

REJTÉLYES ÉGI RÁDIÓFORRÁS

Az első ultrarövid rádiókitörést (Fast Radio Burst) az ausztráliai Parkes rádiótávcsővel fedezték fel. A 2012. november 2-án az arecibói 305 méteres rádiótávcsővel talált hasonló objektum, amely a típusa és a felfedezés időpontja alapján az FRB121102 jelölést kapta, viszont az első ilyen, ahol a jelenség ismétlődését figyelték meg. Azóta mintegy kéttucat hasonló kitörést fedeztek fel, de a jelenség előrejelezhetetlen és csak néhány ezredmásodpercig tart, ezért megfigyelésük nehéz. Statisztikai megfontolások alapján mégis arra következtetnek a rádiócsillagászok, hogy naponta több ezer ilyen rádiókitörés történhet szerte az univerzumban. A jelenség magyarázata egyelőre ismeretlen, azonban ismétlődése nyilvánvalóvá teszi, hogy nem lehet szó egyszeri, kataklizmikus eseményről. 2016-ban az új-mexikói VLA-val és az európai VLBI-hálózat rádiótávcsöveivel sikerült pontosan megállapítani az ismétlődő FRB helyét. Kiderült, hogy a rejtélyes kitöréseket mutató forrás egy távoli, halvány törpegalaxisban helyezkedik el, amely galaxis folyamatos rádiósugárzást is kibocsát. Egy idén megjelent publikáció szerint az FRB és az állandó rádióforrás szögtávolsága 12 ezred ívmásodpercnél kisebb. Februárban több földi óriástávcsővel végzett megfigyelés után a Hubble-űr-távcsövet is a 3,2 milliárd fényév távolságban lévő törpegalaxisra irányították. Kiderült, hogy a rádiókitörések egy aktív és kompakt csillagkeletkezési tartományból indulnak ki, amely a kis galaxis peremvidékén helyezkedik el. Feltételezik, hogy az ismétlődő rádiókitörések forrása egy viszonylag fiatal objektum lehet, méghozzá valószínűleg egy, a közelmúltban létrejött neutroncsillag, vagyis egy felfokozott tevékenységet mutató pulzár. Az ismétlődő kitöréseket a Föld körül keringő röntgentávcsövekkel is megpróbálták megfigyelni. Bár a megfigyelési időszakban két rádiótávcső rendszerrel 12 gyors kitörést észleltek, röntgensugárzás nem érkezett az objektumból. Ebből következik, hogy az objektum nem lehet például a Rák-ködben lévő csillag pulzár „felturbózott” változata. A Rák-pulzár rádiófelvillanásai félmilliószor gyengébbek az FRB121102 kitöréseinél, röntgensugárzása viszont jellegzetes. Mindamellett, a csillagászok az FRB121102 esetében is egy nemrég felrobbant csillag maradványára gyanakodnak, feltételezik, hogy az objektum gyorsan forgó *magnetár*, azaz erős mágneses terű neutroncsillag lehet. Ugyanakkor a halvány, de állandó rádiósugárzás forrása az eredeti szupernóva robbanás lökéshullámfrontja lehet. Ám az eddig ismert magnetárokra ugyancsak jellemző a

röntgen- (és gamma-) sugárzás, amit viszont az FRB121102-nél eddig nem találtak. Tisztázatlan, hogy az ismétlődés mennyire jellemző a gyors rádiókitörésekre, a többi hasonló objektumnál ugyanis eddig nem sikerült ismétlődést kimutatni. (www.skyandtelescope.com, 2017. június 6.)

A CSILLAGOK ÉS NEM CSILLAGOK KÖZTI HATÁR

A csillagászok becslése szerint minden 100 csillagra több tucat „sikerületlen csillag” jut, vagyis úgynevezett barna törpe. Ezek tömege nem elég ahhoz, hogy keletkezésükkor beinduljon belsejükben a fúziós energiatermelés, azaz nem fejlődnek működő csillaggá. A csillagászokat régóta foglalkoztatta, hol húzódhat a határ, amely fölött az összehúzódó gázfelhő csillaggá válik. Korábban azonban csak elméleti számítások és számítógépes modellek segítségével tudtak választ adni a kérdésre. Legújabb amerikai csillagászok megfigyeléseken alapuló eredményeiket tették közzé. Azt a körülményt használták ki, hogy bár a magfúzió nem indul be, azért az összehúzódás következtében a barna törpék is felforrósodnak, ezért infravörös sugárzást bocsátanak ki. Ez a sugárzás azonban olyan halvány, hogy a legközelebbi barna törpéket is csak 1994-ben sikerült először megfigyelni.

A megfigyeléseket, amelyek eredményét most tették közzé, egy évtizeddel ezelőtt kezdték. A kutatók 31, a Földtől 130 fényévnél nem távolabb lévő, kis tömegű kettős rendszert figyeltek meg, amelyek vagy két barna törpéből, vagy két nagyon kis tömegű, de „igazi” csillagból állnak, vagyis a vizsgált égitestek a barna törpéket a csillagoktól elválasztó határvonal két oldalán helyezkednek el. A barna törpéket és a működő csillagokat színük alapján különböztették meg. A kettős rendszerek tagjainak egymás körüli keringéséből ki tudták számítani az égitestek tömegét. Megfigyeléseikhez a Keck-távcsöveket és a Hubble-űr-távcsövet, illetve a Hawaii-szigeteken működő kanadai–francia távcsövet használták. Végeredményben 38 barna törpe tömegét sikerült kiszámítaniuk, így egy nagyságrenddel megnőtt az ismert tömegű barna törpék száma. Megállapították, hogy egy gázgömbnek legalább 70-szer nagyobb tö-

megűnek kell lennie a Jupiternél ahhoz, hogy az összehúzódása nyomán a belseje eléggé felforrósodjék a magreakciók beindulásához. Az ennél kisebb tömegű, összehúzódó gázfelhők barna törpékké válnak. Minél kisebb a tömeg, annál alacsonyabb az objektum hőmérséklete, így azt is meg tudták állapítani, hogy a mintájukban előforduló barna törpék mindegyike 1600 K-nél hidegebb. Eredményeik összhangban vannak a korábbi elméleti modellek eredményeivel. (www.skyandtelescope.com, 2017. június 15.)

A BÁLNÁK SZŰRŐ TÁPLÁLKOZÁSÁNAK EREDETE

A kékbálna a valaha élt legnagyobb állat, és szinte kizárólag apró rákokkal (krill) táplálkozik. A szila nevű komplex szűrőszerkezet óriási mennyiségű tengervíz átszűrését teszi számukra lehetővé. Egy most megjelent publikációban a szilás cetek korai kihalt rokonának leírása segíthet megérteni a szila kialakulását. A 30 millió éves leletet a 2000-es évek elején talála



A *Coronodon havensteini* fogazata

egy bűvár a dél-karolinai Wando folyóban. Nagyobb volt a többi fogas cetnél, koponyája majdnem elérte az 1 méter hosszúságot. Régóta húzódó vita, hogy az első szilás cetek fogatlan szívó-táplálkozók voltak, vagy pedig a fogas cetek kezdtek használni a fogaikat a préda kiszűrésére a vízből. A *Coronodon havensteini* nevű új faj ez utóbbi elképzelést támasztja alá. Azt tudják a paleontológusok, hogy a szilás cetek őseinek voltak fogai, az átmenet azonban maig vitatott. Valószínű, hogy a korai fogas cetek a nagyméretű, komplex fogaik közötti hézagokat kezdték használni erre a célra, és a szilák fokozatosan cserélték le a fogakat évmilliók során. A most leírt *Coronodon* fogainak alakja és kopásmintázata is arra utal, hogy a nagyméretű fogaikat nem a táplálék levágására, vagy a préda húsának leharapására használta, ha-

nem az összezárt fogak között hézagokon préselték keresztül a tengervizet. A lelet kiváló példát mutat arra, hogy egy adott feladatra kifejlődött testrész egy idő után más funkció elvégzésére alkalmazkodhat.

(*Current Biology*, 2017. július)

HOGYAN ÚSZTAK A HOSSZÚNYAKÚ PLESIOSAURUSOK?

Amikor a dinoszauruszok uralták a szárazföldeket, akkor a tengerek urai a rendkívül hosszú nyakú plesiosaurusok voltak. A nyak megnyúlása minden bizonnyal a táplálkozási terület kiterjesztését szolgálta. A mozgásuk azonban még mindig megoldatlan rejtély maradt, hiszen nehéz megérteni, hogyan tudtak úszni az akár 7 méter hosszúságot is elérő nyakkal. Bár 140 millió éven keresztül léteztek, nincsenek olyan ma élő állatok, amelyekkel összehasonlíthatnánk őket. A merev és egyenes nyak hidrodinamikai szempontból előnyösebb lehetett az ívelt nyaknál. Az ívelt nyakra ható nyomás miatt valószínűleg csak kis sebességnél, vagy a vízben lebegve tudták behajlítani a nyakukat, így türelmes vadászok lehettek, mint a mai krokodilok és kígyók. Az ívelődés pontos helye szintén jelentős szerepet játszhat a víz ellenállásában. Ezeknek a kérdéseknek a tesztelésére a liverpooli *John Moores Egyetem* doktorandusza 3D-s modellekkel szimulálja a plesiosaurusok mozgását. A modelleket egyszerűsített testalakkal készítette el, és a folyadékdinamika vizsgálatával tanulmányozza, hogy a nyak hajlása hogyan befolyásolta a víz folyását az állat körül. A készülő modellek pontosításához a fosszilis leleteket is fel fog használni, például digitalizált nyakcsigolyák formájában.

(*ScienceDaily*, 2017. július 5.)

TENGERI PÓKOK BELEIKKEL PUMPÁLJÁK AZ OXIGÉNT

A legtöbb állat szívösszehúzódaikkal tartja fenn a vér és benne az oxigén áramlását. A tengeri pókok azonban különös módon, beleik pumpálásával juttatják el a vért és az oxigént majdnem az egész testükbe. Az emésztőrendszerük is speciális. Beleik sokszorosán elágaznak, egyes szakaszok a lábak végéig is benyúlnak. Az egész testet behálózzák, hasonlóan a mi keringési rendszerünkhöz. A testnedveket bélperisztaltikával továbbítják, vagyis az izmok akaratlan összehúzódásával és elernyedésével. A tengeri pókok az oxigént közvetlenül a kültakarójukon keresztül veszik fel. A perisztaltikus hullámok azonban sokkal erőteljesebbek, mint ahogyan azt az

emésztés megkívánná. A kutatók már régebben megfigyelték, hogy a sarkvidéken élő állatok, pl. az óriás tengeri pókok, sokkal nagyobb testűek, mint mérsékelt övi, illetve trópusi rokonaik.

Felvetődik a kérdés, hogy a sarkvidéki fajok az alapvető életfolyamatokat hogyan tartják fenn, hogyan jutnak kellő mennyiségű oxigénhez. A tengeri pókok nagyon vékonyak és átlátszóak, jól tanulmányozhatók és mikroszkóppal könnyen belenézhetünk a testükbe. Ekkor válik láthatóvá, hogy a szívük csak gyengén ver, ami a vért csak a központi részen tartja mozgásban. A belek azonban igen erőteljesen és összhangban működnek. *H. Arthur Woods* és munkatársai rájöttek, hogy a belek nemcsak az emésztésben, hanem a légzési gázok áramlásában is szerepet játszanak. Az elmélet 12 pókfajnál bizonyosodott be. Nem tudják még, hogy a tengeri pókok bélrendszere először csupán emésztési funkciót töltött be, és később kezdett részt venni a légzésben is, vagy fordítva történt. A továbbiakban hasonlóan összetett bélrendszerrel élő ízeltlábúakban végbemenő gáztranszportot lehetne vizsgálni.

(*sciencedaily.com*, 2017. július 10.)

KOPONYAVÁLTOZTATÓ MEZŐGAZDASÁG

Egykor az ember lágyabb élelmiszert fogyasztott, s ez egy adott koponyaformát eredményezett. A mezőgazdaság bevezetésével azonban az emberi fej alakja megváltozott – erre az eredményre jutott a Kaliforniai Egyetem kutatócsoportja, melynek vezetője *David C. Katz*. A PNAS folyóiratban megjelenő tanulmányukban számolnak be kutatásuk eredményéről, melyre közel 1100 koponya részeinek elemzésével jutottak. Vizsgálataik során a szakértők a táplálkozásban a gabonafélék és a tejtermékek – mindkettő a mezőgazdasággal függ össze – fontosságát elemezték, majd a kapott eredményeket összehasonlították a koponya változásaival. Ennek megfelelően a legszembetűnőbb változást azoknál a populációknál állapították meg, melyek legnagyobb részben tejterméket fogyasztottak. Igaz ugyan, hogy ezek a koponyán megállapítható változások a véletlenszerű ingadozásokhoz képest kicsik.

Az az elképzelés, hogy a földművelés bevezetését követően megváltozott táplálék-összetétel a koponya alakjában is megmutatkozik, nem új. Korábban is rámutatott néhány tanulmány arra, hogy a lágyabb mezőgazdasági élelmiszerek kedveznek a kisebb állkapocs kialakulásának. Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek a vizsgálatok csak regionális különbségeket vettek figyelembe, s részben ellentmondá-

sos eredmények születtek. Katzék kutatócsoportjának vizsgálata ezzel szemben a világ különböző tájairól származó, összesen 25 populációból gyűjtött koponyára és alsó állkapocsra terjedt ki, és a különböző szerepet játszó hatások kiszűrésére olyan befolyásoló tényezőket is figyelembe vettek, mint például a nemek és a hőmérséklet. Tény, hogy ugyan kicsi, de minden vizsgált csoportnál hasonló hatást állapítottak meg azokban az esetekben, ahol a lágy élelmiszer, különösen a tejtermékek aránya növekedett. Ilyen hatás például, hogy a fogsorok mind a felső, mind az alsó állkapocsban valamivel rövidebbek. A kutatók azonban figyelmeztetnek arra, hogy ezeket az eredményeket semmiképp sem önmagukban, hanem csak viszonylagosan szabad értékelni: a táplálékra visszavezetett különbségek még mindig csekélyek azokhoz a különbségekhez képest, melyeket az egyedek közötti átlagos genetikai variációk okoznak.

(*www.spektrum.de* 2017. július 25.)

A HŐ INDUKÁLTA NEMVÁLTÁS TITKA

A szakállas agáma nemét – számos más hüllőhöz hasonlóan – a tojások környezeti hőmérséklete meg tudja változtatni. Az agáma eredetileg (kromoszómáisan) hím-nemű embriói hőszokk hatására nőneművé alakulnak és nőstényként kelnek ki a tojásokból. A globális felmelegedés miatt jogos az aggodalom, hogy e fajok esetében a nemek természetes aránya jelentősen eltolódik, s lehetetlenné teszi az állatok szaporodását. Az ausztrál CSIRO kutatói az agámákat tanulmányozták, s úgy tűnik, sikerült meghatározni, hogy milyen módon váltanak nemet az embriók.

Nagyjából 32 fokos környezetnél kezdenek a tojásokban lévő embriók átalakulni, 36 foknál már 100%-ban csak nőstények kelnek ki. Mivel az agáma sivatagi környezetben él, nyáron szaporodik, és csak 10 cm mélyre ássa be a tojásait, így könnyen előfordulhat a magasabb hőmérsékleti érték a tojások kelése során.

A kutatásban kromoszómáisan nőstény, hím, és kelés során nemet váltott nőstény agámák genomját hasonlították össze, s kiderült, hogy két intron eltérés van a nemváltott nőstényeknél, ezek az intronok az eredeti nemüket megtartó egyedeknél a fejlődés során kivágták. Ezek az intronok egy *Jumonji* nevű, embriófejlődés során módosító hatású géncsaládhoz tartoznak.

Amint ezen intronokat megtalálták, más hüllőkkel folytatott vizsgálatok kutatási eredményeit átnézve kiderült, hogy a hőérzékeny nemváltásra képes aligátorok és teknősök esetében is jelen vannak.

Alaposabban fel kell mérni még a neváltás folyamatát, génmódosítással, s a kikelést szabályozott hőmérsékleti hatások közt követve, valamint vizsgálni kell, hogy génmódosítással megváltoztatható-e a nemek aránya normál hőmérsékletű kelés során. Ha ez sikerül, akkor a klímaváltozás miatt veszélyeztetett fajknál segítséget jelent a nemarányok mesterséges alakítása, amivel szaporodóképes állapotban tartható egy-egy populáció.

(*Science Advances*, 2017. június 14.)

TÁVOLI FÖLDRENGÉSEK IS OKOZHATNAK FÖLDCSUSZAMLÁST

Tenger alatti földcsuszamlások és igen távoli földrengések kapcsolatára derült fény a seattle-i Washington Egyetem új kutatási eredményéből. E csuszamlások nyomait (a zagyarákat) eddig helyi földrengésekhez kötötték, a vizsgálat alapján azonban gyakorlatilag bárhol kipattant rengés miatt kialakulhatnak. A Washington, Oregon és Észak-Kalifornia partvidékét övező Cascadia alábukási zóna peremterületén észlelt földcsuszamlásokat elemezték. A csuszamlásokra tengerfenéki műszerek nyomás-, hőmérséklet- és szeizmikus adataiból, valamint tengeralatti kamerák felvételeiből kaptak információkat. A műszereket egy teljesen más célú kutatási projekt keretében helyezték ki, azonban az adataik tették lehetővé a felfedezést. Az elemzésekből kiderült, hogy a 2012. április 11-én, az Indiai-óceán területén (kb. 13 000 km távolságban) kipattant 8,6 magnitúdójú rengés hullámainak beérkezését követően a kontinentális talapzat meredek lejtőin felgyülemlett üledék megglazult, s több részletben, kb. 4 hónap alatt lecsúszott a lejtőn. A csuszamlások ugyan nem volt akkorák, mint a helyi rengések nyomán kialakuló, de a hasonló méretű zagyarak üledékmin-táiban látott nyomaiból eddig a helyi rengésgyakoriságra következtettek. Ha azonban a távoli rengések is elindíthatnak csuszamlásokat, akkor a következtetések helytelenek, így az adott régió földrengés- és cunami-veszélyeztetettsége pontatlan adatokon nyugszik.

A távoli rengések nyomán kialakult csuszamlások csak 20–30 km-es szélességűek, ezzel elkülöníthetőek a helyi rengésekkor született zagyaráktól, így ahhoz, hogy a partvidék reális veszélyhelyzetét kiszámítsák, az eddiginél nagyobb területre kiterjedő, sűrűbb mintavételezéssel járó üledékvizsgálatok szükségesek.

(*Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 2017. június 17.)

A SZAHARA MÚLTJA LERAKÓDOTT PORRÉTEGEKBŐL

Földünk legnagyobb sivatagáról ma már jól tudjuk, hogy alig néhány ezer éve, az akkori, csapadékos időszaknak köszönhetően a mainál jóval zöldebb vidék volt. A mintegy 12 ezer évvel ezelőtt véget ért nedves klímát követően a mai sivatag kialakulásának nyomait vizsgálta egy nemzetközi kutatócsoport. Az Atlasz hegységben egy tó üledékéből vett, közel 20 méteres, az elmúlt 12 ezer esztendő át fogó fűrómag vizsgálata alapján nyertek ki adatokat a Szahara átalakulásáról. A tó földrajzi elhelyezkedése okán különböző időjárási rendszerek találkozási pontján van, így nagyobb régióról adhat ismereteket az itt kiülepedett por. Az elsivatagosodás folyamatának ideje tudományos viták tárgya, az eltérő helyszínek adatai alapján 7000, illetve 3000 évvel ezelőtre teszik, s e vitához járul hozzá a tóüledékből kinyert adatokkal a kutatócsoport.

Az üledékben fellelhető szélhordta port kémiai összetétel és szemcseméret alapján vizsgálták, s figyelembe vették az évszaki időjárási sémákat, a jellemző szélirányokat is a porlerakódás eredetének megállapításához. Az adatokból kiderült, hogy mely időszakokban milyen régiókból érkezett a szélhordta por a tóra, s a por eredetének ismeretében annak arányából következtetni lehet a forrásterület egykori klímájára, így gyakorlatilag a Szahara egészét illetően fel tudtak állítani a kutatók egy, az elsivatagosodást jellemző időskálát. A folyamat nem volt fokozatos, és nem is teljesen hirtelen átalakulásnak köszönhető, hanem lépcsőzetes események során száradt ki a Szahara. A „lépcsőfokok” 10,2 majd 8,2, aztán 6, végül 4,2 ezer évvel ezelőtti időszakokat jelentenek – ekkor történt jelentősebb kiszáradás, ami a teljes szaharai térséget jellemezte. A kisebb por-forrásterületek esetében a csak azokra jellemző (nem a teljes szaharai térséget érintő) folyamatok is hasonló, ám kisebb fokokból álló lépcsőzetességet mutatnak.

(*Quaternary Science Reviews*, 2017. szeptember 11.)

HIDRAULIKUS TONHALUSZONYOK

A repülőgépek irányíthatóságát és ideális üzemanyag-fogyasztását elsősorban a szárnyak segítségével szabályozzák. Ehhez hasonlóan a tonhalak vízben való manőverezése az uszonyok mozgékonyágán múlik, ami már nagyon régóta foglalkoztatja a Stanford Egyetem tengerbiológusát, Barbara Blockot. Megfigyeléseit a Monterey-öböl tengeri rezervátumban

kezdté, ahol mindig is lenyűgözte a tonhalak elegáns mozgása: észrevette, hogy manőverezésükhöz mennyire finoman hangozzák össze ezek a méltóságteljes halak a mell-, a középső- és hátsó uszonyaikat. Ezek a megfigyelései szolgálták alapul a tonhalak uszonyainak működését vizsgáló tanulmányhoz.

Ahhoz, hogy rájöjjenek a halak mozgékonyágának titkára, Block és kollégái anatómiai vizsgálat meg a *Thunnus orientalis* és a *Thunnus albacares* fajok uszonyait. A vizsgálat során a háti- és a farokuszonyok alján eddig ismeretlen, folyadékkal telt üregeket fedeztek fel. További részletes vizsgálatok során kiderült, hogy az érrendszeri csatornából, izmokból és csontokból álló rendszer nem más, mint egy hidraulikus rendszer biológiai megfelelője, melynek során az izom-összehúzódások a folyadékot nyomás alá helyezik, ennek eredményeként változik az úszás során az uszonyok alakja, helyzete és merevsége.

A kutatók előtt azonban még nyitott volt az a kérdés is, hogy milyen típusú folyadék játszik szerepet az irányításban. Feltételezték, hogy nyirokfolyadékról van szó, ennek bizonyítására azonban az érrendszer további részletes vizsgálatára volt szükség, mellyel valóban bizonyítást nyert, hogy a biohidraulikus rendszer tényleg nyirokfolyadékon alapul. A vizsgálat eredménye meglepte a kutatókat, hiszen ennek a testfolyadéknak ilyen szerepe eddig ismeretlen volt. A nyirok feladata ugyanis a tápanyag és hulladékok szállítása, valamint a kórokozók, baktériumok, idegen anyagok ártalmatlanítása. A tonhalak esetében tehát a nyirokfolyadék új szerepére bukkantak, ahol hidraulikus folyadékként szolgál.

A biohidraulikus rendszerek eddig csak gerincteleneknél, puhatestűeknél, rákféléknél és medúzákban voltak ismertek. A kutatókat meglepte, hogy gerinceseknél is működik ez a szerkezet, mely izmok, folyadék és csontok integrációját foglalja magában. Ez a felfedezés is bizonyítja, hogy a tengeri állatok körében mennyi titok vár még felfedezésre.

Block kollégája, *Vadim Pawlow* szerint az állatok izgalmas modellként szolgálnak az elegáns műszaki megoldásokhoz a hidro- és az aerodinamika területén. A tonhalnál tett mostani felfedezés ebben az összefüggésben azért is érdekes, mert más hidraulikus rendszerekkel szemben szokatlanul összetett koncepcióról van szó. Az uszonyok hidraulikus szabályozásának mechanizmusa esetleg például szolgálhatna új, változtatható formájú és merevségű vezérlőelemek létrehozásához, illetve hasonló rendszerek növelhetnék a pilóta nélküli légi és víz alatti járművek irányíthatóságát.

(*www.wissenschaft.de* 2017. július 21.)