

# Hogyan mozogtak az ipolytarnóci őszállatok?

HÁGEN ANDRÁS – HORVÁTH DÓRA – STROMP MÁRK

Az élőlények mozgását manapság már könnyen nyomon tudjuk követni a különböző eszközök segítségével, az őslényekét azonban nehezebb megállapítani. A kutatók csontmaradványaik és nyomfossziliáik alapján próbálják rekonstruálni mozgásukat a biomechanika segítségével. Ha a biomechanika által feltárt tényeket összevetjük a feltárás során előkerült fosszilis csontokkal és lábnyomokkal, kirajzolódik a válsz az őszállatok mozgékonyágáról.

Magyarországon az egyik legjelentősebb állatlábnyom-lelőhely, valamint megkövesedett fatörzs Ipolytarnócon (**1. ábra**) található. A lábnyomok segítségével megbecsülhetjük az egykor élt őszállatok mozgássebességét a mocsaras, lápi környezetben.

Az ipolytarnóci kövesedett fatörzset 1836-ban *Kubinyi F.* fedezte fel, a lábnyomos homokkővet pedig 1900-ban *Böckh Hugó* selmechányai akadémiai tanár és *Tuzson János* botanikus. Böckh János a Földtani Intézet akkori igazgatója az 1900. évről szóló jelentésében részletes leírást ad a lábnyomos homokkőről, s megemlékezik az első intézkedésekről. A helyszínen talált ritka lelet megmentése érdekében Böckh a feltáráshoz hívta *Szontágh Tamás* bányatanácsost és *Sedlyár István* laboránst. A munkálatokat a száraz nyári időszakban kezdték el. A feltáráson rinocérosz, ősszarvas és madár lábnyomát találták meg.

A lábnyomos homokkő újiból tanulmányozása az 1928. évi budapesti őslénytani kongresszushoz kapcsolódó tanulmányúton történt. Az újabb feltárási és tisztítási munkálatokat *Tasnádi Kubacska A.* és *Haberl V.* preparátor készítették. A földtani leírást *Id. Noszky J.* állította össze a találkozóra kiadott kirándulásvezetőre. Az 1928-as nemzetközi találkozó után újabb eredeti példányokat nem szedtek le, csak gipszmásolatokat készítettek, amelyek *Abel, O.*-hoz kerültek Bécsbe.

A következő feltárás 1937 júliusában kezdődött *Tasnádi Kubacska A.* vezetésével. Ennek során egy 8 m<sup>2</sup>-nyi, nagyrészt orrszarvú lábnyomokat tartalmazó kőzetlapot emeltek ki, amelyet a Nemzeti Múzeumba szállítottak. Ekkor vált ismertté, hogy a homokkőlapok több rétegében találhatóak lábnyomok.

A negyedik ipolytarnóci feltárást a Magyar Állami Földtani Intézet indította, s 1960-ban vette kezdetét *Tasnádi Kubacska A.* vezetésével, *Szabó O.* és *Lakatos P.* állandó részvételével. A feltáráson új, elsősorban ragadozó és „masztodon” nyomokat fedeztek fel. A kutatási eredményeket *Tasnádi Kubacska A.* ismeretterjesztő munkáiban és szakmai közleményében foglalta össze.

A feltárás ötödik fázisa 1979-ben kezdődött, amikor is kezdetét vették a természetvédelmi beruházások. 1982-ben *Solt P.*, a Magyar Állami Földtani Intézet preparátora elvégezte a lábnyomos homokkő felszínének tisztítását, és preparálási munkáit, amellyel újból megkezdődhetek a tudományos vizsgálatok.

## Mi is kell hozzá?

A *Geologica Hungarica series Paleontologica* 46. számában *Kordos László* (1985) tanulmányában szerepelnek az Ipolytarnócon található lábnyomok talp-, valamint lépéshosszai. A *Kordos László* által ismertetett talphosszak minimum és maximum értékeiből átlagértéket számítottak. A lépéshosszak figyelembevételénél pedig a jobb-bal lábpáros cm-ben megadott eredményeit használnak fel, amelyekből a biomechanika segítségével kiszámíthatom az élőlények mozgássebességét.

## Miről mesélnek a kövek és a csontok?

A kora miocénben a Széchenyi Slír Formációt követően ún. zöld homokkő-réteg rakódott le. Az üledék zöld színét a glaukonit nevű ásvány adja. A keresztretegzettség megfigyelhető, de a kőzet inkább vastagabb rétegekből épül fel, agyagosabb. A slír formáció kora oligocén végi kései egi.

A slírrétegen ívesen keresztretegzett aprókavicsos, kövületes homokkő, felső részén padosan rétegzett homokkő, majd a „gömbköves” homokkő települ. A Pétervásárai Homokkő Formáció a nógrád-cserhádi területeken eléri a 400–600 m vastagságot, Ipolytarnócon pusztán 50–60

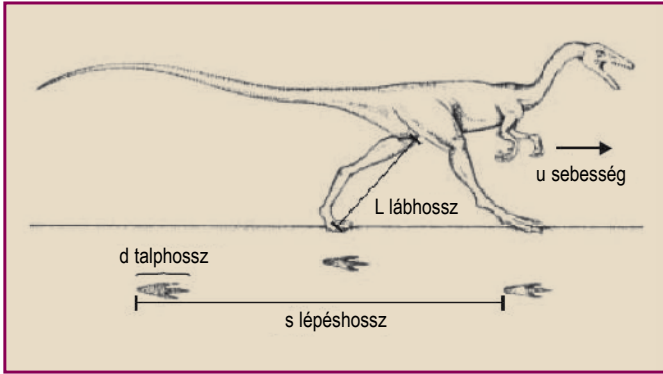


1. ábra. Az ipolytarnóci kutatási terület

m vastagságban fejlődött ki. Mikrofauna tekintetében nagy hasonlóságot mutat a Budafoki Homok Formációhoz. Fossziliái közül a tengeri süntüske és a spongia túa leggyakoribb. A réteg egyik nevezetessége a cápa fogak jelenléte. A Botos-árokban nagy mennyiségben találhatóak meg. A képződmény kora miocén eleji eggenburgi korszak.

A tengeri képződmény végét egy drámai változás jelentette. Az itteni sekélyből lefűződött a tengerágról és pangó víz lett, amelybe nagy mennyiségű törmelék (extraklaszt) üledék került. A Zagyvapálfalvai Tarkaagyag Formáció a Borókás-árokban 2–4 m, a Botos-árokban 10 méter vastagságú kavics réteg megjelenése jelez. A kavicsok között megfigyelhető sok kvarcit, vulkáni, valamint metamorf kőzet lepusztulásából származó darabok is. *Kordos László* (1985) véleménye szerint a glaukonitos homokkő (Pétervásárai Homokkő Formáció) lepusztulási terméke. Ezt bizonyítja *Hermann M.–Emszt K.* (1940) vizsgálata is, miszerint a lábnyomos homokkő az Ős-Vepor kavics törmelékekből és az oligocén glaukonitos homokkőveiből keletkezett üledék.

A folyóvízi környezet néhány millió éves időtartamra állandósult, és szelíd feltöltődéssé alakult át. E környezetben képződött a szürke homokkő, amely az ipolytarnóci lábnyomokat rejt. A páratlan leletek megmaradásához az kellett, hogy hirtelen vastag vulkáni hamu temesse be az egykori itatóhelyet. A vulkánkitörés 17,4 millió éve történt (*Sztanó O. – Harangi Sz.* 2010).



2. ábra. A tyükméretű, két lábon járó, ragadozó *Compsognathus* dinoszaurusz így járhatott a paleontológusok rekonstrukciója szerint (Horváth G. 2009b).

Avulkánihamuakövetkező emlős lábnyomokat őrizte meg a homokkőbe ágyazódva: *Bestiopedia maxima* (KORDOS, 1985), *Bestiopedia tarnocensis* (VIALOV, 1985), *Carnivoripeda nogradensis* (KORDOS, 1985), *Mustelipeda punctata* (KORDOS, 1985), *Rhinoceripeda tasnadyi* (VIALOV, 1966), *Megapecoripeda miocaenica* (KORDOS, 1985), *Pecoripeda hamori* (VIALOV, 1986).

**A nyomfossziliák kiértékelése**

A biomechanika fejlődése révén tiszta képet kaphatunk az egykori öskörnyezetre, valamint az élőlények mozgására. Az iszapban nyomot hagyó élőlények mozgássebességét úgy kaphatjuk meg, hogy megmérjük a nyomhagyó őssálat *d* talp-, valamint *s* lépéshosszát (2. ábra).

A mért eredményekből képlet segítségével megkaphatjuk a sebességet (Alexander, R. M. 1989, 1991, Horváth D. – Stromp M. 2012, Horváth G. 2009a, b.):

$$u = \sqrt{4gd f(r)}, \quad (1)$$

ahol *g* a földi nehézségi gyorsulás (9,81 m/s<sup>2</sup>), *f* pedig a Froude-szám a relatív lépéshossz függvényében.

$$r = \frac{s}{4d} \quad (2)$$

A macskáknál nem kisebb emlősállatokra univerzálisan érvényes *f* (*r*) függvény a 3. ábrán látható alakját McNeil Alexander (1989, 1991) határozta meg számos ma élő két- és négylábú emlős mozgása alapján. Itt felhasználtam még a rengeteg állat *L* lábhosszára érvényes tapasztalati összefüggést (*L* ≈ 4*d*).

**A mérés**

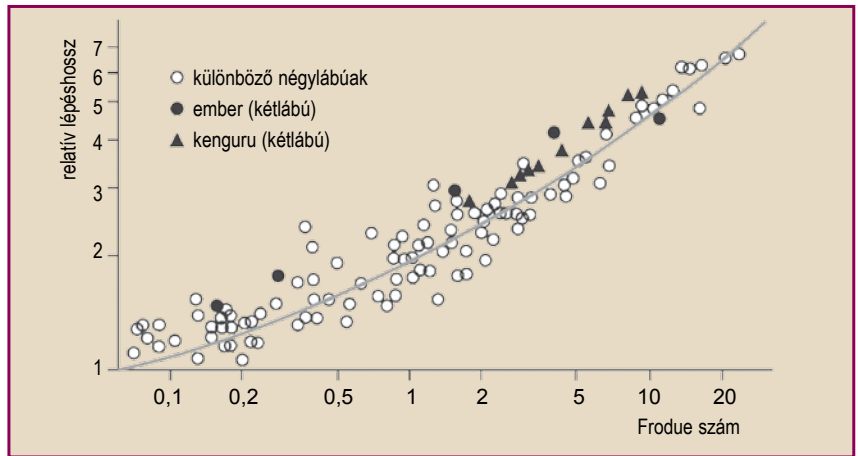
Kordos László (1985) monográfiájában szereplő mérések tartalmazzák a talpnyomat *d* hosszát, amelyek legkisebb és legnagyobb méretéből, átlagot számítottunk. A talpnyomat mellett a tanulmány tartalmazza az őssálat *s* lépéshosszát is, vagyis azt a távolságot, ami ugyanazon láb két egymást követő talpnyomata között húzódik. A Froude-szám meghatározásához felhasználtuk az 1. ábrán látható ada-

feltehetően gyorsabb mozgásra is képesek lehetnek.

Aki csodálkozik az őslények sebes mozgásán, az gondoljon bele abba, hogy az egykori itató partján található lábnyomokat vulkáni hamu konzerválta...

**HIVATKOZÁSOK**

Alexander, R. M. 1989: Dynamics of Dinosaurs and Other Extinct Giants. – Columbia University Press, USA.  
 Alexander, R. M. 1991: How dinosaurs ran? – Scientific American 254/4, 62–68.  
 Babinszki E. 2003: Ősi nyomok, modern nyomkeresők. – Term. Vil. 134/8.  
 Herrmann, M.–Emszt, K. 1940: Der untermiozäne Glaukonit-Sandstein von Ipolytarnóc. – Annales historico-naturales



3. ábra. Az  $r = s/L$  relatív lépéshossz az  $f = u^2/(gL)$  Froude-szám függvényében, ahol *g* a földi nehézségi gyorsulás, *u* az állat mozgássebessége, *L* a lábhossza, *s* pedig a lépéshossza

tokra – McNeil Alexander (1989) által megállapított – statisztikusan illeszkedő egyenletet:  $f(r) = 2,3 \cdot r^{0,3}$ . A kapott értéket behelyettesíttem az (1) képletbe, így megkaptam a vizsgált állat *u* sebességét.

Fontos tudni, hogy a latin elnevezések nem az állatok nevei, mert végződése – a nyomfossziliák nomen claturáját követve – lábnyomokra utalnak.

**Az eredmény**

Az 1. és 2., valamint 3. táblázatban végzett mérési eredmények az *u* mozgássebességeket tartalmazzák. Ezek szerint az első őslény 4,45 m/s sebességgel mozgott, a második élőlény pedig 5,79 m/s sebességgel, míg a harmadik 4,71 m/s-al a folyóparti homokban.

A kapott eredmények pusztán becslés jellegűek, ugyanis a mocsaras, lápi környezet itatóként szolgált az élőlényeknek, és ha keményebb aljzat áll rendelkezésre

Musei nationalis hungarici, 33, 99-106.  
 Horváth D. – Stromp M. 2012: Karolina-völgyi dinoszauruszok mozgássebessége. – Fizikai Szemle 62, 116-118.  
 Horváth G. 1986: Négy lába van a lónak... A járás statikai és dinamikai elemzése. – Természet Világa 117, 547–552.  
 Horváth G. 2009a: Biomechanika: A mechanika biológiai alkalmazásai. – Egyetemi tankönyv, 3. átdolgozott, bővített kiadás, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 368.  
 Horváth G. 2009b: Hogyan mozoghattak a dinoszauruszok? Őssálatok mozgásának paleobiomechanikai rekonstrukciója. – Fizika Szemle 59, 141–146.  
 Kordos L. 1985: Lábnyomok az ipolytarnóci alsó-miocén kori homokkőben. – Geologica Hungarica ser. Pal. 44-46. 415.  
 Sztanó O. – Harangi Sz. 2010: Ipolytarnóci Természetvédelmi Terület. – In: Haas J. (szerk.) 2010: A múltunk ősvényein. Szemelvények Magyarország földjének történetéből. – Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 132-137.