

## ***Eobilateria transylvanica*: a hipotetikus bilatéria őse?**

### ***Eobilateria transylvanica*: the Bilaterian Hypothetical Ancestor?**

**PÁSZTOHY Zoltán**

EMT Csíkszereda, pasztohyz@yahoo.com

#### **Abstract**

*The worm – like animal hosted in Neoproterozoic deposits of the East Carpathians Rebra Nappe, has a tripartite body consisting from head, neck and six inner segments. The slightly ventral flattened body is ended by serial repeated limb – like protuberances, named eopodia, which may have had reflected the blood vascular system and muscle concentrations, related to the nervous system. This animal presented bilateral symmetry and could represent the last common ancestor of all bilaterians.*

**Keywords:** bilateria ancestor, pharyngeal gill, ciliated palp, eopodium, relict remains

**Kulcsszavak:** bilateria őse, garati kopoltyú, csillós tapogató, eopódium, reliktum maradványok

## **1. BEVEZETŐ**

A Keleti-Kárpátokat felépítő Rebra Sorozat középső karbonátos neoproterozoós összletéből feltárt Ediacara-típusú, Garados biotából, egy primitív féregszerű maradvány került elő. Az egr, XI. Földtudományi Világtalálkozón bemutatott [26], szokatlan ősi bélyegeket viselő és bizonytalan rendszertani helyzetű, *Eobilateria transylvanica* mellett, az újabban feltárt, ausztráliai Ediacara biotából származó bilatéria őse, az *Ikaria wariootia* [14] után, szükségszerűnek látszik az *E. transylvanica*-nak további vizsgálata és elemzése.



1. ábra

*Eobilateria transylvanica*. Lépték: 10 mm

## **2. LEÍRÁS ÉS ÉRTÉKELÉS**

*Eobilateria transylvanica* PÁSZTOHY 2012

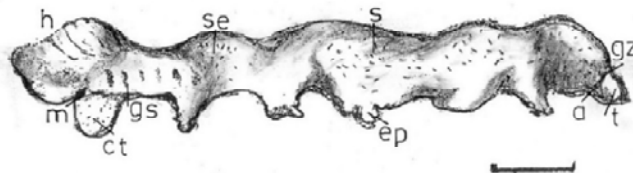
Etimológia: eo – ősi, bilateria kétoldali szimmetria, Transylvania – Erdély latin elnevezése.

Lelőhelye: Marosfő (Izvorul Mureș), 46° 37' 30,8" É / 25° 44' 13,0" K.

Megőrződés: fej enyhén lapított, hiányos, a test jól megőrzött, karbonáttal átítatott, átkristályosodott, epirelief.

Diagnózis: féregszerű, megnyúlt, hengeres, hasi részén lapított, 65,87 mm hosszú, 7,65 - 12,94 mm széles, 4 - 6 mm magas, hármassztagú – fej, nyak, törzs - szelvényezett, triploblast állat, kitüremkedett testfalán szabálytalan, ék alakú lebenyekkel, un eopódiumokkal. Törzsét ritka, szórt állású serték borították.

Hasi fekvésű szájnylással, függőleges garati kopoltyúkkal, hosszanti tápcsatornával és hátsó végbélnylással és kis telszonnal rendelkezett (1., 2. ábra).



2. ábra

*Eobilateria transylvanica*, h – fej, m – szájnylás, ct – csillós tapogató, gs – kopoltyúrás, ep – eopódium, s - serte lenyomat, se – szelvény, gz – növekedési öv, a -végbélnylás, t - telszon.  
Lépték: 10 mm.

### 2.1. Leírás

A féregszerű test hossza 68 mm, szélessége 8 - 12 mm. A test elején elkülönül egy fejszerű kiemelkedés, benne kirajzolódik a szájúreg. A fej, a prostomium fejlett, összetett, egy nagy első lebennyel, amit lekerekített szelvények követnek. A fej hengeres garatszerű nyakkal kapcsolódik a testhez, ami az ősi gallér maradványa lehet. A nyak garati részén jellegzetes elkülönült, függőleges hat kopoltyúrás maradványa vehető ki. A törzsön mintegy hat szelvény különíthető el. A megnyúlt féregszerű belső szelvényes törzs háta domború, hasa lapított, lebenyszerű nyúlványokban végződik. A hasi részen ismétlődő szabálytalan alakú nyúlványok, vagyis a kialakult lábszerű lebenyek – az eopódiumok láthatók. A testfalból kitüremkedő lebenyek pereme különös, ék alakú recézett mintázatot alkot. Az eopódiumok száma hat. A kutikula gyengén elmeszesedett, a felülete érdes és sertékkal volt borítva, így felszínén jól láthatóak a rendszertelenül szórt, erős serték lenyomatai. A test hátsó szakasza egy rövid telszonban végződik. A telszon előtt, a törzs végén jellegzetes növekedési gyűrű különül el.

A torzított állapotban fennmaradt fej vagy prostomium (2. ábra), nagy lehetett (szélessége 11,89 mm, hossza 9,90 mm, magassága 2,77 mm). A fej felépítése összetett, acron lebenyből (szemlebeny?) és 4 feji összelvényből [31, p. 109] épül fel. Érdekes, hogy a fej felépítése emlékeztet a korai trilobita – protaszpis szakaszban levő - lárva felépítéséhez [31]. Így az összetett, szelvényezett fej, vagyis a prostomium egy konzervált korai lárva maradványa lehet. Valószínű, hogy rendelkezett fényérzékelő szervvel, szemmel vagy szemfolttal, de ezek jelenléte biztosan nem mutatható ki.

A száj alatt egy 5,96 mm széles, 6,14 mm magas, és 1,12 mm vastag, csillós tapogató lebeny (1, 2. ábra) található. A csillós tapogató külső széle lekerekített és a mászás mellett a táplálék megszerzését szolgálhatta. Ez a csillós lebeny még egy nagyon ősi lárvafejlődési szakaszból öröklődhetett át, mint a belső, labiális, szájkörüli gyűrű maradványa. MALAKHOV [20, 21] a csalánozók és a bilateriák pelagikus lárváinál két szájkörüli tapogató gyűrűt különít el egy külsőt, amelyből a metamer végtagok fejlődnek ki és egy belső (labiális) gyűrűt, amiből a csillós tapogatók vagy a csillós lebenyek fejlődnek ki [19,20]. Újabban [22] ez a csillós tapogató szerv, egy homológ képződmény, ami jelen van a trochozoáknál, lophophoratóknál és a deuterostomiáknál is (22).

A fent bemutatott pleziomorf, csillós tapogató lebeny, egy ősi, homológ szerv maradványa, ami trochophora lárvák csillós (trochophora) öveihez köthető, ami egyben a közös eredet bizonyítéka. A szájnylás, a csillós tapogató előtt, a fej és a nyak között, a test hasi részén alakult ki. A szájrés felett, egy viszonylag nagy szájúreg alakult ki, ami a tengervíz áramlását segítette elő.

A keskeny, 9,76 mm hosszú, 6,48 mm széles „nyak” közvetlen folytatódik a fej mögött. A fejtől vékony gyűrűszerű sáv választja el, ez az egykori gallér maradványa lehet. A nyakban hat függőleges kopoltyúrás helyezkedik el. Innen folytatódik a - részben látható - hosszanti tápcsatorna. A garati kopoltyú rendszer a gerinces ősökre is jellemző ősi bélyeg, ami az állat szűrő táplálkozását, valamint oxigén ellátását biztosította [3]. A fej felépítése, a száj, szájúreg, a garati kopoltyú rendszer meglepő hasonlóságokat mutat a cephalochordáták [33] és főleg a *Haikuella lanceolata* felépítésével.

A 48,97 mm hosszú törzsön hat változó nagyságú szelvény különül el, a szelvények domborúak, alakjuk szabálytalan (szélességük 7,21 és 12,89 mm között, míg magasságuk 6,21 – 6,78 között változik). A toraxot gyengén ásványosodott kutikula borítja, jól kivehető a szórt állású serték lenyomata. Az alsó részén ellapított test szélein,

hat jellegzetes ékalakú, fogazott kontúrral rendelkező, szabálytalan helyzetű és alakú lebenyeket eopódiumokat találhatunk [26]. Az eopódiumok szokatlan, primitív alakjukkal elkülönülnek a szabályos felépítésű, gyűrűsféreg parapodiumaitól, az onychophorák lobopodiumaitól valamint az arthropodák izeltlábaitól. A viszonylag jó megtartása ellenére, a hat belső szelvény nagysága, alakja és a hosszanti tengely menti helyzete változó. A szelvények szabálytalanságai a korai evolúció kezdeti bizonytalan embrionális fejlődésére utalnak.

## 2.2. Értékelés

A Vendiai időszakban már elődforultak a szelvényezett alakok, ami arra utal, hogy a szelvényezettség nagyon korán jelentkezhetett [16, 17]. Fedonkin szerint (1985) a vendiai bilateriák változatos formavilága azt tükrözi, hogy a kétoldali szimmetria és a szelvényezettség egyszerre jelent meg [16]. A szelvényezett ős egy bentikus, iszapban élő állat lehetett [10].

VALENTINE [32, 33] szerint a helyváltoztatást szolgáló végtagok az intramezodermális perisztaltikus mozgások hatására, a testfal protuberanciáiból vagy kitüremkedéseiből jöttek létre és az így képződött végtagok a szubsztrátumon való kapaszkodást segítették. A lobopoda parapodiumok és a szelvények egyszerre fejlődtek ki [32, 33, p. 512]. Szintén a perisztaltikus mászási mozgások fejlődéséhez köti az izommal rendelkező lábak kialakulását Conway Morris is [6, 7]. Ehhez hasonló elképzelést már Snodgrass már 1938-ban is felvetett [31, p. 134]. Snodgrass szerint ezek a kitüremkedések szomatikus izmokat is tartalmaztak. Esetünkben az eopódiumok is hasonló módon, a testfal kitüremkedéseiből alakultak ki, viszont kis kiterjedésük, változatos lebenyszerű alakjuk, a belső szelvényekhez kapcsolódó szabálytalan helyzetük és alakjuk ősi primitív voltukat bizonyítják, de egyben igazolják SNODGRASS, CONWAY és VALENTINE feltételezéseit [6, 7, 31, 32, 33].

Az állat törzse egy kicsi telsonban végződik, előtte az utolsó szelvényen a növekedési gyűrű látható, aminek a szegmentumok kialakításában jelentős szerepet tulajdonítanak. A növekedési gyűrűt de Rosa és munkatársai (2005) „farok sarjnak” (tail bud) nevezik és a gasztrulációs folyamatok folytatásának tartják [8, 9, 10], ezzel a ténnyel a lárva és a metamorfózis későbbi folyamatai, például a gasztruláció és a test, a hosszanti tengely mentén történő növekedése és további szelvényesedése összekapcsolódik.

Az *E. transylvanica* testét láthatóan szilárd és feltételezéseink szerint vastag kutikula borította, amelyben viszonylag erős annelida-szerű serték voltak szórt fekvésben beágyazva. A trochozoa ős már rendelkezhetett ilyen sertékekkel [2, 32].

Az *Eobilateria transylvanica* testének hármas osztatú felépítése – fej, nyak (gallér), törzs – a félgerinchúrosok (Hemichordata) szerkezetére emlékeztet. A test felépítése mellett a száj mögötti garati kopolyúk jelenléte is olyan ősi bélyeg, ami az újszájúakra is jellemző. Ezt alátámasztja alá a deuterosztómák közös őse egy hármas tagolású, féregszerű, garati kopolyúkkal rendelkező, szűrő táplálkozású, magányos, félgerinchúros-szerű lény lehetett [3].

A bilateria ős egy csillós, szabadon úszó planktotróf trochozoa – szerű lárvából fejlődött ki, amely komplex fejlődési életciklusában megőrizte az elsődleges ősi lárva, pelagikus fázisát [24, 25] majd az aljzatra letelepedve, a bentikus fejlődési szakaszban felnőtt - adult szervezetté alakul [9, 10].

Az adult állat legfontosabb jellemzője a bilaterális szimmetria, a másodlagos elülső – hátsó tengely, amely az elsődleges apikális – blasztoprális tengellyel szöveget zár be és a harmadik csíralemez képződése [18, 15, 25]. Fontos folyamat lehetett még, a test ventrális ellaposodása, a hengeres radiális szimmetriából, a hátsó hasi szimmetria kialakulása, valamint az endodermális – mezodermális szegmentáció, és a nefridiumok társulása ezekkel [2]. A közös ős már rendelkezett a fenti tengelyekkel. A bemutatott *E. transylvanica* tartalmazza az Urbilateria eddig feltételezett összes, lényeges, „hipotetikus” vonását: makroszkópikus, centiméteres nagyságú, féregszerű állat, kétoldali szimmetria, test ventrális ellaposodása, testüreges (coeloma), triploblaszt felépítés, szelvényezett, epibentikus, páros tapogatók, gyűrűsféreg-szerű serték, (szklerotizált) kutikula, mozgási végtagok kapilláris sertékekkel, hosszanti és vertikális tengelyek [2, 4, 9, 6, 7, 10, 11, 19, 21, 22, 25, 28, 29, 32]. A deuterosztoma közös ős garati kopolyú rendszerrel rendelkezett és lárvaírában a gerinchúrral is [2, 32, 33]. Viszont az 'adult' gerinchúr később alakulhatott ki.

A kínai Doushantuo Formációból előkerült, 180 µm nagyságú, mikroszkópikus, bilateria jellegekkel rendelkező prekambriumi állat, a *Vernanimalcula guizhouena*. Ez az állat a belek menti, páros cölomákkal, érzékelő gödörrel, hosszanti testi tengellyel, hasi szájnírással, triploblasztikus testfelépítéssel rendelkezett, igazolván a bilateriák jelenlétét már a Kambrium előtti időszakból [5]. Az újabban rekonstruált és bemutatott ausztráliai a Bilateria „total group” -hoz sorolt az Ediacarai biótárból származó bilatéria ős, tulajdonképpen egy nyomfosszília, a *Helmintoidichnites* rekonstruált példánya, egyszerű, „kukac” alakú, szelvényezett felépítéssel rendelkező *Ikaria wariootia* [14], a szintén ősi, de egy fejlettebb evolúciós vonalat képviselő *E. transylvanica* mellett. a bilateriák Neoproterozoikum kori megjelenésére utal.

### 2.3. A gének szerepe

A metazoák evolúciótörténeti fejlődése egységes, így a végtagok kialakulását is hasonló vagy azonos szabályozó genetikai rendszerek határozták meg, olyan genetikai rendszerek, amelyek már a közös ősnél is jelen voltak [30]. Újabban a bilateriáknál igen ősi „mélyen konzervált” (deeply conserved) *Hox* és *Pax 6* géneket és gén expressziós mintázatokat azonosítottak [10, 11], amelyek a fejlődő embrió mintázataihoz kapcsolódnak. Az Urbilateria ősök morfológiailag összetett felépítésű állatok lehettek, erre utal génjeik homológ hasonlósága megőrizvén vagy konzerválván az egyedfejlődési folyamatokat és testi mintázatokat [12, 13]. Erwin (2020, [13]) szerint a homológ öröklött gének meghatározzák az egyedfejlődési folyamatok „extenzív konzerválását” vagyis fennmaradását és szerintünk a reliktum szerveik kifejlődését is.

Az un. kulcs-gének [1] fontos szerepet játszanak mind a protosztoma lárvák és mind a deuterosztoma lárvák tulajdonságainak a kialakításában. Ilyen homológ jellegű a *brachyuri* gén, amely a lárvák tápcsatornájának kialakulását, vagy az *orthodenticle* gén, amely a csillós övek kifejlődését irányítja. Ezek az azonosságok egy csillós övvel és csőszerű tápcsatornával rendelkező, közös bilateria lárva ősré utalnak [1, 33, p. 504].

A ma élő annelida, chordata és arthropoda lárváknál megfigyelték *caudal* és az *even-skipped* gén expressziók hasonló szerepét a hosszanti (A-P) tengely kialakításában, ami azt is jelenti, hogy ez a mechanizmus már működött az urbilateriáknál is [8]. A gerinctelen és a gerinces állati végtagok, szárnyak, csápok, azonos ősi gén szabályozó rendszerek szerint alakultak ki, ami szintén a közös származás bizonyítékai. Ilyenek az úgynevezett reliktum vagy konzervált gének, mint a *Hedgehog*, *Patched*, *Wnt*, *Distal less* [30].

A protosztoma – deuterosztoma közös ős, az Urbilateria, már komplex szervezet lehetett, megőrizvén az embriófejlődést „mélyen” szabályozó (*Hox*, *Pax 6*) génkészletet. A molekuláris óra szerint a bilateria közös ős 600 millió év előtt alakulhatott ki [18, 11, 12, 13].

### 2.4. Életmód, élőhely

Az *E. transylvanica* parti, sekélyvízű homokos – iszapos aljzatú, jól szellőzött, tengerben élhetett, légzése a kopoltyúkon keresztül történhetett. A hasoldali szájon át, a viszonylag nagy szájüregbe beáramló vízből kiszűrte a lebegő egysejtűeket és más apró táplálékreszecsskéket. A hosszú tápcsatornán keresztül történt az emésztés, az ürülék a végbélen keresztül, míg a víz a kopoltyúréseken át távozott.

Az optimális meleg, sekélyvízi, oxigéndús környezet, sok szerves anyag, tápelem, gazdag plankton [27], elősegítette a korai fauna ugrásszerű evolúcióját.

## 3. KÖVETKEZTETÉSEK

A korai kövületek hiánya okozza a morfológiai átmenetek hiányát, ezért ezeket csak hipotetikus átmeneti alakokkal lehet pótolni [33, p.115]. Az Urbilateriához tartozó hipotetikus bilateria ős, a felső neoproterozoikumi *E. transylvanica*. Ezt igazolják az itt bemutatott olyan ősi lárva, illetve evolúciós morfológiai maradványok és reliktum szervek, mint a test hármass felépítése, összetett feje, csillós tapogató lebenye, garati kopoltyú rendszere, szabálytalan belső szelvényei és primitív végtagjai, eopódiukai.

A fent felsorolt reliktum bélyegek és primitív szervek, a lárvák korai egyedfejlődési vagy akár törzsfjlődési szakaszaiból maradtak fenn és korai lárva állapotokat, életciklusokat és genetikai hatásokat tükröznek.

A fenti reliktum bélyegek, ősszájú és újszájú tulajdonságokhoz is kötődnek, ezért feltételezésünk szerint, a kétoldali szimmetriájú *Eobilateria transylvanica*, a Protostomia – Deuterostomia szétválás időszak előtti, progenézis relikta, az egyik hipotetikus Bilateria közös ős.

## IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] ARENDT, D., TECHNAU, U., WITBROTT, J., 2001: Evolution of the bilaterian larval foregut. *Nature* **409**, 81–85.
- [2] BALAVOINE G, ADUETTE, A., 2003: The Segmented *Urbilateria*: a testable scenario. *Integrative Comparative Biology*, **43/1**, 137–147.
- [3] BROWN, D.F., PRENDERGAST, A., SWALLA B.J., 2008: Man is But a Worm: Chordate Origins. *Genesis*, **46**, 605–613.
- [4] BUDD, G.E., 2001: Why are arthropods segmented? *Evolution and Development*, **3/5**, 332–342.

- [5] Chen, J.Y., Bottjer D.J., Oliveri P., Dornbos Q.S., Gao F., Ruffins S., Chi, H., Li, C-W., Davidson, E.H., 2004: Small Bilaterian Fossils from 40 to 55 Million Years Before the Cambrian. *Science*, **305**, 218–222.
- [6] CONWAY MORRIS, S., 1998: Early metazoan evolution: reconciling paleontology and molecular biology. *American Zoologist*, **38**, 867–877.
- [7] CONWAY MORRIS, S., 2000: The Cambrian “explosion”: Slow-fuse or megatonnage? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **97/9**, 4426–4429.
- [8] DE ROSA, R., PRUD’HOMME, B., BALAVOINE G., 2005: *Caudal* and *even-skipped* in the annelid *Platynereis dumerilii* and the ancestry of posterior growth. *Evolution and Development*, **7/6**, 574–587.
- [9] DE ROBERTIS, E.M., 1997: The ancestry of segmentation. *Nature*, **387**, 25–26.
- [10] DE ROBERTIS, E.M., 2008: The molecular ancestry of segmentation mechanisms. *PNAS*, **105/43**, 1641–1642.
- [11] ERWIN, D.H., DAVIDSON, E.H., 2002: The last common bilaterian ancestor. *Development* **129**, 3021–3032.
- [12] ERWIN, D.H., 2009: Early origin of the bilaterian developmental toolkit, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **364**, 2253–2261.
- [13] ERWIN D.H., 2020: The origin of animal body plans: a view from fossil evidence and the regulatory genome. *Development* **147/4**, dev182899.
- [14] EVANS, S.D., HUGHES, I.V., GEHLING, J.G.; DROSER, M.L., 2020: Discovery of the oldest bilaterian from the Ediacaran of South Australia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **117/14**, 7845–7850.
- [15] FINNERTY, J.R., 2003: The origins of axial patterning in the metazoa: how old is bilateral symmetry? *International Journal of Developmental Biology*, **47/7-8**, 523–529.
- [16] FEDONKIN, M.A., 1985: Precambrian metazoans: the problems of preservation, systematics and evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B-Biological Sciences* **311**, 27–45.
- [17] FEDONKIN M.A., 1998: Metameric features in the Vendian metazoans. *Italian Journal of Zoology*, **65**, 11–17.
- [18] KNOLL A.H., CARROLL, S.B., 1999: Early Animal Evolution: Emerging Views from Comparative Biology and Geology. *Science*, **284**, 2129–2137.
- [19] MALAKHOV, V.V., 2004; New ideas on the origin of bilateral animals. *Russian Journal of Marine Biology*. **30/1**, Supplement, S22–33.
- [20] MALAKHOV, V.V., 2016: Symmetry and the tentacular apparatus in Cnidaria. *Russian Journal of Marine Biology*, **42/4**, 287–298.
- [21] MALAKHOV, V.V., BOGOMOLOVA, E.V., KUZMINA, T.V., TEMEREVA, E.N., 2019: Evolution of Metazoan Life Cycles and the Origin of Pelagic Larvae, *Russian Journal of Developmental Biology*, **50/6**, 303–316.
- [22] MALAKHOV V.V., GANTSEVICH M.M., 2022: The Origin and Main trends in the Evolution of Bilaterally Symmetrical Animals. *Paleontological Journal*, **56**, 887–937.
- [23] NIELSEN C., NØRREANG A., 1985: The trochaea theory: an example of life cycle phylogeny. In: CONWAY MORRIS, S., GEORGE, J.D., GIBSON, R., PLATT, H.M. (szerk), *The origin and Relationships of Lower Invertebrate Groups*, Oxford Univ. Press, 28–41, Oxford.
- [24] NIELSEN C., 2008: Six major steps in animal evolution: are we derived sponge larvae? *Evolution & Development*, **10/2**, 241–257.
- [25] NIELSEN, C., 2012: *Animal Evolution Interrelationships of the Living Phyla*. Third edition. Oxford Univ. Press, 402 pp., Oxford.
- [26] PÁSZTOHY, Z. 2012: Az Ediacara – előtti Garados Bióta - The Pre - Ediacaran Garados Biota – A preliminary report. In: Conference Vol., p.123 – 130, (Ed. J. Mika and A. David), *XI. World Meeting of Hungarian Earth Scientists*. Eger, 20 -25, August 2012.
- [27] PÁSZTOHY, Z., 2022: A szivacsok eredete és a megalárva jelenség – The Early History of Sponge and the Megalarva Phenomena. *Conference Volume. XXIII. BKF*, 52–55.
- [28] PARRY, L.A., TANNER, A., VINTHER, J., 2015; The Origin of Annelids. *Frontiers in Paleontology. Palaeontology*, **57/6**, 1091–1103.
- [29] PARRY, L.A., EDGECOMBE G.D., EIBYE-JACOBSEN, D., VINTHER, J. 2016: The impact of fossil data on annelid phylogeny inferred from discrete morphological characters. *Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences*. **283**, 20161378.
- [30] SHUBIN, N., TABIN C., AND CAROLL, S., 1997. Fossils, genes and the evolution of animal limbs. *Nature* **388**, 639–648 (14 August 1997).
- [31] SNODGRASS, R.E., 1938: Evolution of the Annelida, Onychophora and Arthropoda. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, **97/6**, 1–159.
- [32] VALENTINE, J.W., 2002: Prelude to the Cambrian explosion. May 2002. *Annual Review of Earth Planetary Sciences*, **8/30**, 285–306.
- [33] VALENTINE J.W., 2004: *On the Origin of Phyla*. University Chicago Press. 613pp., Chicago.