

PROCEEDINGS
OF THE ROYAL SOCIETY B
BIOLOGICAL SCIENCES

(2017. augusztus 23.)

PORSZÍVÓZVA TÁPLÁLKOZÓ
FOGATLAN ŐSDELFIN

Egy meglehetősen furcsa élőlény 30 millió éves ősmaradványát fedezték fel Dél-Karolinában. A koponyát a Wando-folyóban találták, ami Charleston városán keresztül folyva ömlik bele az Atlanti-óceánba. 28–30 millió évvel ezelőtt azonban a város területét még tenger borította. Ősi delfinek és bálnák úszkáltak Charleston mai utcái helyén, sőt még a Megalodon cápák is gyakoriak voltak, amit beszédesen bizonyítanak az itteni üledékekből előkerülő, embertenyérmél nagyobb cápafogak. Pont a cápafogakra vadászó búvárok fedezték fel a Wando-folyó aljzatából kibukkanó fosszilis koponyát, alig pár mérföldre attól a helytől, ahol a *Coronodon havensteini* nevű fogascetet is megtalálták.

A gyűjtők végül a Charlestoni Főiskola Természettudományi Múzeumának adományozták a szokatlanul széles és zömök koponyát. A lelet *Robert Boessenecker* paleontológus kezébe került, aki felismerte, hogy valami szokatlan, és minden bizonnyal új fajt képviselő maradványról van szó. A koponya egyértelműen a cetfélékhez tartozott, de addig még soha nem láttak hasonlót. A pofája túl rövid, a testhossza alig több mint 1 méter, a koponyájában pedig nem voltak fogak, de még fogmedrek sem. Az állat végül az *Inermorostrum xenops* nevet kapta a tudományos leírás során.

A modern bálnák és delfinek mindegyike egy farkas méretű élőlény leszármazottja, amely a szárazföldről tért vissza a tengeri életmódhoz, miközben elveszítette a hátsó végtagjait és a szőrtakarója nagy részét. A fogazatuk evolúciója szintén szokatlan, ugyanis a legtöbb emlőstől eltérően a cetfélék nem rágnak. A fogakkal rendelkező csoportok a hullókhöz hasonlóan megragadják és letépi a táplálékot és egészben nyelik le a falatokat. A sziláscetek óriási mennyiségben szűrki a vízből az apró rákokat (krill). Mintegy 30 millió évvel ezelőtt pedig éltek a Dél-Karolinában talált lelethez hasonló fajok, melyek teljesen elveszítették a fogaikat és egy ipari porszívóhoz hasonlóan szívták fel a táplálékukat (halakat, tintahalakat, különböző gerincteleneket) az aljzatról.

Boessenecker és kollégái a koponya vizsgálata és méreteinek összehasonlítása

alapján megállapították, hogy a lelet a modern fogascetek (*Odontoceti*) rokonságába tartozik. Ez a besorolás első hallásra kissé meglepő lehet, tekintve, hogy az állatnak egyáltalán nincsenek fogai. Tulajdonképpen a mai fogascetek között is vannak olyanok, amelyek nem igazán használják a fogaikat. A hím csőrösceteknek például van egy pár foguk, melyeket csak a nőstényekért folytatott harcok során használnak, egyébként pedig teljesen rejtve maradnak az ínyükben. A csőröscetek a gömbölyűfejű delfinnek és az ábráscetekkel együtt szintén kapnak el tintahalakat oly módon, hogy beszívják őket a szájukba, de ezek a csoportok csak a közelmúltban jelent meg. Az *Inermorostrum xenops* esetében ezektől függetlenül, sokkal korábban alakult ki a fognélküli, beszippantó táplálkozásmód. Így annak ellenére, hogy egy nagyon specializált fajról van szó, amihez hasonlóak később is megjelentek, mégis egy leszármazottak nélkül, evolúciós zsákutcát jelez az *Inermorostrum*. Az evolúció többnyire nem a „hibátlan”, egyirányú fejlődés útját járja. Gyakran megfigyelhető, hogy egy evolúciós vonal megszakad ugyan, de évmilliókkal később a természet újra megpróbálkozhat az elbukott kísérletekkel.

A rendelkezésre álló korlátozott ősmaradvány anyag alapján az *Inermorostrum xenops* rövid pofája és fognélküli, szívó táplálkozása csak egy volt az ebben az időszakban tapasztalható extrém próbálkozások közül, miközben a cetek diverzitása robbanásszerűen növekedett. A kutatók szerint a szívó táplálkozási stratégiában tulajdonképpen nincs semmi meglepő, hiszen életének korai szakaszában az összes emlős tud tejet szopni, és ez az alapvető táplálko-



Ilyenek lehettek a fogatlan delfinek

zási mód az újszülöttek számára. Mivel az összes emlős bébinek szopnia kell, ez korlátozza az állatokat abban, hogy mennyire tud az állkapcsuk és a pofájuk megváltozni a felnőtté válás során, miközben más táplálkozási stratégiához alkalmazkodnak. Ennek tükrében sokkal meglepőbb az olyan cetek megjelenése, melyeknek hosszú, krokodilszerű pofája volt, amivel elkaphatták

a táplálékot miközben jobbra-balra mozgatták a vízben a fejüket. A *Xiphiacetes* fossziliáknak például majdnem 1 méter hosszú pofája volt több száz foggal.

Boesseneckerék úgy gondolják, hogy a táplálkozási stratégiák diverzitása ezekben az időkben a globális éghajlattal együtt változott. Az Antarktisz akkoriban vált el elkülönülő kontinensként a többi déli földtömegettől. Ez lehetővé tette az antarktisi cirkumpoláris áramlás kialakulását a sarkvidék körül, ami tápanyagokban gazdag vizeket szállított fel a mély tengerekből. Ennek hatása aztán végiggűrűzött az óceánokon, és elért a mai Wando-folyó területéig is.



(2017. augusztus 11.)

ÚJABB LÉPÉS A SZÍVDONOR
SERTÉSEK FELÉ

A sertések genetikai állományában vírusok szunnyadnak – ez az oka annak, hogy miért nem jöhetnek még mindig szóba emberek szervdonoraként. Úgy tűnik, most géntechnológia segítségével sikerült kutatóknak a kórokozókat kiiktatniuk, bár sajnos ez még mindig nem az utolsó akadály leküzdése.

Németországban jelenleg 10 000 súlyos beteg várakozik donorszervre. Sokan még azelőtt meghalnak, mielőtt sor kerülne az életmentő transzplantációra. A kutatók azt remélik, hogy ezt a hiányt állati szervekkel tudják pótolni, ám a célig vezető úton számos akadály van. Most úgy tűnik, egy nemzetközi kutatócsoport a számos akadály közül legalább egyet le tudott győzni.

A kutatócsoport vezetője *Luhan Yang*, az amerikai magán eGenesis cég munkatársa és kollégái géntechnológiai módszerek segítségével aktív, úgynevezett endogén retrovírusmentes sertéseket állítottak elő. Kutatómunkájukról a *Science* folyóiratban számoltak be. A projektben a jól ismert génkutató, *George Church* is részt vett.

A specifikus, úgynevezett PERV vírusokat a sertések genetikai állománya tartalmazza, ennek megfelelően nehéz megküzdenni velük. Sertésszív átültetése esetén fennáll a veszély, hogy a vírusok befészkelik magukat az ember genetikai állományába, és immunhiányt, valamint rákot okozhatnak.

Yangnak és kutatócsoportjának azonban most sikerült a vírusokat leállítani úgy, hogy a Crispr-Cas9 génnel inaktiválták a PERV vírusokat a sertéssejtek genomjában.

A megváltoztatott sejtekből aktív PERV-vírusmentes embriókat hoztak létre. 17 anyakocába 200–300 ilyen embriókat ültettek be, melyekből 37, PERV-vírústól mentes malac született. A publikáció idején a legidősebb állatok négy hónaposak voltak.

Rendkívül elégedett volt az elért eredménnyel Joachim Denner kutatótárs, aki a projektben ugyan nem vett részt, hanem a Robert Koch Intézetben olyan kutatócsoportot vezet, akik a xenotranszplantáció során a vírusok átvitelével foglalkoznak.

A xenotranszplantációt, az állati szervek emberre történő átvitelét már régóta kutatják. Vizsgálták például a sertésszívek vagy vesék főemlősökbe, például páviánokba való átültetését. Kutatták a sertés szigetsejtek cukorbetegbe való beültetésének lehetőségét. Ezek a sejtek rendkívül fontos szerepet játszanak a cukoranyagcserében. Valódi előrelépést ugyanakkor csak akkor lehetne elérni, ha a xenotranszplantáció további problémái is megoldódnának.

Ezek közül a legsúlyosabb a kilökődési reakció. Ennek a reakciónak az elnyomása érdekében a betegeknek sokkal több jelentős mellékhatással járó gyógyszert kellene szedniük, mintha emberi szervet kapnának. Ezen kívül a sertésdonor esetén fennáll még az a veszély is, hogy a sertés szívének jobb kamrája valamivel gyengébben ver, mint az emberé. Az új kutatási eredmények értékelésével ezért óvatosan bánnak a szakemberek, mindenesetre tény, hogy érdekes történetről van szó. Meg kellene azonban vizsgálni, hogy az eredmények reprodukálhatók-e, valamint ténylegesen mennyi ideig élnek ezek a malacok. Az ugyanis még mindig nem egyértelmű, hogy a sertéseknek szükségük van-e a túléléshez az eltávolított vírusokra.

Újabb problémát sikerült tehát megoldani, de továbbiak várnak még megoldásra. Többek között szükség lenne olyan sertésekre, amelyeknek szervei nem csak a PERV vírustól mentesek, hanem csak csekély kilökődési reakciót váltanak ki az embernél, s így a betegek tolerálható gyógyszer mennyiséggel lennének kezelhetők.

Eddig csak kevés vizsgálatot végeztek arra vonatkozóan, hogy a sertésszíveket olyan emberekbe ültessék be, akiknél már minden egyéb lehetőség kudarcba fulladt. Az állati szervek emberbe történő átültetése a kutatók már régóta dédelgetett álma. A gyakorlatban való alkalmazása azonban eddig elképzelhetetlen volt. Sokkal valószínűbb, hogy a műszívek fejlődése lényegesen gyorsabban halad, mint a xenotranszplantáció problémáinak megoldása. Eddig a mesterséges szív átmeneti megoldást jelentett a transzplantáció elvégzéséig. Ezen kívül a keringés támogatásához léteznek még olyan technikai berendezések, amelyek sok beteg számára nem csak átmeneti, hanem tartós megoldást jelenthetnek.



(2017. július 21.)

PART MENTI VIZES ÉLŐHELYEK SZÉNMEGKÖTŐ KÉPESSÉGE

Akár tengerpartokon, akár folyók, tavak mentén számos olyan, növényzettel borított természetes élőhely található, amely jelentős mennyiségben köti meg a légkörből kivonva a szén-dioxidot. Habár kiterjedésükben e vizes élőhelyek távolról sem akkorák, mint az erdőségek, gyorsabban képesek kivonni a körforgásból a szénat, ráadásul az itt megkötött lassabban is jut vissza a légkörbe, így igen fontos szerepük van a klíma szabályozásában.

Ausztrál kutatók azt vizsgálták, hogy ezen élőhelyek miként reagálnak a klímaváltozásra, s mennyi szénat tudnak kivonni a körforgásból gyakorlatban. Az árapályzóna területén lévő sós tengerparti mocsarak, tengerifü-borította partok, mangroveerdők a tengerszint és a partvonal változásait követték, ezért a kutatók a múltbeli élőhelyek feltárással, az egykori vizes élőhelyekről begyűjtött, ezer évnél is régebbre visszanyúló üledékrétegek vizsgálatával próbálták a végére járni a kérdésnek. A helyszínek közt egyaránt volt közvetlen tengerpart, illetve folyótorkolati menti mocsaras terület is, eltérő jelenkori növénytakaróval. Általánosságban elmondható az ilyen ausztrál élőhelyekről, hogy a közvetlen vízparti homokon fűvel és sótűrő szukkulens növényekkel találkozhatunk. Gyakran e területeket mangroveerdő veszi körbe, a víztől távolodva azután bokros-erdős terület uralja a kissé magasabban fekvő terepet. A hasonló életközösségek a vízáramlások dinamikája miatt Ausztrália vizsgált, délkeleti régiójában csak ott tudtak kialakulni, ahol folyó torkollik a tengerbe, mivel a torkolatvidék árapályzónája csak a beáramló folyóvízzel együtt biztosíthatja a megfelelő körülményeket. A négy kiválasztott mintavételezési helyszínről az alapján döntöttek, hogy mennyire változatosak a növényzetet és a vízparttól való távolságot illetően, így többféle életközösség nyomát is meg tudták vizsgálni. A területek abban is eltértek, hogy betorkolló folyó milyen területről, milyen geokémiai összetételű hordalékot szállít a torkolatvidékre. A mintákat olyan pontokon vették az üledékből, ahol a jelenlegi növényzet nem befolyásolta (pl. a gyökérzetével) a korabeli maradványokat, és azt

is kiderítették történelmi forrásokból, hogy a helyszínek közelében az ideérkező európai telepesek a XIX. század közepén milyen átalakításokat végeztek

Az üledékrétegek kormeghatározásával megbecsülték, hogy milyen ütemben halmozódhatott fel a megkötött szén mennyisége, s milyen korábbi időszakok során volt nagyobb mennyiségű a szén jelenléte. Az üledékeket szemcseméret szempontjából, a korabeli vízáramlás dinamikájának nyomát keresve, valamint kémiai összetételében is vizsgálták. A kb. egy méter mélységet átfogó minták szerves eredetű széntartalmát nagy felbontásban mérték: a felső 50 cm-ből 5 centinként, az alsó 50 cm-ből 10 centinként számolták ki a felhalmozott szén mennyiségét. A minták alapján ki tudták deríteni, hogy az egykor sívár partot például miként hódította meg a mangrove. A légyökökerek közt lelassuló vízáramlás hatására felhalmozódó apróbb szemcsés üledék is jelezte ezt a folyamatot.

A kutatás eredményeiből kiderült, hogy a jelenlegi növényzet nem mutat összefüggést a korábbival, s így a pillanatnyi állapotból nem lehet következtetni arra, hogy a múltban milyen mennyiségű szénat vont ki az egykori vegetáció a légkörből: a jelenlegihez képest a múltban 3–6-szoros mennyiségű volt a szénmegkötés mértéke az üledékmin-ták alapján. A füves-sótűrő pozsgás növényzet képes a leggyorsabb szénfelhalmozásra, azonban ez a vegetáció kisebb mennyiséget köt meg, mint a mangrove. Az élőhelyek fontosságát kiemeli az is, hogy hosszú időn keresztül (évszázadok, évezredek) képesek hasonló összetételben fennmaradni, pl. a Mediterráneumban van 5000 éve folyamatosan élő tengerifü-borította terület, a Karib-tenger térségében pedig 7500 éves mangroveerdők is vannak, s ezen időszakok alatt a tengerszint változásaihoz is jól alkalmazkodtak a növények. A tanulmány azonban arra is kitér, hogy pont a vizsgált mintákból derülnek ki a növényzet időbeli változásai, és ezzel a vizes élőhelyen felhalmozódó szén mennyiségének eltérése is nyilvánvaló. A növényzet összetételének átalakulását elsődlegesen a környezet geomorfológiai változásai indítják el, így a deltatorlatokban lerakódó üledék halmozódása miatti terület- és talajszint-növekedés, vagy a tölcsértorkolatok visszahúzódása a szárazföld felé. Az európai telepesek folyóvíz-átalakító tevékenysége (pl. gátépítés) miatt jól elkülöníthető a telepesek előtti időszak nagyobb szénfelhalmozása és az ezt követően igencsak lelassult folyamat során jóval kisebb megkötött szénmennyisége.

A jelenleg növényzettől mentes területeken világszerte kimutatták az üledékekből hatalmas, alig néhány ezer éve élt mangroveerdőket, így a környezet változásait nagyon fontos figyelembe venni a szénmegkötő képesség kiszámításánál.