

## A szivacsok eredete és a megalárva jelenség

### The Early History of Sponge and the Megalarval Phenomenon

PÁSZTOHY Zoltán

Csikszereda, e-mail: pasztohyz@yahoo.com

#### Abstract

*The carbonate sequence hosting the Garados Biota belongs to the precambrian Rebra Group of the Bucovinian Nappe. In the middle carbonate sequence, situated in the area of Lăzarea, macrofossils consisting of typical Ediacaran elements were found. Agglomeria appendixi, is a primitive sponge fossil, with two types, parenchymella and coeloblastula, of 'megalarvae' bodies agglomerated on the settled, host metagastraea organism, which after the fusion processes formed a mosaic chimera.*

**Kulcsszavak:** Rebra sorozat, Keleti-Kárpátok, neoproterozoikum, Garados Biota, megalárva

#### 1. Bevezetés

A Keleti-Kárpátokat felépítő középső Rebra Sorozat karbonátos rétegeiből, a Garados biótához [11,12] tartozó jelentős Ediacara időszaki őslénytani anyag (*Charnia* sp., *Parvancorina minchami*, *Namacalathus hermanastes*, *Nemiana simplex*, *Horodiskya* sp.) található, amely egyben a karbonátos összlet felső neoproterozoikumi korát bizonyítja. A Szárhegy (románul Lăzarea) melletti lelőhelyen feltárt és leírt új faj az Agglomerozoa osztályhoz tartozó, *Agglomeria appendixi* (1. ábra), amely szerkezetében és felépítésében az élővilág fejlődésében végbement, ősi folyamatokra és szokatlan prekambrium-végi, környezeti feltételekre világít rá [12].

A már bemutatott folyamatok az ún. agglomeráció által, a szabadon úszó lárvák megtelepedése egy, a tengeri aljzatra települt gazda állaton, egy gasztraeán ment végbe. A HAECKEL felfogása szerint az „ős-gasztraea” – az ősi alakzatot, az Urform-ot testesíti meg [6]. A letelepedés után a lárvák egymással egyesülnek és a gazda szervezet falaihoz kapcsolódnak. A lárvák genomjainak fúziója után a metamorfózishoz kötődő, bonyolult transzifferenciációs és anasztomózisos folyamatok hatására megkezdődik a főregjártok, üregek és nyílások (olynthus-ok, protoosculum-ok, osculum-ok majd az egyesült testüreg vagy az ősbélüreg képződése) és ezzel együtt a vízáramlási rendszer kialakulása [12].



1. ábra

*Agglomeria appendixi* (lépték 10 mm)

## 2. A megalárva jelenség

Feltűnő a Garados Biótában előforduló lárvák igen nagy mérete. A világon csak a kínai Doushantuo Formáció tartalmaz prekambriumi mikroszkópikus embriókat, lárvákat, tojásokat, szivacsokat, csalánozókat és esetleges tabulátákat [4]. Az itt talált embrió maradványok nagysága 350 – 1100 µm közötti [18], viszont az általunk talált lárvák mérete több nagyságrenddel nagyobb, 3150 – 6790 µm. A 20,74 mm magas és 10,9 – 11,26 mm széles pluteusz lárvára emlékeztető, gazda-állat, a zárt „metagastrea” méretei ennél is nagyobbak. Ezeket a nagy méretű lárvákat megalárváknak nevezhetjük.

A fent bemutatott gazda szervezet, a „metagastrea” önálló módon is élhetett a megalárva tengerben. Ez a szervezet nagyon hasonlít a haeckeli „hipotetikus gastraea”-ra [6], de a már bezárt blasztopórus miatt egy fokkal fejlettebb szervezet volt. Nagy mérete azt jelzi, hogy akár önállóan táplálkozó és élő szervezet is lehetett, ezért ezt, ami egyben igazolja HAECKEL zseniális meglátásait, tiszteletére *Metagastrea haeckeli*-nek nevezzük el.

A megalárvák kialakulását az optimális környezetnek tulajdoníthatjuk. A Marinoan-Gaskiers eljegesedések után, itt a karbonátos platformon alakult ki a viszonylag nagy oxigén tartalommal, sok kalcium- és magnéziummal, egyéb fontosabb elemekkel ellátott, sok szerves anyaggal (grafit tartalmú ásványok) parti övezet sajátos viszonyokkal rendelkező tengere. A meszes dolomitokban általunk talált grafit kristályok a tengervíz magas szerves anyagtartalmára utalnak. A vasoxidos lerakódások a vízben oldott oxigén és vas jelenlétét jelzik.

Újabban TEMEREVA és munkatársai a Dél-Kínai-tengerben találtak pelagikus, táplálkozó 0,7 – 0,9 mm nagyságú óriás Phoronida aktinotroch lárvákat, amelyeket ősi evolúciós maradványnak vagy reliktumnak tartanak [13]. De hasonló óriás lárva a Biscaya öbölben talált tornaria lárva a *Planctosphaera* (Hemichordata) is [15]. A megalárva jelenség egyben Gould (1977) megállapításához is köthető, mely szerint nagyobb testméretek, a hiper-morfózis, a rekapituláció során történt késleltetett maturáció eredményeképpen, az ősi ontogenetikus folyamatok meghosszabbodása (retard ontogenezis) által jön létre [5, p. 267]. Így az ediacarai-tengerben szabadon úszó, táplálkozó, planktotróf, óriás lárvák éltek. Az itt élő megalárvák között három típust különíthetünk el, az egyik ovális-lapos parenchymella-szerű, a másik gömbalakú coeloblastula – típusú, míg a harmadik, a gazda-szervezet zárt gasztreára, a metagastrea-ára emlékeztető juvenilis alak lehetett.

A gazda szervezet, a parti törmelékes karbonátos kőzetekre történt letelepedése után, a *Metagastrea haeckeli* alsó epitelioma bekérgezi a szubsztrátumot. Az alapi részén fennmaradt a gasztrula-ajkak egyesüléséből képződött varratvonal, egy hosszanti árok és amely az archaikus blasztopórus maradványa. A dóm alakú zárt gasztrea tetején apikális csúcs található, ami egy kör alakú kiemelkedés, rajta látható az apikális csillók alkotta egykori bojt lenyomata. A test enyhén aszimmetrikus és pluteusz lárva-ára emlékeztet. A hármás rétegű, enyhén hullámos falat pinacoderm sejtek alkotják, helyenként rövid monoaxon tükkel, a choanocita sejtaknák hiányoznak. Az epiteliomot porocita sejtek alkotta pórusok törik át.

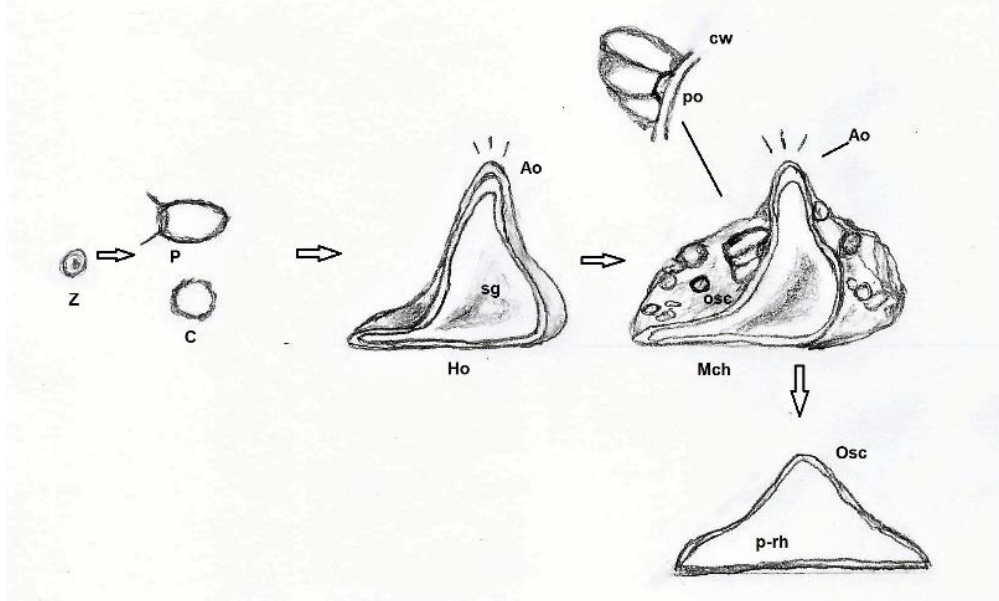
Az evolúció első lépése egy gömb alakú csillós epitheliummal borított choanoblastea volt, amely csésze alakú gasztreává alakul át, ami az aljzaton megtelepedett csúszkáló lény, az ős gasztrea lehetett [10]. Szintén fontos lépés volt az ősbélüreg vagy az archenteron bezáródása [1]. A zigotából két variáns egy úszó gömb vagy egy lapos úszó, később rögzült bentikus szervezet alakul ki [1, 3, 10]. A csillós mega-parenchymella és a mega-cöloblastula lárva szabadon úsztak a tengerben és nagy méretük arra utal, hogy táplálkozó planktotróf szervezetek voltak. IVANOVA szerint a csillós *Halichondria* lárva fagociták, vagyis képesek megemészteni a befogott baktériumokat és a kisebb egysejtűeket [7]. MALDONALDO azonban ezt nem tekinti bizonyítottnak és a lárva inkább vízben oldott szerves anyagokkal táplálkoztak [9]. Az újabb feltevések szerint a szerves anyagok mellett a galléros-ostoros sejtek lebegő mikrobákkal is táplálkoztak [1].

## 3. Fejlődéstörténeti scenárió

Az Ediacara-tengerben a szabadon úszó megalárvák csoportosan vagy elkülönülve letelepedtek a gazda-állat falaira (2. ábra). A lárva letelepedése irányított volt. A megnyúlt ovális alakú parenchymella lárva egy irányba csoportosulva, axiális tengelyükkel irányítottan, vagyis az előrészükkel lefele és a hosszú csillók övezte pigment gyűrűből álló hátsó részükkel felfele telepedtek le a gazda állat oldalfalára. A lárva, egyesülve létrehozna egy nyitott üreget, míg az így létrejött proto-bélüreg (bélcsatorna) felső részén egy szögletes nyílással, a protooszkulummal. Ebből a tipikus lekerekített oszkulum csak később képződik. A lárva egyesülése során létrejön a génekészletek fúziója és később megkezdődhet a pluripotens sejtek transzdzifferenciációja. Kialakulnak a falak, csövek, bélcsatornák, szögletes majd kerek nyílások (osculumok), majd a már vázolt anasztomózis során a nagyobb üregek [12].

A (mega)lárva táplálkozása, szabad úszása, irányítottsága, egymás közötti kommunikációja, egymáshoz és az aljzathoz vagy a gazda szervezetekhez való kapcsolódása, valamint az irányító, a nagy

csillókkal ellátott, kötött pigment gyűrű, az érzékelő sejtek meglétére utal. A szabadon úszó szivacs lárváknál JÉKELY (2011) feltárta az epitéliumba beágyazott, palack alakú érzékelő motorikus sejtek jelenlétét és szerepét, amelyek érzékelik a fényt, a mechanikai és a vegyi környezetet, szabályozzák a csillók mozgását és egyben megteremtik más élőlényekkel való kapcsolatot, kommunikációt [8]. ARENDT és munkatársai szerint a gasztrola-szerű elődök testét egy homogén ideghálózat borította [1].



2. ábra. Az *Agglomeria appendixi* fejlődése. Z-zigóta, P-parenchimella megalárva, C-cöloblasztula megalárva, Ho-gazda állat, *Metagastraea haeckeli*, sg-varratbarázda, Mch-mozaik kiméra *Agglomeria appendixi*, Ao-apikális szerv, po-proto-ostium, cw-gazdaállat fala, osc-ostium, P-rh-hipotetikus proto-rhagon szervezet.

#### 4. A mozaik kiméra kialakulása

A fenti folyamatokhoz kapcsolódva, az így létrejött horizontális gén transzfer fontos genetikai változásokat vált ki. A gének fúziója következtében végbemegy a genetikai állomány duplikációja, új mutációk, új translációs folyamatok alakulnak ki és új szekvenciák, új intronok kapcsolódnak be a gének működésébe. A polimorf lárvák és génjeik egymás közötti, valamint a gazdaszervezettel való fúziója, elterjedt horizontális laterális gén transzferre, vagyis horizontális gén áramlásra utal. A WILLIAMSON által kidolgozott, lárvátranszfer elmélet szerint a lárvák áttelepedhetnek egy másik, juvenilis vagy adult szervezetre, ahol egyesülve a gazda állattal, kicserélhetik egymás genomjait, amit hibridogenezisnek nevezett el. Szerinte, ha a hibridogenezis vagy szimbiogenezis során egyesül két vagy több genom és az utódok akkor kimérák lesznek [14,15,16,17]. WILLIAMSON (2012) osztja Francis BALFOUR feltételezését, hogy a „lárvák és az adult állatoknak közös ősök voltak” [15]. A fentiek alapján megállapítható, hogy az ilyen kimérák, mint az *Agglomeria appendixi* is, és ezek a lárváttranszferhez köthető hibridizációs folyamatok a kései prekambrium tengereiben, nagyon gyakoriak lehetnek.

A Földközi - tenger parti vizeiben élő *Scopalina lophyropoda* változatos felépítésű, kiméra jellegű tengeri szivacsok genotípusainak egyeden belüli, vagy az IGH (intraorganism genetic heterogeneity) - eloszlását vizsgálva, BLANQUER és URIZ, genetikailag mozaikos felépítésű szervezeteket talált. Ennek a szenzációs felfedezésnek a hatására, ezt a jelenséget mozaikos kimerizmusnak (mosaic chimerism) nevezték el. Az IGH meghatározza a populációk genetikai változékonyságát [2]. Genetikailag hasonló felépítésű lehetett a *Agglomeria appendixi* is.

#### 5. Következtetések

A különböző megalárvák agglomerizációja és fúziója, egyesülve egy gazda állattal és az így bekövetkezett folyamatok, mint a horizontális gén áramlás, gén duplikáció, transzformáció által, egy összetett, mozaik felépítésű kiméra jön létre. Így a hibridizáció, vagyis a williamsoni lárváttranszfer által létrejött szervezet, heterogén felépítésű, morfológiai és genetikai szerkezete mozaikos jellegű. Ez a nagy genetikai heterogenitással rendelkező mozaikos kiméra az *Agglomeria appendixi* jelentős állomás lehet az élet fejlődéstörténetében.

A megalárva agglomeráció, a tulajdonképpeni exoszimbiózis, egy olyan evolúciós jelenség, amely rávilágít, az ediacarai tengerekben lezajló sajátos fejlődéstörténeti folyamatokra, mint az intenzív horizontális gén áramlás, a lárva transzfer, és részben fényt derít a korai élővilág fejlődéstörténeti kérdéseire.

## 6. Irodalomjegyzék

1. ARENDT, D., BENITO-GUTIERREZ, E., BRUNET, T., MARLOW, H., 2015: Gastric pouches and the mucociliary sole: setting the stage for nervous system evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **370**, 20150286, 1–18.
2. BLANQUER, A., URIZ, M.-J. 2011: “Living Together Apart”: The Hidden Genetic Diversity of Sponge Populations. *Molecular Biology and Evolution* **28/9**, 2435–2438.
3. CAVALIER-SMITH, T. 2017: Origin of animal multicellularity: precursors, causes, consequences—the choanoflagellate/sponge transition, neurogenesis and the Cambrian explosion. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **372**, 20150476, 1–15.
4. CHEN, J.-Y., OLIVERI, P., LI, C.-W., ZHOU, G.-Q., GAO, F., HAGADORN, J. W., PETERSON, K. J., DAVIDSON, E. H., 2000: Precambrian animal diversity: Putative phosphatized embryos from the Doushantuo Formation of China. *PNAS*, **97/9**, 4457–4462.
5. GOULD, S. J., 1977: *Ontogeny and phylogeny*. Belknap Harvard University Press, 501 pp, Cambridge, Massachusetts, London.
6. HAECKEL E., 1874: The Gastraea-theory, the Phylogenetic Classification of the Animal Kingdom and the Homology of the Germ-Lamellae. *Quarterly Journal of Microscopical Science* **14**:142–165.
7. IVANOVA, L. V., 1999: New data about morphology and feeding patterns of Barents Sea, *Halichondria panicea* Pallas. *Mem. Queensl. Mus.* **44**: 262.
8. JÉKELY G., 2011: Origin and early evolution of neural circuits for the control of ciliary locomotion. *Proceedings of the Royal Society B* **278**, 914–922.
9. MALDONADO, M., 2006: The ecology of the sponge larva. *Canadian Journal of Zoology*, **84**: 175–194.
10. NIELSEN, C., 2008: Six major steps in animal evolution: are we derived sponge larvae? *Evolution & Development*, **10/2**, 241–257.
11. PÁSZTOHY Z., 2012: Az Ediacara – előtti Garados Bióta - The Pre - Ediacaran Garados Biota – A preliminary report. In: Mika, J. és David, A., (szerk.), *XI. World Meeting of Hungarian Earth Scientists*. Eger, 20 -25, August 2012, Conference Volume, 123–130.
12. PÁSZTOHY Z., 2019: *Agglomeria appendixi* és az exoszimbiózis - *Agglomeria appendixi* and Exosymbiosis. In: *Conference Vol. XXI. SzGT, Szováta*. 2019, 43–45.
13. TEMEREVA, E. N., MALAKHOV, V. V., CHERNISHEV, A. V., 2006: Giant Actinotroch, a larva of Phoronida from South China Sea: The Giant larva Phenomenon. *Doklady Biological Sciences* **410**, 410–413.
14. WILLIAMSON, D. I., 2006: Hybridization in the evolution of animal form and life-cycle. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **148**, 585–602.
15. WILLIAMSON, D. I., VICKERS S. E., 2007: The Origins of larvae. *American Scientist*, **95**, 509–517.
16. WILLIAMSON, D. I., 2012: Introduction to Larval Transfer. *Cell & Developmental Biology*, **1/6**, 1–5.
17. WILLIAMSON, D. I. 2013: Larvae, Lophophores and Chimeras in Classification. *Cell & Developmental Biology*, **2/4**, 1–9.
18. XIAO S., KNOLL A. H., 2000: Phosphatized animal embryos from Neoproterozoic Doushantuo Formation at Weng’an, Guizhu, South China. *Journal of Paleontology*, **74**, 767 - 788.