

A regulatív evolúció lehetőségei

A ma élő szervezeteknek évmilliókra visszanyúló történetük van, folyamatosan változnak, formálódnak. Az ősi stádiumok maradványokat hagytak vissza, amelyeknek a jelenlegi állapotban már nincs értelmük. A kialakult formák sohasem tökéletesek vagy ideálisak, de az evolúció nem is bizonyítható a tökéletességgel, mivel az nem szorul fejlődéstörténetre.

A véletlen változatok képezhetik a módosulás nyersanyagát, de a természetes kiválasztódás alakítja ki a jó konstrukciót, amennyiben a legtöbb változatot kiselejtezi, azt a keveset viszont, amelyik javítja a helyi körülményekhez való alkalmazkodást, azt elfogadja és felhalmozza.

A differenciálódás szabálya kimondja, hogy az egyes részek egyre inkább különbözőkké válnak. A kiindulópont, hogy a szervezetben számos hasonló rész található; ezek lehetnek pl. sejtek, ismétlődő (merisztikus) szervek, pl. a gerincoszlop csigolyái, egy növény levelei, egy ezerlábú vagy egy soksertéjű gyűrűsféreg végtagjai, vagy akár egy társadalmi szervezet, pl. egy rovarállam egyedei. A modulárisan szervezett állatok alkotják az állatvilág legnagyobb fajszerű és legváltozatosabb morfológiájú csoportjait. A moduláris szerveződés lehetővé teszi, hogy egy rész változzon anélkül, hogy más részeket befolyásolna. Pl. a madarak mellső és hátsó végtagja egészen más módon fejlődik. A differenciálódás munkamegosztás vagy speciális feladatok ellátása révén jön létre. Az emlősök először egyforma fogai metsző-, szem-, és zápfogakra differenciálódnak, a test sejtjeiből mirigy-, izom-, ideg-, kötőszöveti és egyéb sejtek lesznek. A homológ részek morfológiai diverzifikálódása a különböző vonalak között az állati evolúció egyik legfontosabb trendje. Két struktúrát akkor nevezünk homológoknak, ha közös történetük van, függetlenül a funkciójuktól. Differenciálódás az egyedfejlődés során is lejátszódik, amíg a néhány sejtből álló csírából kifejlett élőlény lesz. A különböző sejtípusok szervezeten belüli kialakulását a kromoszómák génjeinek eltérő aktivitása okozza. A sejtek vagy szervezdemények hatóanyagaikkal befolyásolják más sejtek és szervek differenciálódását. Amikor egy sejt vagy sejtpopuláció sorsa a szomszédos sejtekkel történő kölcsönhatások során determinálódik, indukcióról beszélünk. A leendő tüdő epithelium képes annak a mezenchimának a függvényében differenciálódni, amellyel kapcsolatba hozzák. Mezenchimális sejtek hiányában nem differenciálódik. Béka-göte kimérák létrehozásakor az ektoderma értelmezi a mezoderma utasításait, és azok szerint hozza létre az indukált struktúrákat, pl. szájszerveket. Az értelmezés azonban csakis a saját genom potenciáljának

figyelembe vételével történhet: a gőte epidermisz pl. csakis gőte szájszervet hozhat létre, függetlenül attól, hogy milyen mezoderma utasítja. A kialakult lárvák tehát gőte lárvák lesznek béka szívókákkal, és békalárvák gőte egyensúlyozószervvel. A gerincesek szemkehely-kezdeménye az epidermisz hámsejtjeit arra készíti, hogy létrehozzák a szemlencse különleges átlátszó sejtjeit. A méheknél az első három napban kapott táplálék dönti el, hogy a lárvából dolgozó, vagy anya fejlődik; a petefészek gátlása, mely a dolgozókat terméketlenné teszi, az anya által és a családban szétterjedt anyagnak köszönhető. Az evolúcióban ritka a dedifferenciálódás. Erre példa a bálnák egyöntetű homodont fogazata, amely másodlagosan alakult ki heterodont fogakból. A kígyók medencetájékán egyforma csigolyák vannak, mivel a medence elcsökevényesedésével elmaradt a keresztcsonti csigolyák differenciálódása. Az ilyen egyszerűsödések mutációk eredményeképpen is előfordulhatnak (és ilyen módon gyakoribbak is).

Az internalizációs szabályt, melynek lényege, hogy a fontos szervek befelé vándorolnak, vagy védőburok alakul ki körülöttük (operkularizálódnak), Meckel már 1825-ben megfogalmazta. Az állatvilágban a szervek fedetté válására példa a kopolyúk, vagy az érzékszervek esete. A halak körében a csontoshalak és a tömörfejű porcoshalak (Holocephalia) egymástól függetlenül alakítanak ki kopolyúfedőt. A rákoknál létrejöhet a haspáncél oldalradójából (Eucarida, Mysidacea), vagy a faroklábak külső ága képez lemezpáncélt a légzőszerv felett. A rovarok és a szárazföldi gerincesek egymástól függetlenül vették körül embriójukat magzatburokkal (amnion) és savós burokkal (serosa). Még elterjedtebb a betüremkedés (retrakció) folyamata: először teljesen a felszínen lévő struktúrák a mélybe süllyednek. Ez megfigyelhető többek között a hallószervek, mirigyek, légzőszervek esetében. Az operkularizáció és retrakció visszaalakulása ritka.

A számcsökkenés során több példányban előforduló struktúrák, pl. fogak, végtagok száma csökken. Kezdetben nagy és a fajon belül változó számban találhatóak ezek a képződmények, majd számuk rögzül és a fajra vagy csoportra jellemzően állandósul. Ezután már csak csökkenés lehetséges. Ezt a szabályt többen is megfigyelték: Treviranus, Meckel, Williston, és a növényeken Troll. A gerinceseknek eredetileg sok, változó számú foguk volt és több fogváltásuk. Mára az emlősöknél bekövetkezett a szám állandósulása és a méhlepényeseknél a fogváltások lecsökkentek kettőre, sőt, egyes csoportokban egyre. Egyes családok teljesen elvesztették fogazatukat. A számcsökkenés szabálya sem abszolút érvényű és az egyes csoportokban különböző. Az emlősök körében a zápfogak száma az alapot jelentő háromról az afrikai lapátfülű kutyánál (Otocyon) négyre, a fogasceteknél, vagy pl. az övesállatoknál sokra

emelkedik. Mindenesetre azon példák száma, amikor a fogszám megsokszorozódik, kevesebb, mint 1%-a a fogszám redukálódása példáinak!

Sok állattörzs evolúciója során megfigyelhető, hogy a testméret fokozatosan növekszik, míg a végén óriásformák jönnek létre. Rengeteg példát találunk erre többek között a patások, bálnák, dinoszauruszok, repülő hüllők és a gerinctelenek között is. A szárazföldi állatok méretének határa egyszerű számításokkal megbecsülhető. A valaha élt legnagyobb dinoszauruszok sem lehettek nehezebbek 140 t-nál. Ez azzal magyarázható, hogy, ahogy az állat térfogata (vagy súlya) nő, a lábának átmérője a térfogattal, és nem a testfelszínnel arányosan növekszik. Ennek az az oka, hogy a lábaknak el kell bírniuk az állat súlyát, vagyis minél nagyobb egy állat, annál vastagabb lábai vannak. (tehát, ha ismerjük egy lábszárcsont méreteit, megbecsülhetjük a „hozzá tartozó” állat súlyát.) Kb. 140 t-s testsúlynál a lábak már olyan vastagok, hogy összeérnek, és az állat képtelen járni. Az ún. óriásformák mellett számos olyan eset is ismert, amikor a mai törpe termetű fajok nem primitív ősök fennmaradt képviselői, hanem másodlagos módon tettek szert apró termetükre. Ez érvényes a kistestű énekesmadarakra, a parány és törpe fémfürkészekre, a Pisidium kagylókra, az erdei apró csigákra stb. A másodlagosságot gyakran egyes szervek csökevényesedésén ismerhetjük fel. Egyes csoportok kizárólagosan méretnövekedést, mások halmozott méretcsökkenést mutatnak. Ha egy csoport ma élő fajainak és geológiailag legősibb formáinak átlagos méretét hasonlítjuk össze, igen eltérő eredményeket kapunk. A patásoknál az ősi átlag nemcsak a mai átlag alatt van, de a variációs szélességen is kívül esik. A főemlősöknél is hasonló értéket találunk. Kagylósrákok, kagylók, csigák és sok rovarrend esetében is felismerhető a méretnövekedés. A madaraknál azonban az ősi átlagérték a mai felett található. Feltűnő a méretcsökkenés kényszere a talajban, a homoktalajokban található vízben, az avar- és humuszrétegben élő állatok esetében. Ezt a labirintusszerű élőhelyet nemcsak kicsi állatok hódították meg, hanem eredendően nagyobb termetű csoportok eltörpült fajai is megtelepedtek itt. Nemcsak az élőhely térbeli viszonyai, de az életmód is kedvezhet a testméret növekedésének vagy csökkenésének. A méretnövekedés igen gyorsan zajlik le a legelő növényevők, vagy a tengerben élő szűrő táplálkozású planktonfogyasztók (barázdásbálnák, óriáscápák) körében. A méretváltozás gyakran az arányok változásával jár együtt (allometria). Az egyes szervek fejlődésének megindulása, majd üteme eltérő. A gerincesek szemének és agyának kezdeménye már hamar megjelenik, és fejlődésük üteme kezdetben gyorsabb, mint sok más szervé, így a fejlődés kezdeti szakaszában a többi szervhez képest nagyok. Az állkapcsi régió kialakulása később kezdődik, idősebb korban tehát az agykoponyához képest nagyobb lesz. Az ember lába más gyermekkortól kezdve gyorsabban növekszik, mint a karja; a nagy termetű rasszok lába ezért viszonylag hosszabb. A Titanotheriumok – észak-amerikai kihalt emlősök – törzsfejlődése

során a szarv viszonylagos mérete az állat nagyságával együtt nőtt. A szarvasbogár rágójának mérete is összefüggésben van a testmérettel, akár a ma élő egyedek közti változatosságot, akár a törzsfajlás során megfigyelhető vészük figyelembe. A méretnövekedés tehát szélsőséges nagyságú bélyegek kilakulásához vezet. Azáltal, hogy a test bizonyos részeinek növekedési rátája megnő, drámaian különböző élőlények jönnek létre (D'Arcy W. Thompson, 1917). Nem törvényszerű azonban, hogy egy csoport mindig csak közbülső formák észrevétlen fokozatainak a során át alakulhat ki egy másikkól. Gould is erre utal, amikor azt írja: „Az evolúciónak génről géntre kell előrehaladnia, minden apró eltérés egy ehhez mérten kis váltoást idéz elő a külső megjelenésben? A megkövült nyomok csak ritkán jeleznek csekély változásokat, és gyakran elképzelni is nehéz minden feltételezett közbülső fokozat funkcióját az ősök és nagymértékben módosult leszármazottaik között.”

Források: Az élet könyve (Gould, Andrews, Barber,...)

A panda hüvelykujja (Gould)

Jegyzet (Hoffmann Gyula)

Evolúció (Storch, Welsch)

Kollár Sára (III.évf.)
Budapest, 2006.01.15.