

A citozin és a metilcitozin szerkezeti képlete

kes egyéb eredményei is voltak. Így például két (ritka) örökletes betegségben, amelyek rendkívül gyors öregedéssel járnak (a Werner és a Hutchinson-Gilford progeria) a DNS-metilációban nem látszott ennek a jele, a betegek DNS-metiláltság alapján számított életkora megegyezett valós életkorukkal, azaz fiatalabbnak bizonyultak, mint klinikai állapotuk és külsejük alapján. További érdekes eredmény, hogy az algoritmus alkalmazhatónak bizonyult csimpánzokra is. Mivel a minták különböző szövetekből származtak, az is megállapítható volt, hogy mely szövetekben jár a legpontosabban a metilációs „óra” (vérben és agyban) és melyekben a legkevésbé pontosan (női mell, méh, bőr, izom).

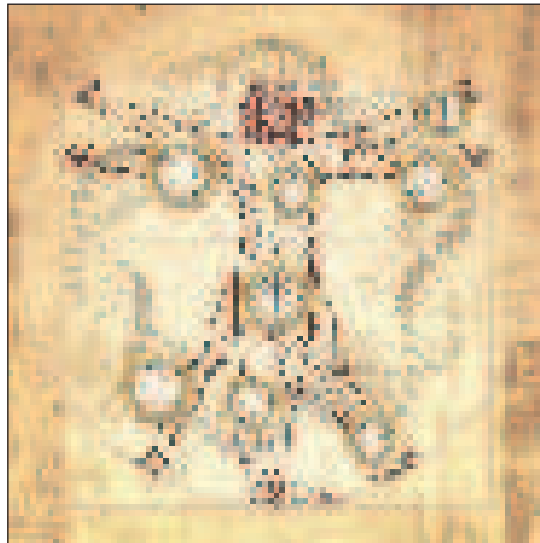
Az utóbbi évek egyik legjelentősebb orvos-biológiai eredménye volt annak az eljárásnak a kidolgozása, amelyvel differenciált szöveti sejtekből összejetelet lehet előállítani (ezért kapott tavaly Nobel-díjat *Shinya Yamanaka* japán tudós). Horvath megállapította, hogy az így előállított összejetelet, a valódi embrionális összejetelekhez hasonlóan, a metiláció alapján nulla életkorúnak tekinthetők, viszont a szövettenyésztés során metilációs életkoruk gyorsan növekszik.

Külön fejezetet jelentett Horvath elemzésében a rák. 6000 rákos szövetmintát vizsgált meg 20 különböző ráktípusból. Gyakorlatilag mindegyikük metilációjában igen jelentékeny volt az eltérés a normál, egészséges szövetekhez képest, és az egyes ráktípusok egymástól is igen nagymértékben eltértek. Átlagosan mintegy 36 évvel öregítette a rák az érintett szöveteket, azaz a rákos szövet metiláltsága alapján átlag ennyivel magasabb életkort lehetett volna diagnosztizálni, mint a személy tényleges életkora.


Meglehetősen nyilvánvaló, hogy Horvath eredményei igen fontosak és hasznosak az epigenetika kutatói számára. Ma még nagyrészt tisztázatlanok azok a mechanizmusok, amelyekkel külső környezeti hatások ala-

kítják az epigenomot. Nem tudjuk, hogy milyen szerepe van az epigenomnak az egyes betegségekben (ha megállapítják, hogy valamely kórkép korrelál bizonyos epigenetikai szerkezettel – erre számos példát ismerünk – nem lehet tudni, hogy ez a szerkezeti változás oka, vagy éppen következménye a betegségnek), mi a jelentősége az epigenom szöveti különbségeinek stb. Érdekesekek lehetnek azonban ezek az eredmények gyakorlati szempontból is.

Tömegszerencsétlenségek áldozatainak azonosításánál már eddig is használták a DNS-vizsgálatot. Ha rendelkezésre állt közeli rokon DNS-e, akkor az azonosítás lehetséges. Ha azonban ilyen nincs, akkor fontos támpont lehet, ha az áldozat DNS-éből megállapítható életkora. Egy másik lehetséges alkalmazás a kriminológia. Ha egy véryom DNS-éből megállapítható az elkövető életkora, az nyilvánvalóan segít-



A Horvath-féle koncepció jelképes illusztrációja Leonardo híres rajzán

heti a nyomozást. Sajnos nemi erőszak esetén ez nem jön szóba, mert a spermiumok metilációs életkora nulla, ezért a sperma nem is szerepelt a Horvath által vizsgált szövetek között. 

Irodalom

- Fraga, M. F. et al. (2005) Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102, 10604–10609.
- Petronis, A. (2006) Epigenetics and twins: three variations on the theme. *Trends in Genet.*, 22, 34–350.
- Horvath, S. (2013) DNA methylation age of human tissues and cell types. *Genome Biology*, 14: R115

ZSUGORODIK A PACIFIKUS-LEMEZ

Az a tektonikus lemez, amely domináns a Csendes-óceánt körülvevő tűzgyűrű mentén, nem is olyan merev, mint eddig hitték. Az amerikai Rice Egyetem (Houston) és a Nevada Egyetem kutatói megállapították, hogy a litoszféra hülése nyomán a Pacifikus-lemez némely régiójában horizontálisan összehúzódik, ráadásul gyorsabban, mint másutt és ez a lemez deformációját okozza. Ez a hatás ott a legerősebb, ahol a litoszféra a legfiatalabb (2 millió éves, vagy annál fiatalabb), márpedig ez alkotja a Pacifikus-lemez legnagyobb részét, az óceáni aljzatot. A kutatók számításai szerint az összehúzódás tízszer gyorsabb, mint a lemez idősebb, kb. 20 millió éves részein és még ennél is sokkal gyorsabb, mint a 160 millió éve létrejött szakaszokon.

Helyi szinten a litoszférolemezek mozgása csak néhány centiméteres és ugyanez mondható el a zsugorodásról is, ám mindez már mérhető és az eredmény immár szignifikánsnak mondható. Az új számítások szerint a Pacifikus-lemez kicsit gyorsabban (kb. évi 2 milliméterrel) távolodik az Észak-amerikai-lemezénél, mint ahogy azt a korábbi merev lemez teória szerint gondolták. Összességében a lemez évi 50 mm-es sebességgel mozog északnyugati irányban. A klasszikus elmélet szerint a litoszférolemezek merevek, ám már a mostani kutatások előtt is feltételezték, hogy nem egészen. Már öt évvel ezelőtt kimutatták, hogy a kőzetlemezek horizontális összehúzódásának mértéke fordítottan arányos a tengeraljzat korával, és ennek a legnagyobb hatása a Pacifikus-lemez keleti, legfiatalabb részén mutatható ki.

(*Rice University News & Media*, 2014. augusztus 27.)

SZILÍCIUM-ÖKOSZISZTÉMA

Képesek vagyunk szimulálni a klímát, de még egy újszülöttet is. Akkor miért ne szimulálhatnánk a földi életet is, bolygónk élőlények hatalmas és komplex, kölcsönhatásokban álló rendszerét? Egy angliai település, Madingley után neveztek el azt a matematikai modellt, mely segítségünkre lehet a jövő megértésében. Megtudhatjuk belőle például azt, mi történne, ha az összes méh eltűnne, ha kihalnának a pandák, és milyen lenne a Föld, ha az emberiség soha nem kezdett volna bele az intenzív mezőgazdaságba. A kutatás azt is megmutatja, hogy valamennyi ökoszisztéma alapvető struktúrái igen kis számú univerzális ökológiai alapelv alkalmazásával megjósolhatók.

**ERITROPOETIN VÉDI A
GYERMEKAGYAT**

A Madingley-modell az első olyan számítógépes modell, amely globális méretekben szimulálni tudja valamennyi organizmus kölcsönhatásait a Földön. A kutatók többnyire felülről lefelé irányuló módon próbálnak modellezni ökoszisztémákat, vagyis egy adott rendszerből megpróbálják a lehető legtöbb adatot összegyűjteni, például az erdőkből vagy az óceánokból, és mindezeket belevetjük egy modellbe. Ehelyett Drew Purves (Microsoft's Computational Science Lab, Cambridge) és munkatársai egy matematikai világot hoztak létre, amely ugyanazokon az alapelveken nyugszik, mint a földi élet. Ez egy szilícium-ökoszisztéma, mondja Georgina Mace cambridge-i kutató és éppen ez a szép benne. Benne van az összes kölcsönhatás a fizikai környezet és az ökoszisztéma-összetevők között.

A kutatócsoport először magát a fizikai Földet szimulálta, a kontinensekkel, az óceánokkal, a globális éghajlattal, majd digitális szervezetekkel népesítette be. Ugyanúgy, mint a valóságban, a Madingley-modellben is megjelenik valamennyi életforma; a szimuláció a fajok szintjére még nem terjed ki, de lényegében valamennyi állattípus megjelenik benne. A csoport meg tudta vizsgálni, hogy az egyes élőlénycsoportok hogyan és mikor, milyen fellendüléseken és válságokon estek túl, mely élőlények tűntek el, melyek virágoztak fel, hogyan küzdöttek meg egy-egy új ökológiai fülke elfoglalásáért. Mielőtt azonban a „játékhoz” hozzákezdtek volna, le kellett fektetniük néhány alapvető szabályt a rendszerben. Tudjuk például, hogy az átlagos ragadozó olyan prédára vadászik a leggyakrabban, melynek testtömege kb. a tizede a sajátjának, és ezt érvényesítették a modellben is. Egy másik ilyen alapelv, hogy összefüggés van a testhőmérséklet és a testméret között.

Az a tény, hogy a modell sikeresen működtethető, rávilágít arra, hogy az ökoszisztémák szerkezete bizonyos fokig kiszámítható és megismételhető. A további tesztekhez a kutatók újabb „szereplőket” fognak bevinni a modellbe, köztük az embert is. Reményeik szerint eljutnak a modell olyan fejlettségi fokáig is, hogy válaszolni tudnak egy csomó „mi történne, ha...” kérdésre is.

(*New Scientist*, 2014. április 22.)

SEREGÉLYRAJOK REJTÉLYE

Egy új tanulmány szerint megoldódott a seregélyrajok mozgásának rejtélye, melyet a repülés közben keletkező világos és sötét területekkel magyaráznak. A Warwick Egyetemen végzett kutatások során megállapították, hogy a seregély-

raj célja az optimális sűrűség fenntartása, melynél a környezetükkel kapcsolatban elegendő adathoz juthatnak. Ez akkor következik be, amikor a raj különböző szögeiből megfelelően látják a fényt. A megfelelő sűrűség elérésekor kialakuló egymás utáni sötét és világos mintázatok életfontosságú információval látják el a raj egyedeit.

A világos és a sötét dinamikus mintázatát a rajban repülő madarak hozzájárulása a repülés pozíciójának és szögének megváltoztatásával, így szabályozzák a csoportba jutó fény mennyiséget. A kutatók megfigyelése szerint mindig lehetett olyan területeket találni a rajon belül,



Seregélyraj

amin áthatolt a fény, így feltételezték, hogy a madárcsoport mozgásában szerepet játszik a világos és sötét változó mintázat kialakítása.

A felismerés egy számítógépes modell kifejlesztéséhez vezetett, melyben a szimulált intelligenciájú egyes egyedeket a raj olyan részére vonták, ahonnan az a csapat többi részéről a legtöbb információt kaphatta. Az eredmény egy összetartozó csoport lett. A kutatók ezután a megfigyeléseket a vadonban élő csapatokra is alkalmazták, és megállapították, hogy szoros kapcsolat van a virtuális és a természetben élő madarak mozgása között.

A rajon belüli egyed maga előtt a más madarak által kialakított világos és sötét területeket látja, ennek segítségével jön létre a dinamikus és állandóan változó sziluett. Bebizonyosodott, hogy a külső szemlélő által érzékelt sziluett a hatalmas raj önszerveződésének eredménye, hogy elérjék azt az állapotot, melynél az egyes madarak a raj résein keresztül a világos és sötét részeit is látják és a többi madarról is szerezhetnek kellő információt.

Korábban úgy gondolták, hogy a raj koordinálása során a madarak csak a szomszédjukkal állnak kölcsönhatásban, az új kutatás szerint azonban kizárólag a madarak közötti helyi kölcsönhatásokkal nem lehet magyarázni a raj ilyen nagymértékű szervezottségét.

(*warwick.ac.uk*, 2014. július 18.)

Az újszülöttek csaknem fele koraszülött, vagyis a 39. terhességi hét előtt születik meg. Ma már egyre nagyobb arányban tartózkodó életben azok az újszülöttek is, akik a 32. terhességi héten, vagyis csaknem 2 hónappal korábban jönnek a világra. Európában a koraszülöttek száma évente 400 000, világszerte a WHO becslése szerint akár 2,6 millió is lehet. Ám bármennyire is jó hír ezeknek a rendkívül korán világra jött gyermekeknek a megmentése, az anyaméhben töltött rövidebb idő sajnos nem marad következmények nélkül. Agyuk még nem teljesen érett, és a túl korai születés miatt gyakran károsodik. Elsősorban az ingerátvitelben szerepet játszó fehérállományban mutatkoznak hiányosságok. Az eddigi tanulmányok szerint az ilyen agykárosodást szenvedett koraszülöttek a későbbiekben tanulási problémákkal küzdhetnek, problémás lehet a térbeli gondolkodásuk, és rosszabbul teljesítenek, ha egyidejűleg különböző ingerekre kell reagálniuk.

A Genfi Egyetemi Klinika kutatói ezért olyan szert kerestek, amely minimalizálja a koraszülöttek agykárosodását. Így találtak rá az eritropoetin (EPO) vérhormonra. Az EPO-t a gyógyászatban különösen a vérszegénység kezelésére használják, de vizsgálatok azt is bizonyították, hogy ez a hormon bizonyos neurológiai megbetegedésekben védheti az agyat. A kutatócsoport ezért elhatározta, hogy az EPO agyvédő hatását a nagyon korán született koraszülötteken is tesztelik. A vizsgálatot 495 koraszülöttről végezték el, akik a 32. terhességi hét előtt születtek. A vizsgálatba bevont újszülöttek közül 256-an a születésük utáni első 3 napon kaptak 3 adag EPO-t vénásan, a többieket hatóanyagmentes oldattal, placeboval kezelték. Közél két hónappal később a gyermekek agyát mágneses rezonancia segítségével vizsgálták.

Az eredmény: az EPO-val kezelt gyermekek agya lényegesen kevesebb károsodást mutatott, mint a kontrollcsoporté. Míg a kezeletlen koraszülöttek 36 százalékában fehérállományában voltak rendellenességek kimutathatók, az EPO-val kezelt koraszülötteknél mindez csupán 22% volt. Még jelentősebb volt a különbség a szürkeállomány tekintetében: itt a kutatók a kezelt újszülötteknél mindössze 7%-os rendellenességet találtak, míg a kontrollcsoportban ez 19%.

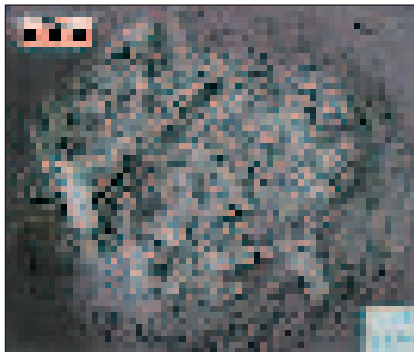
Ez az első alkalom, hogy az EPO hormon koraszülöttek agyára gyakorolt pozitív hatása kimutatható volt. Annak vizsgálatára, hogy ez a kezelés a gyermekek későbbi szellemi fejlődésére is pozitív hatást gyakorol-e, a kezelt újszülötteket a későbbiekben is, 2 és 5 éves korukban is tervezik vizsgálni. Amennyiben a pozitív hatás igazolódik, ak-

kor sikerült egy fontos lépést tenni a koraszülöttek agykárosodásának és annak hosszú távú következményeinek elkerüléséért. (*www.wissenschaft.de 2014. augusztus 26.*)

BÉBISZITTERT ALKALMAZTAK A DINOSZAUROSZOK

Régóta vannak arra utaló jelek, hogy a dinoszauruszok gondozták a frissen kikelt utódaikat, és vigyáztak rájuk, amíg bizonyos kort el nem értek. Ezt a feltevést nagyon látványosan igazolja egy kínai lelet, ahol 24 nagyon fiatal egyed fosszilizálódott a fészkekben, vagy annak közelében, mellettük pedig egy idősebb egyed ugyanabból a fajból. Valamennyi példány a növényevő Psittacosaurus lujiatunensis fajhoz tartozik, ami a leggyakoribb dinoszaurusz volt ezen a területen. A 120 millió éves maradványok ÉK-Kína Liaoning tartományában kerültek elő. A kőzet vékonycsiszolatos és röntgendiffrakciós vizsgálata igazolta annak vulkáni eredetét.

Az állatokat egy vulkánkitörésből származó lahar (vízből, iszapból, és vulkáni kőzetből álló folyam) ejtette csapdába. Ezt a környezeti rekonstrukciót megerősítette az ősmaradványok irányított orientációja is. A 24 kis példány teljesen egyforma méretű; nagyon kicsik ugyan, de a tojásból már kikeltek. A nagyobb példányhoz tartozó koponya alapján az idősebb példányt 4-5 évesnek be-



Dínófészkek

csülték a kutatók. Mivel a Psittacosaurusok 8-9 éves koruk előtt nem szaporodtak, ez nem lehetett a kicsik szülője, hanem inkább egy idősebb testvér, aki besegített a frissen kikelt egyedek felügyeletébe.

(*Cretaceous Research, 2014. augusztus*)

A MELEG ÉGHAJLAT – VILÁGOSABB SZÍNŰEK A ROVAROK

A világos szín meglehetősen sok előnyt jelent a pillangók és szitakötők számára – amennyiben délen élnek, ahol a vilá-

gos testszín védelmet nyújt a túlhevüléssel szemben. A hűvösebb északi tájakon pedig a sötétebb színek köszönhetően gyorsabban elérik az „üzemi hőmérsékletet”. Ez az összefüggés köszön vissza az európai rovarok külső megjelenésében – állapították meg a Marburgi Egyetem kutatói londoni és kopenhágai kollégáikkal együtt.

Az emberekre érvényes, hogy minél északabbról származnak őseik, annál világosabb a bőrszínük. Mivel a világos bőr a napfény hatására hatékonyabban termeli az életfontosságú D-vitamint, az evolúció során az eredetileg Afrikából származó sötétbőrű emberek mellett az északi területeken, ahol kevesebb a napsütés, kialakult a világos bőrű embertípus.

A rovaroknál mindez éppen fordítva történt: mivel testhőmérsékletüket többnyire a környezet hőjének felvételével szabályozzák, testfelületük színe döntő jelentőségű. A sötét színek jobban veszik fel a hőenergiát, mint a világosak, tehát a sötét színű állatok előnyben vannak, ha hidegebb környezetben élnek. A világos fajok ezzel szemben nagyon meleg vidékeken élvezik testszínük előnyét.

A marburgi kutatók vizsgálatukban most annak jártak utána, hogy hogyan hat ez a törvényszerűség egész konkrétan a biológiai sokszínűsége. A vizsgálathoz 473 pillangó- és szitakötőfaj digitális felvételeit elemezték és mindegyik felvételhez külön-külön hozzárendeltek egy fényerő értéket. A hozzárendelés során azt is figyelembe vették, hogy az állatok külső megjelenése részben alkalmazkodáson nyugszik, amit őseik hagytak rájuk örökségül.

Bár a testszín nemcsak a testhőmérsékletre van hatással, hanem például állcázásul is szolgál, a kutatók figyelemre méltó világos eredményre jutottak: a világos színű rovarfajok Európa melegebb déli részén dominálnak, a sötétebb színű fajok pedig a hűvösebb északi tájakon. A pillangók és szitakötők Európában az alapján oszlanak el, hogy testhőmérsékletüket hogyan tudják szabályozni testszínük révén.

Annak meghatározására, hogy milyen hatása lehet a klímaváltozásnak a rovarok földrajzi elterjedésére, a kutatók összehasonlították a mai adatokat az 1988-asokkal. Európában akkoriban a világosabb szín irányába volt eltolódás. Az eredmények rámutattak, mennyire fontos a hőenergia a rovarok térbeli elterjedése szempontjából. A további vizsgálatok eredményeiből arra számítanak, hogy ha a globális felmelegedés folytatódik, Európában a sötét színű fajok előfordulása eltörlődik és az állatok inkább árnyékosabb életteret keresnek.

(*www.farbimpulse.de 2014. június 11.*)

A SZARKÁK MÉGSEM LOPNAK

Az Exeteri Egyetem pszichológusai arra a megállapításra jutottak, hogy a népi hiedelemmel ellentétben a szarkák inkább félnék az új és ismeretlen dolgoktól, minthogy von-



zódjanak hozzájuk. Az új tanulmány szerint nem ragaszkodnak a fényes tárgyakhoz és nem lopkodják a csecsebecskéket, ékszereket sem. Az európai kultúrában széles körben elfogadott, hogy a szarka (*Pica pica*) a madárvilág rablója, és a csillogó tárgyakat kényszeresen a fészkébe hordja. Az Exeteri Egyetem pszichológusai azonban szembe szállnak ezzel a hiedelemmel. Kísérletsozortatot hajtottak végre a madarak két csoportjával. Az egyik csoport egy madármentő központból származott, a másik az egyetem területéről. Gondosan ellenőrzött körülmények között a madaraknak fényes és nem fényes tárgykat mutattak és rögzítették a reakcióikat. Az egyetemen belül nyolc helyen végeztek kísérletet, ahol a madarak már hozzászoktak a rendszeres emberi tevékenységhez, így közelről tudták figyelni őket. Fényes fémcsavarokat, kis föliagyűrűket és apró ezüstfólia darabokat használtak. A csavarok és a gyűrűk felét matt festékkel kékre festették. A tárgykat két laza kupacban a földre helyezték, tőlük 30 cm-re pedig a magkupacokat. A szarkák 64 vizsgált alkalomból kétszer vettek fel fényes tárgyat, az mindkét esetben egy gyűrű volt, amit azonnal el is dobtak. A madarak vagy nem vettek tudomást róluk, vagy elkerülték a fényes és a kék tárgykat, gyakran óvatosan viselkedtek és inkább kevesebbet ettek a tárgyak társaságában. A másik, a fogva tartott madarak csoportjának tagjai egyáltalán nem léptek kapcsolatba a tárgyakkal.

Eddig meglepően kevesen vizsgálták a szarka viselkedésének kognitív mechanizmusait. Képesek a bonyolult szellemi tevékenységre, például felismerik magukat a tükörben, megtalálják az elrejtett tárgykat vagy ételmet. Ismét bebizonyosodott, hogy értelmes állatok, ahelyett, hogy kényszeresen vonzódnának a fényes csecsebecskékhöz, az újdonságokkal és váratlan dolgokkal szemben inkább megtartják a biztonságos távolságot.

(*sciencedaily.com, 2014. augusztus 15.*)