyókon (*Booidea*, *Pythoidea*) azonban még megtalálható a hátsó végtagok elcsökevényesedett maradványa.

A kígyók törzsizomzata viszont rendkívül fejlett. Sokféle mozgásra képesek. Legtöbbször a jellegzetes sinushullámra hasonlító alakot felvéve, oldalazva haladnak előre (kígyózó mozgás), ilyenkor meghatározott szakaszokon hullámosan halad át egy oldalirányú flexió, amit kiegyenesedés és újabb, de ellentétes irányú flexió követ. Mivel a kígyó hasi és farokpajzsai a földön támaszkodnak, így ez a mozgás előrehaladást eredményez. Ezzel a jellegzetes mozgásával képes a kígyó az úszásra is.



A kígyó nemcsak kígyózó mozgásra képes. A farokcsigolyák kivételével minden csigolyájához kapcsolódik egy pár borda, melyeket a hasoldalon nem kapcsol össze



Rákosi vipera

szegycsont, tehát szabadon mozognak. Ezeket a bordákat, és általuk a hasi pikkelyeket előre-hátra mozgatva úgy halad előre, mintha egy százlábú mozogna a bőre alatt. Ezzel a mozgásformával a kígyó teljesen kinyújtott testtel is képes mozogni; ez megfigyelhető pl. vedléskor, amikor a bordáikkal „lépkedve” kibújnak a bőrükből.

Vadászatkor a kígyó S betű alakba görbíti a nyakát, majd a megfelelő pillanatban ezt villámgyorsan kiegyenesítve támad zsákmányára. Ezzel a módszerrel tudja az úszó halat, repülő madarat, futó-ugró emlőst, békát mozgás közben zsákmányul ejteni. Az óriáskígyók és egyes siklók képesek maguknál sokkal nagyobb állatot körülfontni és szorításukkal elpusztítani.

Tudod-e?

Egyes kígyók képesek ugrani: ilyenkor az állat spirális alakot vesz fel, amelyből kiegyenesedve rugóként pattan a levegőbe. Természetesen ez sem mereven egyenes, ilyenkor a test kicsit oldalirányba elhajol. Egyes sivatagi kígyófajok jellegzetes mozgása az oldalazás, amikor a test felemelkedik a talajról, és egyszerre csak két pontja érinti a forró homokot.

A madarak és a repülés

A repülés mechanizmusa bonyolult folyamat. Három szakaszból áll: felszállás – haladó repülés – leszállás.

Felszálláskor a felhajtóerőt az elrugaszkodással vagy nekifutással egyidejű erős szárnycsapkodás adja. Elrugaszkodáskor a két szárny a repülő rotorjához hasonlóan légörvényt és nyomáscsökkenést hoz létre a test fölött. Nekifutáskor a szárnyak tipikus evező mozgásával és magával a nekifutással teremti meg a siklórepülés aerodinamikai feltételeit.

A kiszögellésen (például sziklán) ülő madár úgymond „leveti magát a mélybe”, siklórepüléssel startol. Ez esetben a szintkülönbséget és a siklórepülést használja ki az állat. Nagy szárnyfelületű madarak képesek a felszálló meleg légáramlatokat (termikeket) kihasználva szinte szárnymozgás nélkül felköörülni a magasba.

A haladó repülés a felhajtóerő egyik alaptételével magyarázható (Kutta-Zsukovszkij tétel). A szárny középső része hajlított keresztmetszetű, így a szárny feletti levegő összesűrűsödik, áramlási sebessége nő, nyomása csökken. Viszont az alatta lévő levegő a homorú profil következtében szétterül, nyomása nő, sebessége csökken. Tehát a szárnyra ható szívó és nyomó hatások eredője a felhajtó-, illetve az emelőerő. Leszálláskor a szárnyak a haladási irányra merőlegesen fordulnak, így fékező hatást fejtenek ki. Ezt még a szétnyitott kormánytollak is fokozzák. Ez a repülésben a „repülőgép-csűrőlapok elve”.



Sasok és fakókeselyű

A madarak repülésének több típusát különböztethetjük meg.

1. **Evezőszárnyú repülés:** a madár folyamatosan fel-le mozgatja a szárnyait, eközben minden tempónál elcsavarja a szárnyait. A szárny mozgásában fontos szerepet játszik a tarajos szegycsonthoz tapadó mellizom. Speciális esete a víz alatti repülés, melyet a pingvinek és alkák végeznek.
2. **Mozdulatlan szárnyú repülés:** ide tartozik a sikló- és a vitorlázórepülés. A siklórepülést a madár az evezőszárnyú repüléssel felváltva is gyakorolhatja, pihentetve a szárnyait (pl. harkályok, pintyek). A vitorlázórepülés a nagytestű, nagy szárnyfelületű madarakra jellemző (pl. albatroszok és viharmadarak, gólyák, sasok és keselyűk).
3. **Zuhanórepülés:** a leggyorsabb repülési mód, melyet többnyire ragadozó (illetve hlevő) madarak alkalmaznak zsákmányszerzéskor. A madár a szárnyait a testhez szorítva hátranyilazza, ezzel is csökkentve a légellenállást. Legjellegzetesebb művelője a vándorsólyom, melynek sebessége a 300 km/órát is meghaladhatja.
4. **Helyben repülés:** ide tartozik a szitálás és a forgószárnyú repülés. Szitáláskor a madár a szemből fújó szelet kihasználva ez helyben lebeg: így figyel a zsákmányt pl. a vércse. Forgószárnyú repülést végeznek a kolibrik: a szárny nyolcas alakot ír le, így a madár akár hátrafelé is repülhet.



Tudod-e?

A kolibri képes másodpercenként 43 alkalommal fel-le mozgatni a szárnyát, de ez elérheti akár a 80 csapás/másodpercet is.

ALKALMAZKODÓ VÁLTOZÁSOK

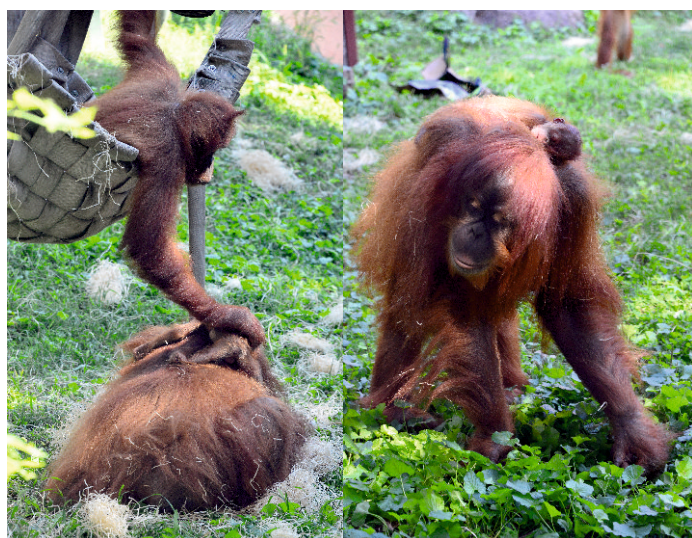
Az élőlényeknek a túlélésért folyó küzdelem során évszázadok, évezredek vagy akár évmilliók alatt alkalmazkodnia kell környezetéhez. Ez a folyamat napjainkban a szemünk előtt zajlik, gondoljunk csak a jegesmedvék nyári vízfelszíni jégolvadáshoz való alkalmazkodására.

Először Charles Darwin figyelte meg ilyen szempontból az élővilágot egy térképészeti célú hajóútja során. Hatalmas botanikai és zoológiai gyűjteményt állított össze, mellette naplót vezetett megfigyeléseiről. Élete további részében ezekből a jegyzetekből dolgozta ki máig ható elméleteit. Darwin szerint a természet célja, hogy az egyedek erőnléte minél jobb legyen, tehát egy fajon belül mindig a legrátermettebb egyed tud nagyobb eséllyel szaporodni, így ezeknek az egyedeknek az utódai kerülnek túlsúlyba az állományban. A mutációk és a véletlen genetikai sodródás révén kedvező vagy kedvezőtlen változások történnek az állat fejlődése során. Ha a külső tényezők épp a mutáns génekkel rendelkező élőlénynek kedveznek, akkor az örökítheti tovább a génjeit, ezzel is alakítva az adott fajt. Ha több ilyen mutáció történik, akkor létrejöhet egy új faj, melynek egyedei az „eredeti” faj egyedeivel már nem tudnak szaporodóképes utódot a világra hozni.

Az evolúció alapja az alkalmazkodás. Amikor új környezetbe kerül egy állatfaj, fokozatosan hozzá kell szoknia ahhoz. Ilyenkor hosszabb távon csak azon tulajdonságok maradnak fenn, melyek elősegítik az állat túlélését a megváltozott környezetben, a kevésbé hatékony tulajdonságok pedig elvesznek, kisselektálódnak. Így idővel átalakul a génállomány, tehát új faj keletkezik. Természetesen ez nem gyorsan végbemenő folyamat, hanem hosszú, evolúciós változás is egyben.

Alkalmazkodás esetén beszélhetünk anatómiai, fiziológiai vagy viselkedésbeli változásról. A fiziológiás alkalmazkodásra jó példa a tartalék tápanyag őszi felhalmozása a testben, a testzsír felszaporítása.

Az anatómiai alkalmazkodás esetén megváltozik az állatok a testfelépítése; ennek nagyon sokszor közvetlen köze van az állat mozgásához. Ezért van az, hogy az orángutánoknak a mellső végtagja hosszabb a hátsó végtagjuknál, hisz a fő mozgásformájuk (és egyben a haladási módszerük) az egyik ágról a másikra való csimpaszkodó ugrálás, amihez szükségük van a hosszú karokra.



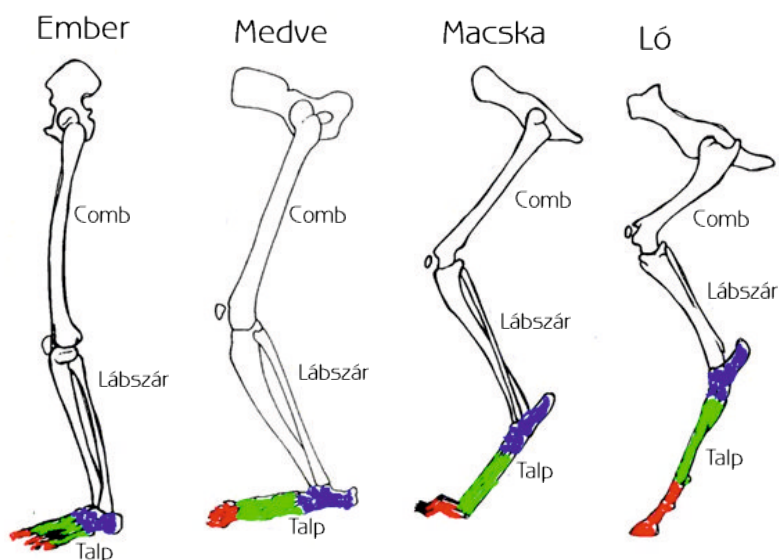
Szumátrai orángutánok

Hasonlóképpen a lajhárok mellső végtagjai is jóval hosszabbak a hátsóknál. Lábujaik a bőr alatt teljesen összenőttek, és rajtuk hatalmas, sarlószerű karmaik vannak: ez teszi lehetővé, hogy minimális izommunka nélkül is képesek legyenek lógni a fák ágain. A csüngő életmódhoz való alkalmazkodást szolgálja az is, hogy az emlősök közt egyedülálló módon 24 bordával rendelkeznek (kétszer annyival, mint az ember): így a bordakosár nemcsak a tüdőt és a szívet védi, hanem alátámasztja a zsigereket is. Nyakcsigolyáik száma is eltér az emlősöknél megszokottól. A háromujjú lajhároknak hét helyett kilenc nyakcsigolyája van, így fejüket szinte teljesen körbe tudják forgatni tengelyük körül. Érdekes viszont, hogy rokonaiknak, az Állatkertünkben is megtalálható kétujjú lajhároknak csak hat (sőt, olykor öt) nyakcsigolyája van.



Kétujjú lajhár

A földön a gyors mozgás azt követeli meg, hogy az állat lába minél kisebb felületen érintkezzen a talajjal. Ennek érdekében a gyors ragadozók (pl. kutya- és macskafélék) nem a talpukon, csak az ujjakon járnak, a patásoknál pedig az ujjak száma redukálódik: a legextrémebb példát a lófélék jelentik, melyeknek mindössze egyetlen (a középső) lábujjuk maradt meg, de két lábujjat figyelhetünk meg a zsiráfokon és teveféléken, illetve általában a párosujjú patásoknál is csupán ennyi érinti a talajt. Ezzel párhuzamos alkalmazkodási formát a futómadarak közül a struccnál találunk, melynek ugyancsak két lábujja maradt meg, de abból is az egyik (a külső) jóval kisebb, és a test súlyát döntőrészt a másik, vastkosabb lábujj viseli, mely a lovakéhoz hasonlóan eredetileg a madár középső ujjá.



Említést érdemel a kenguruk alkalmazkodása: mozgásuk és izomzatuk egyedülálló az élővilágban. Mellső végtagjaik csak akkor érintik a földet, ha az állat egészen lassan mozog vagy lefelé, különben a hátsó végtagjain (ugrólábak) ugrálva közlekedik. A hátsó kettőhöz segítségképp csatlakozik a hosszú és izmos fark, mely harmadik hátsó lábként vesz részt a mozgásban. Ez a mozgás rendkívül energiatakarékos, így a kenguruk hatalmas távokat képesek rövid idő alatt megtenni.

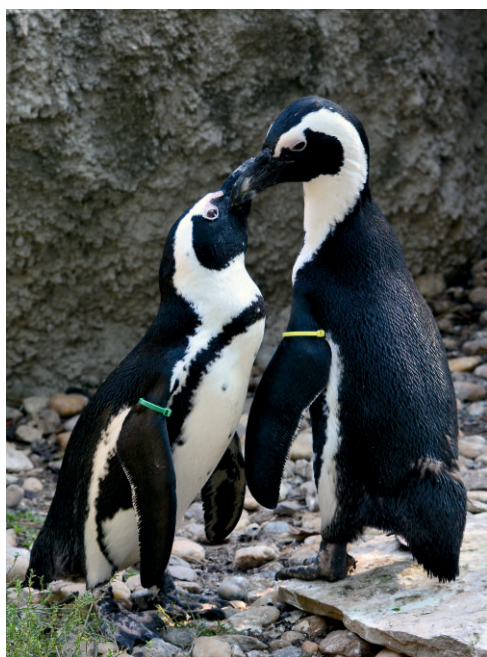
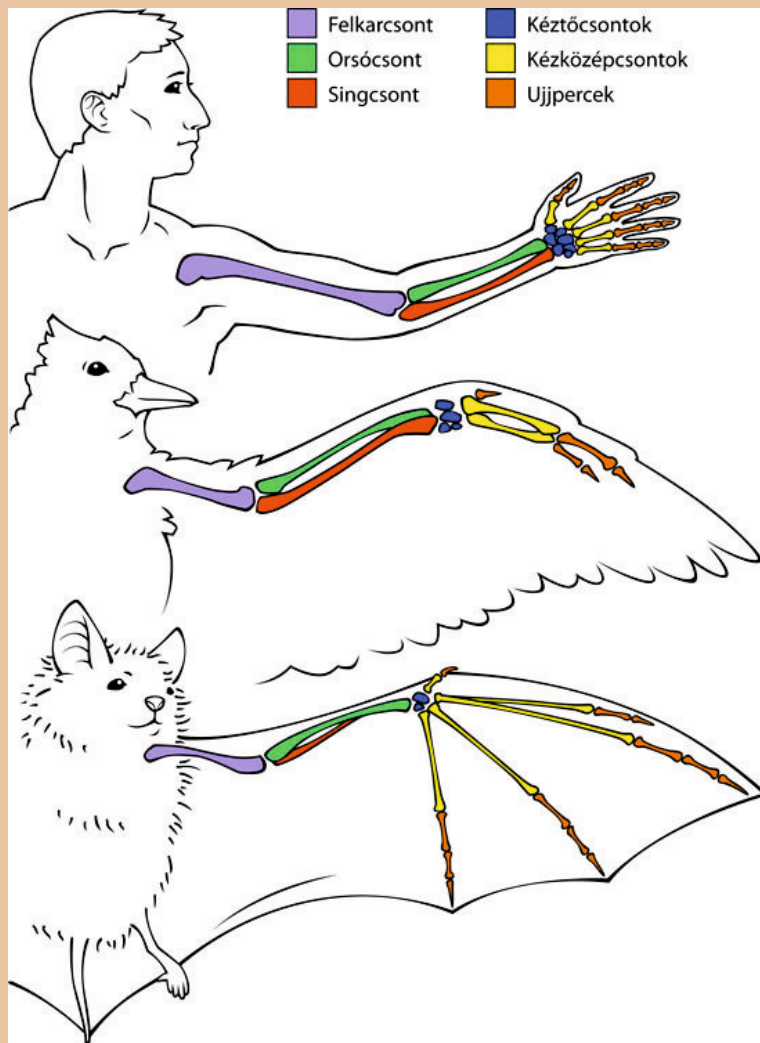
Tudod-e?

A kenguruk őse fákon kapaszkodva, gyümölcsöket szedve élte életét a mainál jóval csapadékosabb és dúsabb növényzetű Ausztráliában. A drámai klímaváltozás hatására váltottak ugrálásra: füves és sivatagos területek elterjedése tette szükségessé, hogy gyorsan tegyenek meg nagy távokat egyik táplálékforrástól a másikig.



Derby-kenguru

Figyeld meg!
A mellső végtagok mozgásformák szerinti anatómiai változásai figyelhetők meg a madár – denevér – ember csontvázáról látható rajzon is.



Pápaszemes pingvinek

Nemcsak a szárazföldi, de a vízi életmódhoz való alkalmazkodáskor is a testfelépítés módosulása történik. Így alakult ki például az, hogy a vízi életmódhoz kötött madaraknál és emlősöknél a lábujjaik között úszóhártya fejlődött, amellyel a vízben gyorsabban és könnyebben tudják hajtani magukat. Emellett a testalkatuk is eltér a szárazföldi állatokétól. Ha a példa kedvéért megnézzünk egy pingvint, akkor látható, hogy hosszúkas, torpedó alakja van. Ez azért fontos, hogy könnyebben, gyorsabban tudjon haladni a vízben, csökkentve így a közegellenállást.

Tudod-e?

A pingvinek áramvonalas testük révén hasítanak a vizekben. Úszási sebességük elérheti a 24 km/h-t. A szárnyaik olyan merevek, mint az evezők. Előre-hátra lendítéssel segítik az állatot az előrehaladásban. Csontjaik a többi madáréhoz képest nehezek, nem üregesek, hiszen nem az a lényeg, hogy minél könnyebbek legyenek, hanem pont az ellentéte: minél nehezebbek, hogy könnyebb legyen lemerülniük a víz alá. Lábaik kicsik, a testük végén helyezkednek el, ezáltal a szárazföldön felegyenesedve és lassan, totyogva haladnak. Viszont a vízben ezek kormánylapátként szolgálnak.



A mozgásszervek módosulásán túl számos példa van még az alkalmazkodásra, ezekből néhány:

- A szervezet belső alkalmazkodása a környezeti változásokhoz pl. téli álmom – hibernálódás.
- Élőhelykövetés: ha megszűnnek a megfelelő adottságai egy élőhelynek, a faj egy másik hasonló élőhelyet keres (állatok vándorlása).
- Az egyik legszembetűnőbb alkalmazkodás, mikor az állat mintázata vagy alakja okán beleolvad a környezetébe (például a botsáskák, vándorló levelek, kaméleonok), vagy olyan mintát, illetve színezetet vesz fel, amely riasztó hatással lehet a támadóra (például lepkek). Ezt mimikrinek hívják, célja a megtévesztés.

Az állatkertben élő állatok is jól alkalmazkodtak az ember által teremtett körülményekhez, igaz, hogy itt maximálisan figyelembe veszik az állattartóhelyek kialakításakor az állatok környezeti és társas igényeit.

FELADATOK

SZÓKERESŐ

Fejtsd meg a betűkavalkádokat, és pár szóban fogalmazd meg jelentésüket.

ZMTILÓBÖÖMRO

TKSALTZIRPSEIV

LEVNZYSÉ

AKTULIUK

ÁTNKIVIZ

RCEKHTEEOR

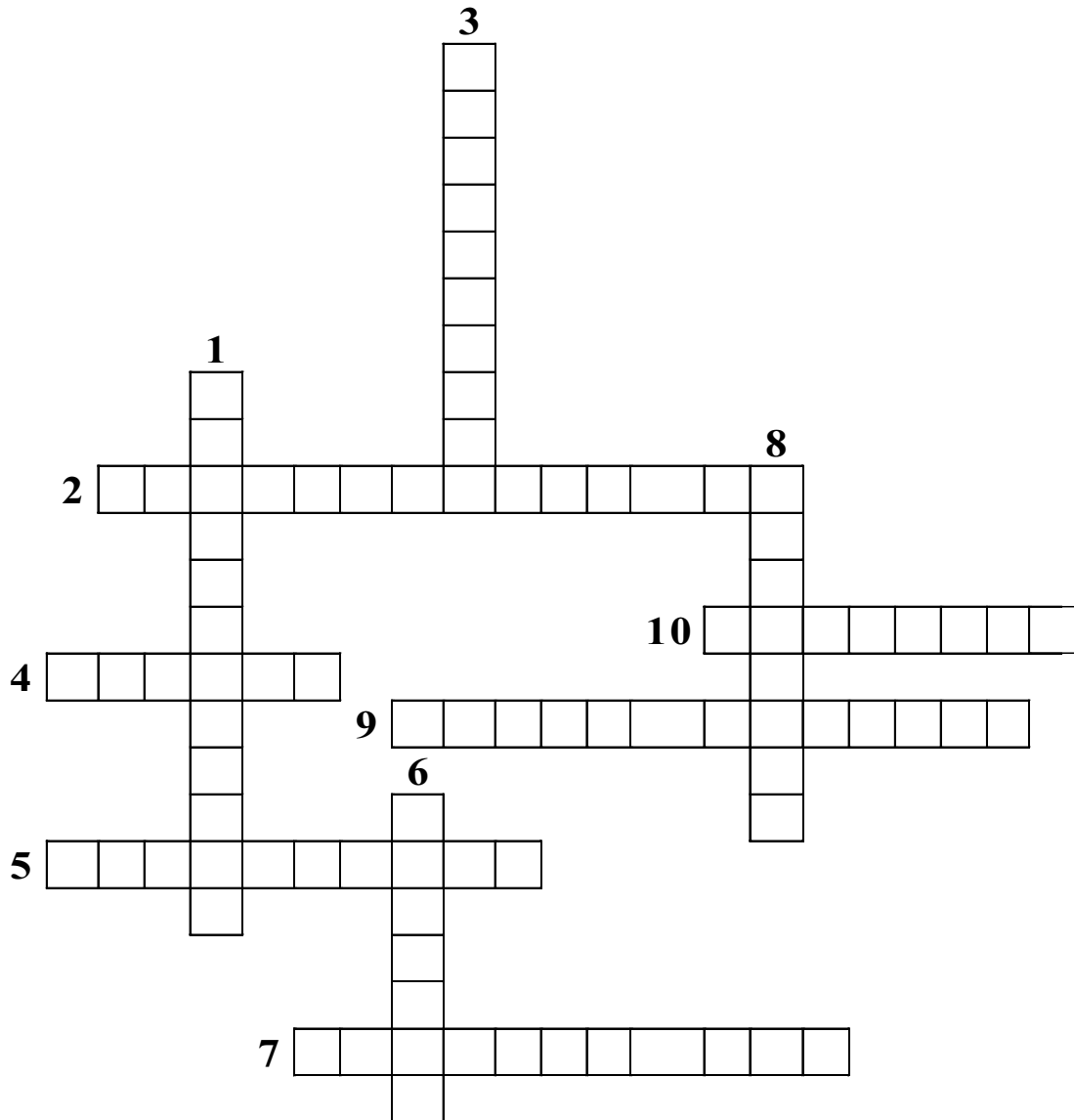
ERONAUMICURRN

GEZÖÖSGTÜFV

KRIIIMM

RNEBHÁLDÁŐS

KERESZTREJTVÉNY



1. Kültakaró és a mozgásszervrendszer együttese férgekénél
2. Jellegzetes mozgás a gilisztáknál
3. Csontokkal foglalkozó tudományág
4. Ez az állatcsoport is a rakétaelv alapján mozog.
5. Csontvégek ízületi felszínén elhelyezkedő anyag
6. Ez a madár képes másodpercenként 43 alkalommal fel-le mozgatni a szárnyát.
7. Cápák és ráják közös elnevezése.
8. Elfáradhatatlan, speciális izomszövet.
9. Külső környezeti változáshoz való hozzászokás
10. Hosszútávú genetikai változások folyamata, melynek során akár új faj is keletkezhet.

RÖVID VÁLASZ

1. Sorold fel a madarak repüléstípusait!
2. Melyik állatcsoport képes a rakétaelv alapján mozogni?
3. Melyik állat sebessége haladhatja meg a 300 km/órát?
4. Melyik emlős rendelkezik 24 bordával?
5. Hogy halad a vízben a tengeri meztelencsiga?
6. Mi a neve a porcoshalak párhésszervvé módosult hasúszójának?
7. A pingvineken kívül melyik madár tud még a víz alatt repülni?
8. Melyik izomszövet áll vegetatív beidegzés alatt?
9. Milyen csigolyatípusok vannak?
10. A rovarok szárnya milyen eredetű?

MEGOLDÁSOK

SZÓKERESŐ

Bőrizomtömlő – a gerinctelenek mozgásszerve, kültakaró és vázrendszer együttes mozgása

Perisztaltikus – a féregmozgás idegen neve

Szelvény – gyűrűsférgek és ízeltlábúak testének tagozódási egysége

Kutikula – gerinctelenek bőrét borító réteg

Kitinváz – ízeltlábúak külső váza

Heterocerk – gerincoszlop csak a porcos halak farokúszója

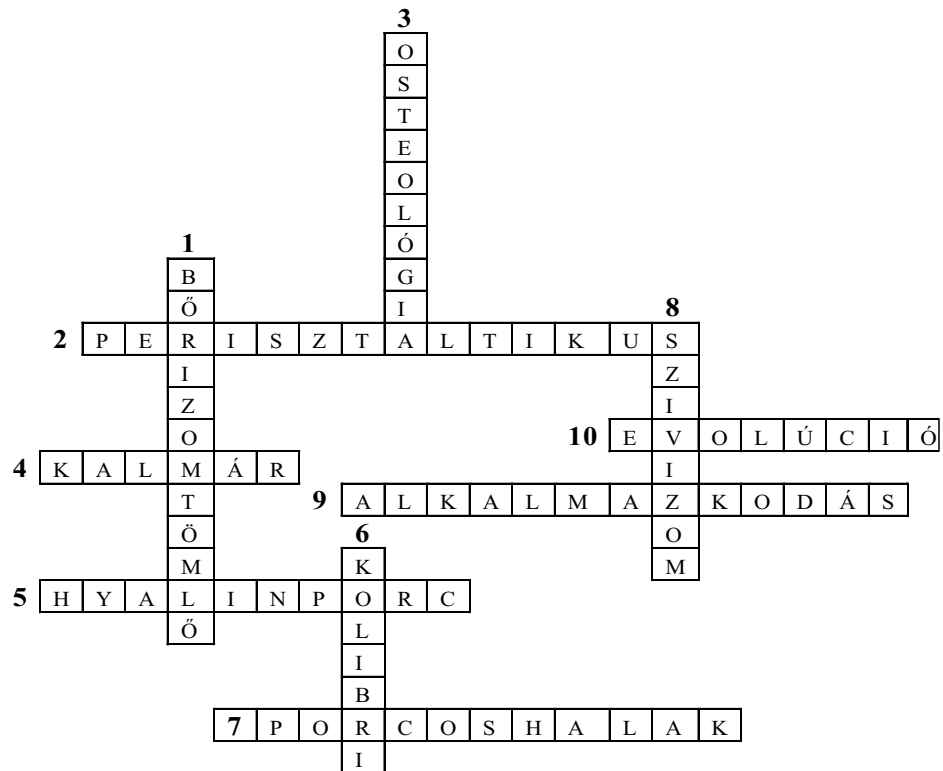
Neurocranium – agykoponya

Függesztőív – a végtagokat a törzshöz rögzítő csontok összefoglaló neve

Mimikri – álcázás, az alkalmazkodás egyik legszembetűnőbb formája

Hibernálódás - a szervezet belső alkalmazkodása a környezeti változásokhoz, pl. téli álmom

KERESZTREJTVÉNY



RÖVID VÁLASZ

1. Evezőszárnyú, mozdulatlan szárnyú, zuhanó- és helyben repülés
2. A lábasfejűek (polipok, tintahalak, kalmárok)
3. Vándorsólyom
4. Lajhások
5. Hüllámszó úszással
6. Myxopterygium
7. Alkák
8. Simaizomszövet
9. Nyaki, háti, ágyéki, keresztcsonti és farokcsigolya
10. Kültakaró eredetűek (ektodermális) – nem végtagok