

TETTEN ÉRT EVOLÚCIÓ

A cickányfélék (Soricidae) az emlősök Eulipotyphla rendjének egyik családja. Kis termetűek, a legtöbbjük nem nagyobb egy egérnél, és leginkább rovarokkal, férgekkel táplálkoznak. A vakondcickányok (*Anourosorex* genus) azonban, amelyek Délkelet-Ázsia szubtrópusi, hegyvidéki erdőinek lakói, jóval nagyobbra nőnek átlagos rokonaiknál. Általában akkorák, mint egy vakond, de akadnak köztük patkányméretűek is. Ez a néhány ma is élő ázsiai „óriáscickány” faj már csak hírmondója az Anourosoricini cickányok valaha igen népes csoportjának, amelynek legizgalmasabb evolúciós eseményei a késő miocén idején éppen a mai Magyarország területén, a Pannon-tó partvidékén játszódtak le.

Ez az időszak nagyjából 11,5 millió éve kezdődött és 5,5 millió éve ért véget. A felmagasodó Kárpátokból lesiető folyók ekkor töltötték fel hordalékukkal a medence hatalmas, édesvízű tavát. A vidék éghajlata ugyan szárazodott, de a folyó- és tópartok mentén burjánzó dús növényzet ideális életteret kínált a természetes rovarevők számára.

Cickányparadicsom

A *Crusafontinának*, a csoport Európa-szerte elterjedt nemének mintegy 11,5 millió éves példányait már a híres rudabányai Hominoidea lelőhelyen is megtaláltuk. A *Crusafontina endemica* és a *Crusafontina kormosi* fajok egészen a 6 millió éve Polgárdiban megkövült életközösségig nagy gyakorisággal vannak jelen a hazai leletek között. Ezekből a rovarevő ősekből fejlődött ki a feltehetően húsevésre specializálódott fogazatú *Amblycoptus*, amely a körülbelül 7,5 millió éves tardosbányai lelőhelyen már biztosan felismerhető és valamivel nagyobb termetű, mint a *Crusafontina*. Még inkább „óriásira” nőtt a *Crusafontinák* másik leszármazottja, a *Kordosia*. Utóbbi Polgárdiban bukkan fel először és lapos fogai alapján csigaevőnek gondoljuk (2. ábra).

A hazaiakon kívül természetesen más Anourosoricini fajok is éltek Európában, köztük minden cickányok leghatalmasabbika, a lengyelországi beszédes nevű *Paranourosorex gigas*. Evolúciós eseményeik azonban sehol sem peregetek olyan sebességgel, mint a Pannon-medence új szárazulatain.



1. ábra. Az Anourosoricini csoport legismertebb mai képviselője, a nagy termetű kínai vakondcickány (*Anourosorex squamipes*) (FORRÁS: ANIMALDIVERSITY.ORG).

Azzal kapcsolatban, hogy az *Amblycoptus oligodon* a *Crusafontina kormosi* leszármazottja, a morfológiai hasonlóság miatt nem merül fel kétely a szakértőkben. Az Anourosoricini cickányok már eleve kevesebb foggal rendelkeznek, mint átlagos rokonaik, de az *Amblycoptus* fogképlete még redukáltabb, mint a *Crusafontináé*. (Ez a trend egyébként nem szokatlan a rovarevőknél.) Az alul és felül egyaránt hiányzó harmadik nagyírlök miatt adta a fajnak Kormos Tivadar, az állat felfedezője és leírója 1926-ban az „*oligodon*”, vagyis „kevesfogu” nevet (3. ábra).

Rövid evolúciobiológiai kitérő

1859-ben jelent meg Charles Darwin *A fajok eredete* című műve, amelyben lefektette a modern evolúciós elmélet alapjait. Azóta paradigmává szélesedett elméletének kritikusai máig nem szüntek meg számon kérni az evolúciókutatókon az úgynevezett „átmeneti formák” meglétét, amelyek két faj közötti kapcsolat folytonosságát garantálnák.

Ezzel természetesen több probléma is van. Először is, a legtöbb faj (a kihalásra ítélt kivételével) átmeneti forma, hiszen éppen „úton van” az előző és a következő állapot között. Másodszor pedig, az evolúció dinamikája és a fosszilizáció esetlegessége miatt a kövületek segítségével felrajzolható törzsfamindig is hiányos lesz valamilyen mértékben. Néha érhetnek minket kellemes meglepetések, mint a 375 millió éves Tiktaalik esetében, amely 2004-ben került elő Kanadában és a hal-kétlábú átmenet látványos képviselőjének bizonyult. A legtöbb esetben azonban erre hiába várunk, mert az evolúció többféle mintázat alapján működik és ezek közül nem mindig egyik szolgálja egyformán a kövületekben történő dokumentálódást.

Bizonyos esetekben apró lépésekben, kis változások formájában és fokozatosan halad. Ezt *gradualizmus*nak nevezzük és Darwin is elsősorban így képzelte el a törzsfejlődést. A folyamat jó lehetőséget kínál bizonyos, hosszú időn át felhalmozódó élőlények

(például foraminiferák) átalakulásának nyomon követésére. Sokszor viszont a változások – földtörténeti skálán mérve – viszonylag gyorsan lezajlanak és kis esély van arra, hogy éppen tetten érjük azokat. Az evolúció természetesen a változások közötti időszakban (sztaázis) sem tétlen. Ilyenkor történik azoknak a mutációknak a felhalmozódása, amelyekből később, a megváltozott szelekciós tényezők hatására kibontakozhat egy új fejlődési irány.

Amikor a szerző tíz évvel ezelőtt az OTKA-cikket írta, úgy tűnt, hogy már mindent, amit csak lehetett, megtudtunk a magyarországi késő miocén Anourosoricini evolúcióról; a lelőhelyek a „sztaázis” állapotokról adnak képet, a változásokra csak áttételesen tudunk következtetni.

Két évvel ezelőtt azonban egy váratlan lelet került elő, amely – az azóta folyó intenzív kutatómunka nyomán – közvetlen bepillantást enged az „óriás-cickány” evolúció műhelytitkaiba. Kiderült, hogy a Keszthelyi-hegység felső triász mészkőtömbjének üregeiben olyan üledék rakódott le, amely időkapzulaként őrizte meg egy 8 és fél millió éves életközösség emlékeit.

Időkapszula a hegy gyomrában

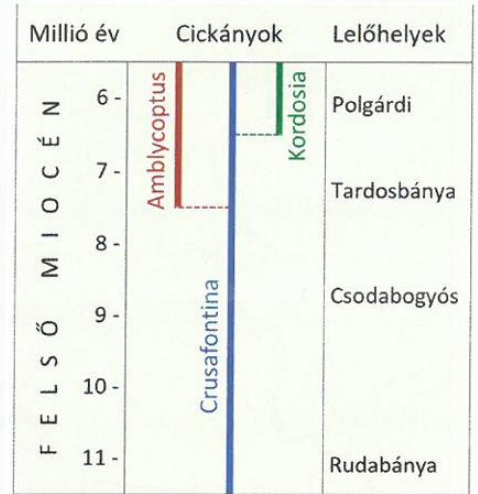
A Balatonedericsi-fennsík keleti peremén nyíló Csodabogyós-barlang több mint 6 kilométeres hosszúságával és gazdag cseppkőformáival hazánk legértékesebb természeti kincsei közé tartozik. Részletes feltárása 1990 óta folyik, de az eddigi kutatások alapján még további jelentős szakaszok felfedezése várható. Az üregrendszer egyik ágából azonban már most olyan páratlan leletegyüttes került elő, amelyet a paleontológusok számára aligha múlhat felül bármi.

2022 őszén a barlangászok az egyik járatban ősmaradvány-tartalmú üledékeket fedeztek fel. Segítségükkel a Pazoni Piroska vezetésével tevékenykedő, mára már nemzetközivé bővült kutatócsoport tagjai 2023 tavaszán és nyarán 200 kilogramm üledéket gyűjtöttek be. A barlangkitöltés atmoszája után előkerült fossziliákból egyedülállóan gazdag szárazföldi gerinces fauna képe bontakozott ki. A maradványok főként kisemlősök (rovarevők, denevérek és rágcsálók) jelenlétéről tanúskodnak, de kisebb számban hal, béka, teknős, gyík, kígyó, madár,

valamint nagyemlős csontok és fogak is előkerültek. Az állatok a lelőhelytől nem túl nagy távolságra élhettek, hiszen a hosszú szállítódás erősen erodálta volna a maradványokat, és nem tette volna lehetővé, hogy ilyen épségben halmozódjanak fel a barlangban.

A leletek és a kutatás során kapott egyéb adatok arra engednek következtetni, hogy a terület, ahol ez a közösség élt, nem kapcsolódott közvetlenül az északi szárazföldhöz, hanem egy legalább 20 négyzetkilométeres szigetként terült el a part közelében (4. ábra). Ennek a tóból kiemelkedő mészkőtömbnek a magasabb részeit nyílt, füves növénytakaró borította, helyenként pedig csupasz sziklafelszínnek is előtűntek a talaj alól. Alacsonyabb, vízközeli területein viszont dús, zárt bozótosok zöldeltek, amelyben az „óriás-cickányok” kiváló életfeltételeket találtak.

A Pannon-tó története során az előretörő partvonal mentén többször is kialakultak ilyen kisebb-nagyobb szigetek, mert a tektonikus mozgások időről időre kiemeltek bizonyos köztömböket. Így születhetett meg a „Csodabogyósi-sziget” fennsíkja is. Nehéz lenne megmondani, hogy az állatok egy ideiglenes földhídon, vagy pedig úszva érkeztek a területre,

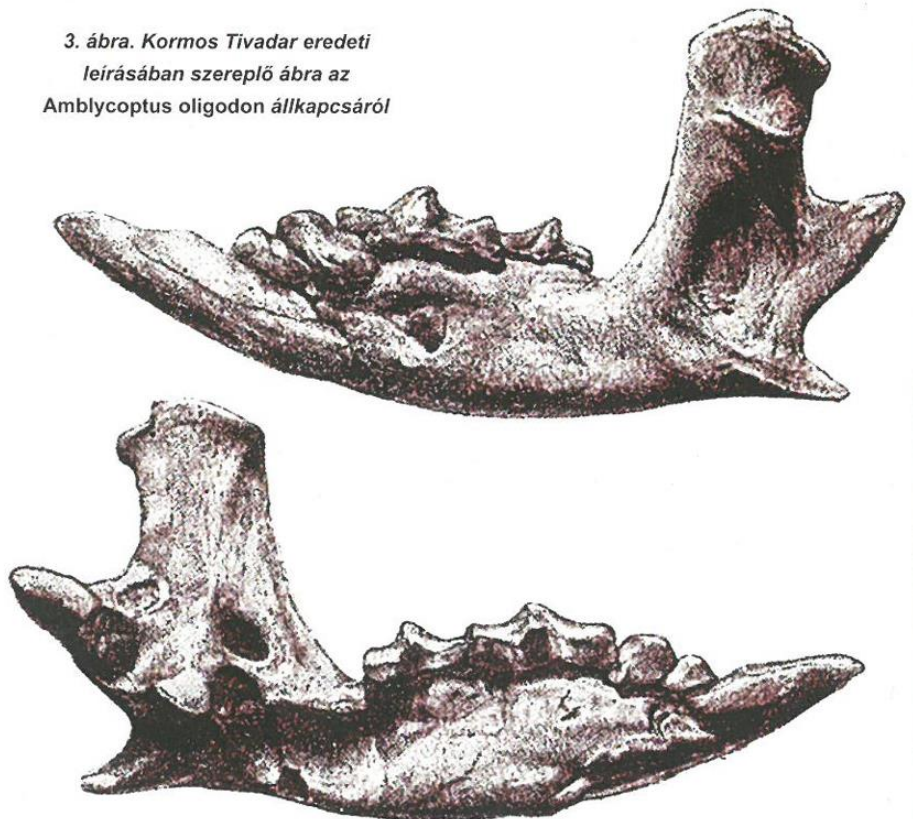


2. ábra. A Pannon-medence Anourosoricini cickányainak törzsfajlódástani kapcsolatai, a legfontosabb lelőhelyek feltüntetésével

de az Anourosoricini fajok esetében egyik sem kizárt, mert végtagjaik morfometriai adatai szerint a vízben is otthonosan mozogtak.

A lelőhelyen feltárt számtalan ősmaradvány közül több mint 4000 példányt azonosítottunk rovarrevő emlésként. Nagyjából 2500 volt cickánymaradvány, és közülük ezernél is több tartozott az Anourosoricini csoportba. Utóbbiak többsége izolált fog volt, de szép számmal akadtak koponya- és állkapocstörödékek vagy akár teljes állkapcsok is. A vizsgálatok

3. ábra. Kormos Tivadar eredeti leírásában szereplő ábra az Amblycoptus oligodon állkapcsáról





4. ábra. A Csodabogyós-barlang ősmaradványai egy szigeten élő közösségre utalnak, amelyet a Magyar Imre és munkatársai által (1999) készített pannon ősföldrajzi térképen tüntettünk fel. A piros nyíl a feltöltődés folytatódása és az elszigetelődés megszűnése utáni vándorlást jelöli.

során azt állapítottuk meg, hogy a leletek legalább 94 *Crusafontina* egyedhez tartoztak.

De mi történt a *Crusafontinával*?

A beazonosított Anourosoricini példányok többsége a *Crusafontina kormosi* jellegzetes vonásait mutatja. Egyes állkapcsok és fogak azonban jobban hasonlítanak az *Amblycoptus oligodon*hoz,

vagy legalábbis átmeneti morfológiát mutatnak a két faj között. Nagyon jellemző például a fogsor utolsó fogának, a harmadik zápfognak az átalakulása. Ez az elem bizonyos példányoknál redukálódik: megrövidül és a korábbi kétgyökerű fog itt egygyökerűvé válik. Ugyanakkor, ezeket a felső és alsó harmadik őrlőfogakat (vagy ha az állat halála után kiestek a csontból, akkor legalább a gyökérüregüket) minden

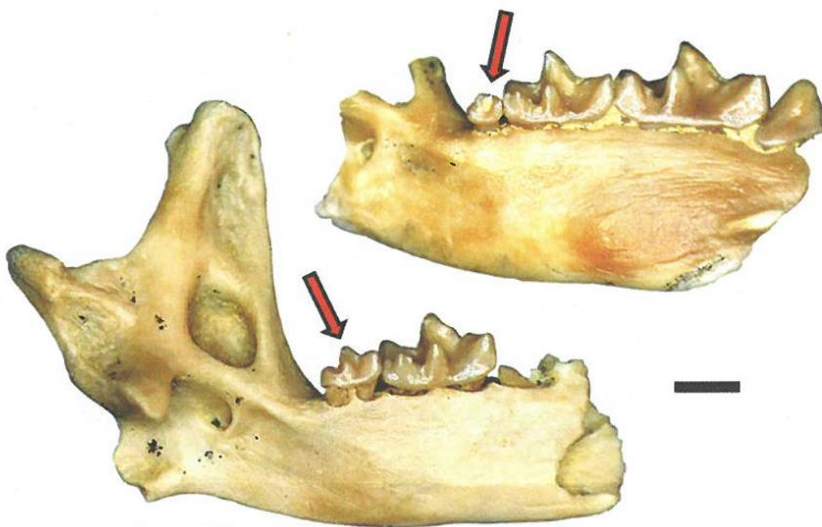
állcsontban és állkapocsban megtaláltuk. Ez azt jelenti, hogy – bár a csodabogyósi példányok morfológiája bizonyos szempontból átalakult – még semmiképpen sem tekinthetjük ezeket *Amblycoptus oligodon*-nak (5. ábra).

A vizsgált *Crusafontina* populáció valószínűleg annak köszönhető rendkívüli morfológiai diverzitását, hogy a „Csodabogyósi-szigetre” érkező Anourosoricini cickányok kevés szelekciós kihívással szembesültek. Táplálék és búvóhely akadt bőven, versenytársból és ragadozóból viszont kevés volt. Ilyen paradicsomi körülmények között a populációban nagyszámú mutáció halmozódhatott fel, amelyek egy része az állkapcsok és a fogak morfológiájában is megnyilvánult.

Hosszú idő elteltével, amikor a tó partvonala a feltöltődési folyamat során annyit haladt előre, hogy a szigetet a szárazföldhöz kapcsolta, a *Crusafontinák* elszigeteltsége megszűnt. Északra vándorolva olyan területekre is eljutottak, ahol ismét versenyezniük kellett a táplálékért, és ekkor kapóra jött az az eszköztár, amelyet a mutációk létrehozottak.

Szétválasztó típusú szelekcióval egyrészt újra stabilizálódott a „*Crusafontina* stratégia”, amely továbbra is a

5. ábra. A *Crusafontina kormosi* állkapocstörédei a Csodabogyós-barlangból. A piros nyíl a harmadik zápfogra mutat, amely az alsó példánynál redukátlan és két gyökerű, míg a felsőnél jelentősen megrövidült és egy gyökerűvé vált (a vízszintes vonal egy millimétert jelöl).



hagyományos táplálékot fogyasztotta. Másrésztől létrejöttek azok az *Amblyoptus* formák, amelyek erősebb állkapcsaikkal és speciális fogakkal új típusú táplálék megszerzésére is alkalmassá váltak.

Az *Amblyoptus oligodon* hátsó fogai ugyanis nem véletlenül redukálódtak. Megrövidülésükre, majd teljes eltűnésükre azért volt szükség, hogy az állkapocsban elférjenek azok az elülő fogak, amelyek megnyúltak és megerősödtek, miközben külső peremükön erős vágóélek jelentek meg. Ezek egészen olyanokká váltak, mint a ragadozó emlősök rágófogai, amelyekkel remekül lehet darabolni a gerinces állatok húsát (6. ábra).

Alig több mint egymillió évvel később, Tardosbányán már együtt van jelen a *Crusafontina kormosi* és az *Amblyoptus oligodon*, de a *Crusafontina* néhány egyede még mutatja az átmeneti jellegeket. Újabb, nagyjából egymillió év elteltével, Polgárdiban ismét együtt látjuk a fajokat. E rendkívüli gazdagságú lelőhelyen mindkét fajból több száz példányt tanulmányozhatunk, de az átmeneti formák nem fedezhetők fel. Azt mondhatjuk tehát, hogy a jellegek két-három millió év alatt stabilizálódtak és a két táplálkozási mód végleg elvált egymástól.

A préda kiléte

Bizonyára érdekes lenne megtudni, hogy mi volt az az új táplálékforrás, amelynek megszerzésére az *Amblyoptus* ilyen sikeres eszköztárat fejlesztett ki.



7. ábra. A *Pseudopodus* (régőbbi nevén *Ophisaurus*) *pannonicus* egyik mai rokona az észak-amerikai karcsú üveggyík (*Ophisaurus attenuatus*) (FORRÁS: HERPSOFARKANSAS.COM)

Bár az *Amblyoptus*ok és *Crusafontinák* világától 6–8 millió év választ el minket, mégsem teljesen lehetetlen megválaszolni ezt a kérdést. A paleontológia egyik ága, a tafonómia gyakran fedez fel a csontokon olyan rágásnyomokat, amelyeket sikerül kapcsolatba hozni az azokat okozó fogakkal. Esetünkben erre sajnos még várni kell, de néhány támpontot az is nyújthat, ha megvizsgáljuk a fosszilis életközösség összetételét.

A polgárdi lelőhelyen az *Amblyoptus*okkal együtt nagy számban fordultak elő egy kígyószerű nagy gyík, a *Pseudopodus* (régőbbi nevén *Ophisaurus*) *pannonicus* csontjai és óriási tömegben találták meg az állat testét borító lapos pikkelyeket is. Nem kizárt, hogy a jókora

patkányméretű cickány sikerrel vadászott a lomha lábatlan gyíkokra: hegyes metszőfogával megölte azokat, majd pikkelyeiket lefeszítve lakmározott a húsból (7. ábra).

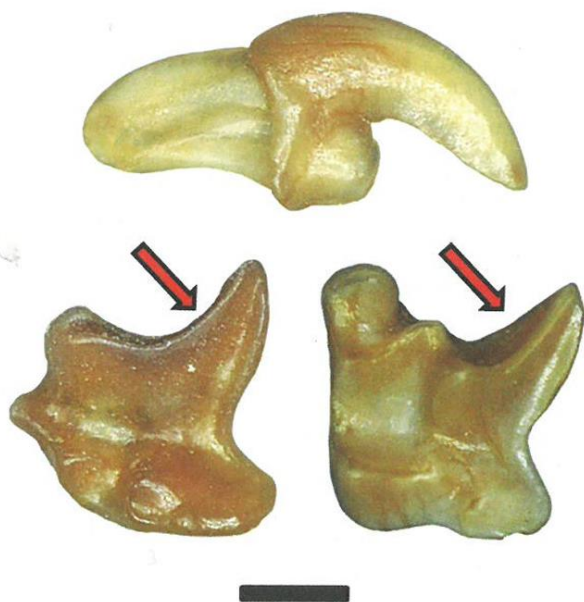
Ezt az elképzelést Kormos Tivadar vetette fel először. 1926-ban, az új fajt bemutató publikációjában így írt erről (bizonyítva, hogy a száz évvel ezelőtti tudományos nyelv még sokkal kevésbé volt száraz, mint a mai):

„Vajjon nem éppen az *Ophisaurus* volt-e az a kemény zsákmány, melynek pikkelyről-pikkelyre való felbontásához az *Amblyoptus* fogazata alkalmazkodott. Az *Ophisaurus pannonicus* ugyan igen nagy, talán két méternél hosszabb állat volt, de mai rokonait ismerve, joggal feltehetjük, hogy annál gyámoltalanabb. Tudjuk azt, hogy a sim kedves eledele a kígyó. Miért ne hihetnők tehát hatalmas fogazatú és bizonyára szintén falánk kis rovarevőnkéről, hogy a bőségben kínálkozó, tunya nagy páncélos-gyíkokra vetette magát, melynek apránként lehámozott testéből akár egy hétre jóllakhatott. Ilyen táplálék pedig egyik komoly indítéka lehetett a fogazat átfurmálódásának.”

MÉSZÁROS LUKÁCS

A kutatás az NKFI K 147412 projekt részét képezte.

A szerző az *Élet és Tudomány*, valamint az OTKA közös cikkpályázatára készített írásában (*Élet és Tudomány*, 2014/3) mutatta be az Anourosoricini cickányok törzsfajlásának a Pannon-medence partvidékein lezajló késő miocén eseményeit.



6. ábra. A Csodabogyós-barlangból származó *Crusafontina kormosi* felső fogain jól látszik a húsevő *Amblyoptus*hoz vezető evolúciós irány: a préda elejtésére alkalmas, szemfogszerű metsző (fent), valamint az erőteljes előzáfog és zápfog (lent) amelyeken piros nyilak mutatják a hús feldarabolására szolgáló éleket (a vízszintes vonal egy millimétert jelöl).