

## Tanulmányok

# BEFOLTOZTÁK A RÖMER-RÉST – MEGOLDÁS EGY HATVANÉVES ŐSLÉNYTANI REJTÉLYRE

## FILLING UP THE ROMER'S GAP—SOLVING A SIXTY-YEAR-OLD PALAEONTOLOGICAL ENIGMA

Bujtor László

PhD, habilitált egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem Földrajzi és Földtudományi Intézet, Pécs  
lbujtor@gamma.ttk.pte.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az őslénytan Alfred Römer úttörő kutatásai alapján fogadta el azt a nézetet, hogy a szárazföldi gerincesek evolúciójában húszmillió évnyi űr jelentkezik a devont követő karbon időszak bázisán, amelyből sehonnan sem kerültek elő szárazföldi gerincesek maradványai. Ezt a jelenséget első leírója tiszteletére Römer-résnek nevezte el a tudomány. A hasonló korú skóciai rétegsorok szisztematikusságát vizsgálásával azonban bizonyítást nyert, hogy a Römer-rés betömlhető: az előkerült ősmaradványok alapján a Römer-rés csak virtuális, és a nem megfelelő gyűjtés okozta. Az előkerült *Crassigyrinus* nevű kicsiny szárazföldi négy lábú csak másodlagosan volt vízi életmódú, magasan specializált testfelépítése fejlett alkalmazkodásra utal, és áthidalja a korai szárazföldi gerincesek törzsfelődésében fennállt hézagot.

### ABSTRACT

Palaeontology accepted the approach that there is a twenty-million-year hiatus in the evolution of terrestrial vertebrates based on the pioneering research of Alfred Romer. This hiatus is defined on the base of the Carboniferous, from where no terrestrial vertebrate fossils were collected. This phenomenon is named the Romer' Gap to honour its first describer, Alfred Romer. The recent systematic re-collection of the similar aged sedimentary succession in Scotland prove that the Romer' Gap was virtual and created by sampling bias. The anatomy of the tiny terrestrial tetrapod, *Crassigyrinus* refers to its secondary aquatic mode of life, being a highly specialized creature bridging over the gap in the early evolution of terrestrial tetrapods.

**Kulcsszavak:** Römer-rés, evolúció, hiányzó láncszem, Hangenberg-esemény, ötujjúság

**Keywords:** Romer's gap, evolution, missing link, Hangenberg Event, five dactylia

## BEVEZETÉS

A gerincesek szárazföldi törzsfajlásának kulcsfontosságú momentuma volt, amikor az első gerinces kilépett a szárazföldre. Érdekes, hogy ennek kiváltó okait jobban értjük, mint magának a folyamatnak az első lépéseit. Mi készítette az alapvetően vízi életmódú gerinceseket a víz elhagyására és egy merőben ellenséges, idegen környezet meghódítására? Természetesen a verseny, az ökológiai nyomás. A devon időszak édesvízi élőhelyei ugyanis olyan mértékű evolúciós nyomást helyeztek minden, prédának alkalmas élőlényre, ami bármilyen, az ökológiai nyomást csökkentő megoldás kipróbálása felé terelte a populációkat, ideértve a még oly barátságatlan környezetekhez történő alkalmazkodás kísérletét is, mint amilyenek akkortájt a part menti, vízközeli élőhelyek voltak. Ugyanakkor jegyezzük meg, hogy az élet (növényi és állati, ezen belül ízeltlábú) a legfrissebb eredmények szerint (Morris et al., 2018) már 440 millió évvel ezelőtt, az ordovicium és szilur időszak fordulóján megjelent a szárazföldön. Sokáig úgy tartottuk, hogy az állati élet csak a növényvilág szárazföldi megjelenése után lépett a szárazföldre, ám ez a vélekedés ma már túlhaladott. Egyre több bizonyíték szól amellett, hogy az állati élet első képviselői a szárazföldön az ízeltlábúak voltak (ezen belül is a soklábúak és a csáprágósok), amik már jóval a növényi élet szárazföldre lépése előtt jártak a szárazföldön (igaz csak part menti, nedves környezetben és átmenetileg), és ott hagyták lábnyomukat (Shaw, 2014). Ám ez egy másik, ugyancsak izgalmas történet, amelynek a mi szempontunkból az a jelentősége, hogy amikor az első gerincesek megjelentek a szárazföldön, ott már fejlett és összetett ökoszisztéma létezett.

Az őslénytaniban igen sokáig rejtély volt, miként történt ez a lépés, hiszen nem került elő az a „hiányzó láncszem”, amely a halak és a kétéltűek közötti evolúciós stádiumot képviselte volna. Sokáig az evolúciót támadók ezt használták példaként arra, hogy bizonyítsák: az evolúció pusztán eszmei kreáció, a földtani-őslénytani bizonyítékok nem támasztják alá. A 2000-es évek elején aztán szenzációs őslénytani lelet érkezett Grönlandról, csattanós választ adva a kritikusoknak: 2006-ban Neil Shubin (a munkacsoport leglelkesebb tudománynépszerűsítője) és munkatársai (Daeschler et al., 2006) beszámoltak a *Tiktaalik roseae*-nak elnevezett leletről, amely anatómiai bélyegeiben a tökéletes átmenetet mutatja a halak és a kétéltűek között. Az ősmaradvány 375 millió évvel ezelőtt lerakódott rétegekből került elő, és a devon időszak végét reprezentálja. A devon időszakot a halak korának is nevezik, amikor Földünk édesvízeiben hemzsegték a gerincesek, nagytestű, sokszor többméteres testhosszúságot elérő halak és halszerű lények. Törvényszerűnek mondhatnánk, hogy ez elől a hatalmas ökológiai nyomás elől az élőlények megpróbálták kitérni: vagy alkalmazkodással, vagy új élőhelyek meghódításával. A *Tiktaalik* felfedezésével tehát tudjuk, hogy hol, mikor és milyen formában léptek ki a mai szárazföldi négylábúak ősei a vízpartra, hogy aztán igen hamar elterjedjenek az új környezetben, adaptív radiációval népesítve be a

számukra új és korábban lakatlan élőhelyeket. A karbon időszak párás, oxigén-dús, burjánzó növényzetű klímájában már fejlett szárazföldi négylábúak sokféle formájával találkozunk. Úgy tűnik tehát, hogy minden rendben: már megvan a hiányzó láncszem, ami a halakat a kétéltűekkel összeköti, innentől tökéletesen ismerjük a szárazföldi gerincesek 360 millió évnyi evolúcióját. Ám ez nincs így...

A karbon időszaki, első szárazföldi négylábúak törzsfajlását vizsgálva Alfred Römer amerikai paleontológus ismerte fel (Romer, 1956), hogy igen hosszú időtartamon át, mintegy 15–25 millió évnyi időszakból mindenhol, minden üledékes kőzetből hiányoznak a négylábúgerinces-maradványok. Ezt a hiátust nevezzük Römer-résnek.

### A RÖMER-RÉS

A *Tiktaalik* megmutatta a hal-kétéltű átmenet evolúciós lépését, és a következő 15 millió évben, a devon időszak végéig a kétéltűek adaptív radiációval számos part menti, vizes élőhelyet hódítottak meg. A gyors elterjedés mellett méretnövekedés jellemezte a szárazföldi gerincesek fejlődésének ezen szakaszát. Az időszak számos kétéltűje közül talán a legismertebb az *Ichthyostega* nemzetség, melynek négy fajtát írták már le. A leghosszabb ismert egyedek 1,5 méteres testhosszúságú, figyelemre méltó lények voltak. A gerincesek tehát a devon időszak végén sikerrel hódították meg a szárazföldeket, és az első kétéltűek kétségtelenül igencsak sikeresek voltak. Minden további szárazföldi gerinces (így mi, emberek is) ennek a sikeres „partra szállásnak” köszönhetjük létünket. Értelmezhető, hogy megkülönböztetett figyelem irányul az első szárazföldi gerincesek további evolúciójára. Ezt az érdekes időszakot, a devont követő karbon időszak elejének gerinces fossziliáit tanulmányozva ismerte fel 1956-ban Alfred Römer, hogy több tízmillió évnyi űr található a gerincesek fejlődését dokumentáló anyagban. Abban az időben, amikor Römer az eredményeit közzétette, a rétegtan akkori állása szerint ez a hiátus 30 millió évet, a karbon időszak első két emeletét (tournaisi és viséi) ölelte fel. Ebből, a (mai tudásunk szerinti) 359–331 millió év közötti időszakból egyáltalán nem ismerünk szárazföldigerinces-ös-maradványokat – sehonnan. Ezt a hézagot, felismerője és első tanulmányozója tiszteletére 1995 óta nevezi a tudomány Römer-résnek.

### MIÉRT NEM TALÁLUNK LELETEKET HÚSZMILLIÓ ÉVNYI ÜLEDÉKES KŐZETBEN?

Römer felismerését követően igen sokan és igen sok helyen próbálták meg hasonló korú rétegsorok vizsgálatával betömni a Römer-rést – sikertelenül. Részeredmények születtek, ám egészen napjainkig az immár 15 millió évnyi időtartamra szűkített Römer-rés eltüntetése senkinek sem sikerült. Más szóval, eddig senki

sem talált olyan kora karbon korszakban leülepedett rétegeket, amelyekből a nem dokumentált periódusból származó gerinces maradványok kerültek volna elő. A hiátusnak többféle magyarázata lehet:

- a) az őslénytani anyag azért hiányos, mert **nem találtuk még meg a megfelelő rétegeket**, amelyek magukban rejtik az ilyen korú ősmaradványokat (*a gyűjtés tökéletlensége*);
- b) az őslénytani anyag azért hiányos, mert ugyan éltek a kérdéses időben a keresett élőlények, ám **fosszilizálódásuk esélye** a különleges élőhely, vagy a kőzetképződési folyamatok során **lecsökkent, esetleg megszűnt** (*a kőzetté válás esetlegessége*);
- c) az őslénytani anyag azért hiányos, mert bár megfelelő módon, helyen, gyakorisággal stb. gyűjtöttünk, ám **nincsenek/nagyon ritkák az ősmaradványok**, mert abban az időben, amikor a rétegek lerakódtak, környezeti okok miatt lecsökkent a számuk (*a környezet alkalmatlansága*);
- d) az őslénytani anyag azért hiányos, mert ugyan jó helyen kerestük az egykor élt és kőzetté vált lények maradványait, de **a maradványok a geológiai folyamatok hatására megsemmisültek** (*a földtani folyamatok hatása*).

A c) pontban vázolt ötletet felkapva, Peter Ward és munkatársai (Ward et al., 2006) elméletükben azt fejtegették, hogy a Römer-rés okozója a szárazföldi rovarvilág megritkulása volt, amit ezen tudósok azzal magyaráztak, hogy a légkör oxigéntartalma abban az időszakban lecsökkent. Közvetlen (tehát az egykori légkör oxigénszintjére vonatkozó) adatokkal elméletüket nem támasztották alá, így az inkább minősíthető szenzációhajhász megoldáskeresésnek, mintsem megalapozott tudományos elméletnek.

De miért olyan rejtélyes a Römer-rés? Nos azért, mert a devon időszak végén a gerinces élőlények körében nagy faunaváltás zajlott, ami egybeesett a devon végi nagy kihalási eseménnyel. Egyes vízi gerincesek (Placodermi) kihaltak, a szárazföldi gerincesek 60%-a ugyancsak eltűnt, ugyanakkor a cápafélék és sugaras úszójú halak virágzásnak indulnak (a devon végi 91 nemzetség helyett 135 ismert a karbon időszak elejéről), míg az összes többi gerinces csoport (ezek mind egzotikus édesvízi vagy tengeri gerincesek) nemzetségeinek fele vagy még több tűnik el. A kihalás mértékét jellemzi, hogy a devon végi ismert gerinces nemzetségek száma (177) kétharmadára csökken a karbon időszak elején (Sallan–Coates, 2010). Jelentős kihalási esemény ez, ami mind a tengeri, mind a szárazföldi élővilágot sújtotta. A gerincesek szempontjából (az azóta Hangenberg-eseménynek elnevezett) a devon/karbon fordulóján regisztrált diverzitáscsökkenés és faunaváltás oly mértékű volt, hogy joggal mérhető össze a „nagy ötös” globális kihalási eseménnyel. És ez a kihalással és faunaátrendeződéssel járó esemény egy, a mai gerinceseket szinte kivétel nélkül jellemző tulajdonságra is magyarázatot ad.

## MIÉRT VAN A LEGTÖBB MAI SZÁRAZFÖLDI GERINCESNEK ÖT UJJA?

Egy-egy kihalási esemény nemcsak azért fontos adott csoport későbbi evolúciója szempontjából, mert lehetőséget ad korábban háttérbe szorult csoportok felemelkedésének, hanem sokkal inkább azért, mert a változatos anatómiai variációk lehetőségeinek egy részét/jelentős részét eltávolítja. Ez történt a devon végi gerincesekkel is. Jól tudjuk (Coates–Clack, 1990), hogy a devon időszak végi gerinces faunában igen sokféle gerinces élt, és ezek közt a hátsó végtagon található ujjak száma igencsak változatos volt: öttől nyolcig terjedően sokféle variáció létezett egymás mellett. Ám a gerincesek számára meghatározó Hangenberg-esemény következtében ez a változatosság elveszett, és valamennyi későbbi gerinces olyan ősoktól származik, amelyek már legfeljebb ötujjú végtagot kódoló örökítő anyagot adtak tovább. A kezemen található öt ujj, amivel ezt a cikket gépelem a laptopon, tehát egy véletlenszerű, mintegy 359 millió évvel ezelőtt bekövetkezett esemény eredményeként lett pontosan öt. Ám mielőtt az olvasó felhördül, hogy na de mi van Ady Endre (és még sokan mások) hat ujjával, szeretném az olvasót megnyugtatni: a polydactylia, vagy többujjúság ma is létező, véletlenszerű jelenség akár embernél, akár más emlősnél. Nincs köze az eredetileg rögzült ötujjú alaplantához, attól független, véletlenszerű vagy örökölhető genetikai jelenség.

E kis kitérőt követően térjünk vissza témánkhoz, melynek szempontjából a valószínűleg fontos (és mindegyik kihalási eseményhez köthető) az, hogy a kihalások megtizedelik az éppen aktuális variációk tárházát, és a túlélő populációk genetikai rugalmasságától függ, hogy a túlélők genetikai készletéből milyen és mennyire diverz új fajok indulhatnak fejlődésnek. Ilyen új rajtvonalat jelentett tehát a devon végi (Hangenberg) esemény, és ebből a szempontból rendkívül izgalmas, hogy létezett-e a Römer-rés, vagy csak jelenlegi tudásunk korlátozott volta vezetett ezen következtetés levonásához.

## SKÓCIAI LELETEK EGY PATAK MEDRÉBŐL

Érthető tehát a fokozott tudományos érdeklődés a gerincesek távoli múltjának eme meghökkentő jelenségei iránt. Már csak azért is, mert napjainkig a meghatározó tournaisi (karbon időszak) emeletből az egész világon mindössze két helyről ismerünk gerinces maradványokat: Európában Skóciából és Észak-Amerikában Kanadából, Új-Skócia tartományból. Az áttöréshez szisztematikus, a skóciai területet újra feltáró kutatás vezetett, amelynek során a leletmentés idejére még egy természetes vízfolyást is átmenetileg eltereltek. A célzott gyűjtést az tette lehetővé, hogy a kutatók tudták, mit keresnek, és a több évnyi terepi munka meghozta gyümölcsét: új ősmaradványok felfedezésével, melynek pontos korát a velük

együtt megkövesedett növényi pollenek alapján datálták, betöltték a Römer-rést. A hatvan évig létező Römer-résből szárazföldi gerincesektől származó ősmaradványokat (*Crassigyrinus* és *Whatcheeria*-féle) irtak le, ezzel tisztázva a korábbi (késő devon) és későbbi (kora karbon, serpukhovi korú) gerincesek leszármazási kapcsolatait.

A maradványokat legutóbb komputertomográfus vizsgálatoknak vetették alá (Herbst–Hutchinson, 2018), és megállapították, hogy a kicsiny, mindössze 5 cm-es hosszúságú bizarr kis élőlény, a *Crassigyrinus*, nagy valószínűséggel már másodlagosan volt vízi életmódú élőlény. Meghökkenítő eredmény, aminek elgondolkodtató üzenete számunkra ismét az, hogy a tudományban (különösen a leíró tudományokban, mint amilyen az őslénytani is) döreség nagyívű elméleteket leírni korlátozott feldolgozottságú faunák alapján.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A hatvanévi rejtély tehát megoldódni látszik, mint ahogy számos „enigma” oldódott már meg az őslénytaniban. A megoldás ezúttal is abból az irányból érkezett, ahonnan a legtöbb esetben szokott az őslénytani leíró tudományában: jól ismert lelőhelyek szisztematikus és aprólékos újvizsgálatával előkerülhetnek (mint ahogy el is kerülnek) a hiányzó láncszemek, és a korábban ősmaradványmentes rétegsorok különleges faunája „tömi be” az evolúciós rést, és mutatja fel a hiányzó láncszemet. Biztosak lehetünk abban, hogy az őslénytani fejlődése további – ha nem is ennyire tág – réseket fog még betölteni, teljesebbé téve tudásunkat a földi életről és annak evolúciójáról.

## IRODALOM

- Coates, M. I. – Clack, J. A. (1990): Polydactyly in the Earliest Known Tetrapod Limbs. *Nature*, 347, 6288, 66–69. DOI: 10.1038/347066a0, <https://bit.ly/35LGQ9K>
- Daeschler, E. B. – Shubin, N. H. – Jenkins, F. A., Jr. (2006): A Devonian Tetrapod-like Fish and the Evolution of the Tetrapod Body Plan. *Nature*, 440, 757–763. DOI: 10.1038/nature04639, <https://www.nature.com/articles/nature04639>
- Herbst, E. C. – Hutchinson, J. R. (2018): Early Vertebrate Evolution. New Insights into the Morphology of the Carboniferous Tetrapod *Crassigyrinus scoticus* from Computed Tomography. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1–9. DOI: 10.1017/S1755691018000804, <https://bit.ly/3q11V2A>
- Morris, J. L. – Puttick, M. N. – Clark, J. W. et al. (2018): The Timescale of Early Land Plant Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 10, E2274–E2283. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1719588115](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1719588115)
- Romer, A. S. (1956): The Early Evolution of Land Vertebrates. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 100, 151–167. <https://www.jstor.org/stable/3143770>

- Sallan, L. C. – Coates, M. I. (2010): End-Devonian Extinction and a Bottleneck in the Early Evolution of Modern Jawed Vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 22, 10131–10135. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0914000107](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0914000107)
- Shaw, S. R. (2014): *Planet of the Bugs. Evolution and the Rise of Insects*. Chicago: University of Chicago Press
- Smithson, T. R. – Wood, S. P. – Marshall, J. E. et al. (2012): Earliest Carboniferous Tetrapod and Arthropod Faunas from Scotland Populate Romer’s Gap. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 109, 12, 4532–4537. DOI: 10.1073/pnas.1117332109, <https://www.pnas.org/content/109/12/4532>
- Ward, P. D. – LaBandeira, C. – Laurin, M. et al. (2006): Confirmation of Romer’s Gap as a Low Oxygen Interval Constraining the Timing of Initial Arthropod and Vertebrate Terrestrialization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 103, 16818–16822. DOI: 10.1073/pnas.0607824103, <https://www.pnas.org/content/103/45/16818>