

[Nyomtatás](#)

A legősibb lyukkártya irányítja az embriófejlődés csodáját  
2011. október 14., péntek, 13:06

**Az embrió kialakulása egy svájci óra pontosságával zajlik: az új szervezet felülről lefelé bővül, másfél óránként egy-egy újabb réteggel. Több évtizedes kutatás után felfedezték azt az ősi, a férgekől az emberekig közös mechanizmust, amely egy régmódi lyukkártyához hasonló módon vezényli le a körülbelül két napig tartó rendkívül összetett folyamatot, egy új élőlény kialakulásának csodáját.**

Genetikailag normális egyéneknek nem nő karjuk például a test közepén és lábuk a nyakukból. Valószínűleg sokan elgondolkoztak már azon, mi "mondja meg" egyes testrészeinknek, hogy hol nőjenek. A válasz nem is annyira egyértelmű, mint amilyenek első pillantásra tűnik.

A csigolyák, a végtagok, a bordák, a farkcsontok kezdeményei mindössze két nap alatt a helyükre kerülnek a fejlődő embrióban. A szegmentációnak nevezett folyamat során minden alkotórész egy svájci óra precizitásával foglalja el a helyét. A biológusokat régóta foglalkoztatja, mi áll a rendkívül megbízható mechanizmus hátterében. A rejtélyt a svájci [Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne](#) (EPFL) és a [Genfi Egyetem](#) (Unige) kutatóinak sikerült megoldaniuk. Eredményeiket a Science folyóirat legújabb számában publikálták.

### **Az embrió rétegről rétegre épül fel**

Az embrió fejlődése folyamán minden meghatározott időben történik. Az embrió nagyjából 48 óra alatt, rétegről rétegre alakul ki felülről lefelé. Egyszerre mindig csak egy réteg növekszik. Ezt a folyamatot nevezik a szakemberek az embrió szegmentációjának. "Harmincegynéhány vízszintes szeletből épülünk fel" - magyarázza Denis Duboule, az EPFL és az Unige professzora. "A szeletek többé-kevésbé megfelelnek a bennünk található csigolyák számának."

### *Egémbrió a szegmentálódás után*

Másfél óránként épül fel egy-egy újabb szelet. A nyakcsigolyáknak, a hátcsigolyáknak, az ágyékcsigolyáknak és a farkcsontnak megfelelő gének pontosan a megfelelő időpontban aktiválódnak, egymás a másik után. "Ha az időzítés nem lenne ilyen szigorúan pontos, akkor a

bordáink akár az ágyékunkból is kinőhetnének" - mondja Duboule. De vajon honnan tudják a gének, hogy mikor kell akcióba lépniük ilyen tökéletesen összehangolt módon? A kutatók már régóta feltételezik, hogy a DNS itt biológiai óaként is működik, de nem tudták, hogyan.

## A DNS-óra

A szegmentációban az 1980-as években ecetmuslicában felfedezett különleges gének, az úgynevezett [Hox-gének](#) játszanak fő szerepet. A többek közt a végtagok és a gerincoszlop kialakulásáért felelős Hox-géneknek van egy igen figyelemre méltó jellemzőjük. "A Hox-gének pontosan egymás után sorakoznak a DNS-szálon, négy csoportot alkotva. Először a nyakhoz, majd a háthoz és mellkashoz, azután az ágyékhoz tartozók és így tovább" - magyarázza Duboule. "Nem lehetett kétséges, hogy ez az egyedi elrendeződés szerepet játszik az egyedfejlődésben."

Mint kiderült, a szegmentációs folyamat meglehetősen egyszerű. Az embrió létének kezdeti szakaszában a Hox-gének alvó (nem kifejeződő) állapotban vannak. Feltekert fonalgombolyagokhoz vagy cérnaspulnihoz hasonlóan vannak becsomagolva a DNS-en. Amikor eljön a megfelelő pillanat, a gombolyag kezd kicsavarodni. Mihelyst kezdenek kialakulni az embrió felső régiói, a nyakcsigolyák kialakulását kódoló gének tekerednek le a gombolyagról és válnak aktívvá. Ezután jönnek sorra a hátcsigolyák és így tovább egészen a farkcsontig. A DNS-szál némileg hasonlóképpen működik, mint egy régimódi számítógépes lyukkártya: specifikus utasításokat ad, ahogy fokozatosan áthalad a gépen.

*Nézze meg az ábrát [nagyobb méretben!](#)*

"Kilencven percenként jön le egy új gén a gombolyagról, ez megfelel annak az időnek, ami az embrió egy új rétegének kialakításához szükséges" - magyarázza Duboule. "Két napig tart, amíg a szál teljesen kitekeredik; ez pontosan megegyezik azzal az időtartammal, amely alatt az embrió összes rétege elkészül."

Ez a rendszer a genetikában felfedezett első "mechanikus" óra. Egyúttal azt is magyarázza, miért olyan hihetetlenül precíz a rendszer.

A felfedezés sokéves munka eredménye. A Duboule és Daniël Noordermeer által vezetett kutatócsoport több ezer Hox-gén-gombolyagot vizsgált meg. A svájci Bioinformatikai Intézet közreműködésével a kutatók hatalmas mennyiségű adatot tudtak összegyűjteni, és modellezték a gombolyag szerkezetét, valamint azt, hogyan tekeredik ki.

## Közös rendszer a férgekétől az emberekig

Az EPFL kutatói által felfedezett folyamat számos élőlényben ugyanaz, a férgekétől és rovaroktól kezdve az óriásbálnákon át az emberig. Ezen állatok testfelépítése - a szelvények, a csigolyák, a végtagok és más testfüggelékek elhelyezkedése - a Hox-gének egymást követő

sorrendjébe van beprogramozva a DNS-szálon úgy, ahogy a gépzongorán lejátszott zene a papírtekercsen.

Jó példa erre a kígyók teste. Néhány éve Duboule felfedezte a csigolyakészítő folyamatot normális esetben leállító Hox-gén egyik hibáját ezekben az állatokban. "Most már tudjuk, mi történik. A folyamat nem áll le, és a kígyóembrió addig folytatja az egyforma csigolyák gyártását, amíg a folyamathoz elég erőforrás áll rendelkezésre" - mondja Duboule.

A Hox-óra jól mutatja az evolúció rendkívüli bonyolultságát. A mechanizmus egyik figyelemreméltó tulajdonsága a rendkívüli stabilitása, mondja Duboule. "A cirkadián [napi ritmust szabályozó] vagy a menstruációs órák működése összetett kémiai folyamatokon alapulnak. Ily módon képesek alkalmazkodni a változó körülményekhez, de általában véve meglehetősen pontatlanok. Az általunk felfedezett mechanizmusnak sokkalta stabilabbnak és precízebbnek kell lennie. Még a legkisebb változás is egy új faj létrejöttéhez vezetne."

*Forrás:* [Science](#) / [AAAS](#)

**A cikket az alábbi címen találja az [origo]-ban:**

<http://origo.hu/tudomany/20111014-egyedfeklodes-embrio-testfelepites-felfedeztek-az-allatok-kialakitasaert-felelos-dnsorat.html>