



(2017. február)

SZUPERNOVA A SZOMSZÉDBAN

Éppen három évtizeddel ezelőtt, 1987. február 23-án robbant fel a 165 ezer fényévre lévő Nagy Magelán-felhőben, a Tejútrendszer egyik kísérőgalaxisában egy szupernóva, az SN1987A. Amikor elérte maximális fényességét (2,9 magnitúdó), ez lett a szabad szemmel látható legtávolabbi csillag, amelyet azóta is folyamatosan figyelnek a csillagászok, 1990 óta nemcsak a földi óriástávcsövekkel, hanem a Hubble-űrtávcsővel (HST) is. (A Tejútrendszerben még a távcsöves csillagászat kezdete előtt, 1604-ben figyeltek meg utójára szupernóva-robbanást.) Az égítést ma már tízmilliószor halványabb, mint felvillanásakor volt, de az egyre érzékenyebb műszerekkel azóta is megfigyelhető, aminek köszönhetően számos jelentős asztrofizikai eredmény született.

A felrobbanó csillag korábban egy 12 magnitúdós kék (B3Ia színképtípusú) szupernóva volt, noha korábban a csillagászok úgy tudták, hogy csak a vörös szupernóva válnak ilyen típusú szupernóvává. Számítások szerint keletkezésekor a csillag 18 naptömegű lehetett, amiből 4 naptömegnyi elfogyhatott, mire a magjában folyó nukleáris energiatermelés a végső szakaszába, a szén és az oxigén, végül a szilícium és a vas felépítéséig jutott, ahonnan „nincs tovább”, bekövetkezett a gravitációs összeomlás. Modellszámítások szerint ekkor belsejében az anyag hőmérséklete elérte a 100 milliárd fokot, sűrűsége elérte az atommagokét, és létrejöhett egy kb. 10 km átmérőjű neutroncsillag. Az összeomlás a csillag tömegének mintegy 10%-a neutrínók formájában távozott, amit a földi detektorokkal 13 másodpercig tartó neutrínóviharként sikerült kimutatni. A neutroncsillagot azonban az elmúlt 30 év során nem sikerült kimutatni, bár a legkülönbözőbb módszerekkel próbálkoztak. Mágis sem tudták eldönteni, hogy valamilyen anyagfelhő eltakarja előlünk az objektumot, vagy a robbanás után behulló anyag újabb kollapszust váltott ki, aminek hatására az objektum fekete lyukká vált, azért nem látjuk.

A csillag összeomló magjából kiinduló lökéshullám néhány óra alatt elérte az égítést felszínét, ahol ennek hatására az anyag ibolyántúli hőmérsékletűre (több tízezer fokra) forrósodott, és jelentős ré-

szé kilökődött a csillagközi térbe. A kifelé haladó UV sugárzásnak volt köszönhető a következő meglepő felfedezés: a sugárzás 1,1 éven keresztül, vagyis 1,1 fényév távolságig gerjesztette azt a lassan mozgó és viszonylag sűrű gázt, amelyet addig nem láttak a csillagászok, és amelyet vélhetően a csillag a robbanást megelőző évezredekben csillagszél formájában dobott le magáról. A következő meglepetést már a HST-vel végzett megfigyelés szolgáltatta. Eszerint a ledobott gáz nem gömbszimmetrikus héjat, hanem inkább gyűrűt alkotott az objektum körül. Később (a HST optikai hibájának kijavítása után) már nem is egy, hanem három gyűrűt sikerült lefényképezni az égítést körül, amelyek homokórára emlékeztető alakot formáznak az égen. A gyűrűk anyagát a csillag még a szupernóva-robbanás előtt dobta le magáról, ehhez hasonlót azóta más kék szupernóva körül is megfigyeltek.

Eközben a robbanáskor ledobott anyag a fénysebesség 10%-ával távolodott a robbanás helyétől, ezért mintegy 10 év alatt érte el a közel 1 fényév távolságban lévő gyűrűt. Az újabb és a régebben kidobott anyag ütközését a HST-vel 1995-től kezdve sikerült megfigyelni. A jelenség a vártnál látványosabbnak bizonyult, a gyűrű nem egyenletesen villant fel, hanem gyöngysorszerűen, mintegy 30 forró foltban. Mostanra a foltok már kezdenek elhalványulni, és az ütközés hatására láthatóan a gyűrű erodálódik. Addigra a robbanáskor kidobott anyag sugárzásának nagyobb részét annak köszönhető, hogy anyagát a robbanáskor keletkezett, rövid felezési idejű izotópok bomlási hője forrón tartotta. A megfigyelésekből arra következtettek, hogy a szupernóva-robbanáskor 2300 földtömegnyi nikkel-56 keletkezett, amely 6 napos felezési idővel kobalt-56-tá bomlik, utóbbi viszont 111 napos felezési idővel vas-56-tá alakul át. Ez a folyamat a robbanás után mindegy 500 napig biztosította az anyag egyre gyengülő fényét. Később, mintegy 14 évig az 1200 napos felezési idejű titán-44 bomlása vált a gázfelhő fő energiaforrásává. A radioaktivitáson alapuló modell egészen 2001-ig pontosan leírta a maradvány megfigyelt halványodását.

Ezután viszont fényesedést tapasztaltak. A kidobódó anyag első hulláma a gyűrűvel ütközve annyira felforrósítja az anyagot, hogy az termikus röntgensugárzást bocsát ki, amit a Chandra-űrtávcsővel meg is tudtak figyelni. A folyamatban különösen érdekes, hogy a röntgensugárzás felforrósítja azt a lassabban kidobott, ezért lemaradó anyagot, amelyik még nem érte el a gyűrűt. A kidobott anyag és a gyűrű ütközése következtében az elektronok egy része

relativisztikus sebességre gyorsul. Ezek a mágneses térben körpályára kényszerülnek, emiatt a rádiótartományba eső frekvenciájú szinkrotronsugárzást bocsátanak ki. Valóban, az elmúlt évtizedben sikerült kimutatni a gyűrű környékéről érkező, egyre erősödő rádiósugárzást.

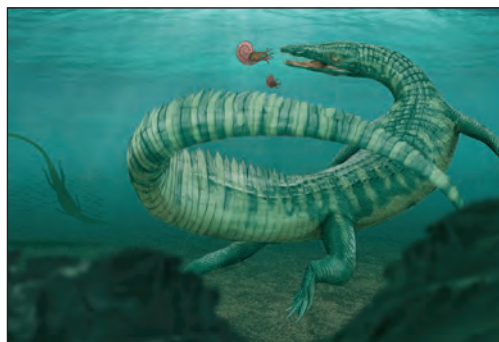
Az 1987A maradványa egyelőre nem hasonlít az égbolton megfigyelhető közeli szupernóvák (például az 1572-es Tycho-féle, vagy az 1604-es Kepler-féle szupernóvák) maradványára. A teljes átalakuláshoz jóval hosszabb időre lesz szükség. Mostanáig viszont a csillagászok nagyon részletesen követni tudták ennek az átalakulásnak az első szakaszát, amikor az égítést először magának a robbanásnak köszönhetően hihetetlen fényességét, majd a radioaktív bomlás, később az anyag fizikai ütközése szolgáltatta az egyre halványodó objektum sugárzását biztosító energiát. Vizsgálata még hosszú időre munkát ad a csillagászoknak. Azt viszont nehéz megjósolni, mikor lesz újra ilyen lehetőségük. A Tejútrendszerben átlagosan évszázadonként történik egy szupernóva-robbanás, azonban a Földről ennek ellenére az utóbbi 400 évben egyetlen egyet sem sikerült megfigyelni.

Naturwissenschaften

(2016. december 27.)

TRIÁSZ PÁNCÉLOS KROKODIL

Kínai paleontológusok szokatlan páncélos vízi hüllőt tanulmányoztak Kína déli részének középső-triász rétegeiből. A *Litorosuchus somnii* név az egykori tengerparti élőhelyre utal és a jelenléte azt mutatja, hogy a hüllők változatosabbak



Litorosuchus somnii

lehettek a triász időszakban, mint az eddigi adatok alapján gondolták. Más fosszilis és élő hüllőkkel összehasonlítva kiderült, hogy a *Litorosuchus* lesből támadó húsevő volt, és a legközelebbi rokonait az új-mexikói páncélos ragadozók között találhatjuk.

A jó megtartású fossziliát a Falang Formációban találták Kína Jünnan tartományában. E formáció főleg mészkövekből épül fel, amelyek a trópusi éghajlatú tengerek sekély karbonátos platformjain rakódtak le. A környezet a mai Bahamákhöz hasonlíthatott 240 millió évvel ezelőtt. A vizsgált példány körülbelül 2 méter hosszú volt, és csaknem a teljes csontváz fossilizálódott az orra csúcsától a farka végéig. Lábai úszóhártyások, a farka hosszú és magas, az orrlyukai pedig felfelé néztek. Ezek a tulajdonságok, valamint az a tény, hogy a maradványt tengeri üledékes kőzetekben találták, arra utalnak, hogy a Litorosuchus kétéltű ragadozó lehetett. A fark alakja a mai „farkokkal hajtott” ragadozóokra (például aligátorokra és krokodilokra) emlékeztette a kutatókat. Ezek a meglepetés erejében bíznak, amikor lesből rárontanak az áldozatukra.

Az előzetes vizsgálatok alapján a Litorosuchus a gaviálokhoz és a varánuszokhoz hasonlíthatott. A koponyája hosszú, alacsony és keskeny volt. A felső és alsó állkapcsában meglehetősen hosszú és pengeszerű fogak helyezkedtek el. Ezek mellett mind az alsó, mind a felső állkapocsban voltak agyarszerű fogak is, amelyek jelentősen hosszabbak a többi fognál. A felső állkapocs fogsorában volt egy diasztémának nevezett hézag, ami elválasztotta az állkapocs elülső részén lévő fogakat az oldalsó fogaktól. További fogak (ún. ínyfogak) helyezkedtek el a szájpadráson.

Az állat nyaka is viszonylag hosszú volt, de a teljes testhosszúságnak több mint felét a fark tette ki. A test egész felületét oszteodermák borították. A csontos képződmények a bőrbőre ágyazódtak be, és ezek alkották a védőpáncélt. Számos különböző formában jelentek meg, lehettek szögletesek és oválisak, kiemelkedő gerincekkel, hosszú tüskékkel, cserépszerű lemezekkel, vagy kis, kavics alakú csomókkal. A kínai példányban megőrződött oszteodermák mérete, alakja és elterjedése lehetővé tette a paleontológusoknak, hogy nagyon pontosan rekonstruálják a Litorosuchust.

A triász időszak elejére rányomta bélyegét a perm végi kihalás, amit a földtörténet legnagyobb tömeges kihalásaként tartanak számon a kutatók. A kihalást követően a különböző hullócsoporthoz viszonylag gyorsan elterjedtek, hogy változatos alkalmazkodások segítségével elfoglalják azokat az élőhelyeket, amelyek üresen maradtak a kihalás eredményeképpen. A triász időszak egyik legsikeresebb csoportját az archosauriformák alkották, amelyeknél számos szokatlan, „kísérleti jellegű” testforma fejlődött ki. A kínai paleontológusok megállapították, hogy a Litorosuchus is az archosauriformákhoz tartozott. Ehhez a nagy hullócsoporthoz sorolják számos

kihaló csoport mellett a ma élő madarakat és a krokodilokat is.

A Litorosuchus legközelebbi rokona egy másik triász időszaki páncélos vízi ragadozó volt, a *Vancleavea campi*. Ez utóbbi körülbelül 5 millió évvel később lerakódott üledékes kőzetekből került elő az új-mexikói Ghost Ranch világhírű lelőhelyén. A Litorosuchus és a Vancleavea sok közös tulajdonságon osztozik, mint például a kiterjedt páncélzat, de a Vancleavea pófája jóval rövidebb volt, és hiányzott nála néhány koponyanyílás, ami az archosauriformákat jellemezte. A kutatók szerint a két állat hasonló élőhelyeket foglalt el, a Litorosuchus meleg sekélytengerekben élt, míg a Vancleavea az édesvízi partvidékeket tartotta ellenőrzés alatt. A Litorosuchus és a Vancleavea evolúciós vonala leszámazottak nélkül tűnt el, de később ugyanazt az ökológiai fülkét foglalták el a phytosaurusok és a krokodilfélék. Habár archosauriformák voltak, nem tartoztak az archosauriákhoz, ami magában foglalta a krokodilokat, a repülő őshüllőket, a dinoszauruszokat és a madarakat. A Litorosuchus mellett más szokatlan archosauriformákat is leírtak, mint például a megvastagodott koponyájú Trioptocust, vagy a lábán-szárnyán sikló Ozimeket. A dinoszauruszokat is az archosaurimorphákhoz sorolják, de ezek a triász időszak nagy részében még csak az ökoszisztémák viszonylag kis részét alkották.

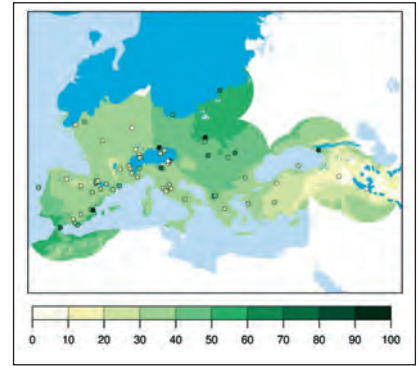


(2016. november 30.)

JÉGKORSZAKI GYÚJTÓGATÓK

A Leideni Egyetem kutatói arra az ellentmondásra keresték a választ, hogy hova lettek Európa jégkori erdősegei, amelyek a számítógépes modellek alapján be kellett, hogy borítsák kontinensünket, miközben a rendelkezésre álló korabeli üledékek vizsgálataiból leginkább nyílt sztyeppe növényzete rajzolódik ki élénk.

Mintegy 21 ezer évvel ezelőtt, az utolsó glaciális maximum idején Európa jégmentes területeit csak kevés fa borította, a legelterjedtebb növényfajták a füves pusztaságokhoz tartoztak. A klíma- és a vele összefüggő vegetációs modellek szinte egyöntetűen nagy kiterjedésű erdősegeket számolnak Európa ezen részeire. Korábbi kutatások során spontán erdőtüzeknek tulajdonították az ellentmondás okát,



Az európai erdőszültség aránya az utolsó glaciális maximum idején a pollenadatok alapján (%-ban)

ám eddig senki sem foglalkozott azzal, hogy vajon az emberek szerepe mi lehet ebben a kérdésben. A leideni kutatók vezette csoport feltételezése szerint az ekkorra elterjedt modern ember kiválóan bánt a tüzzel, s képes volt azt az őt körülvevő táj formálására is használni, megkönnyítő a vadászatot, gyűjtögetést és a helyváltást.

Az emberek által ekkor legsűrűbben lakott területek Európa déli és délnyugati régiói voltak, különösen a mai Franciaország és az Ibériai-félsziget. Az e korra datált pollenminták lelőhelyei azonban sajnos igen kis számúak például az Alpoktól északnyugatra és nyugatra eső területen, az Ibériai-félsziget délnyugati részén, Észak-Afrikában és a Balkán északnyugati régióiban, így az is könnyen lehetséges, hogy csupán a kevés adat miatt jelentősen alábecsült e területek erdőtakarója. Ugyanennek az ellenkezője is igaz lehet, mivel előfordulhat, hogy a meglévő pollenminták nem képviselik egy nagyobb terület teljes növényzetét, így akár felülbecsült is lehet a fák száma. A vizsgálat során a lehető legátfogóbb adathalmazt használták fel, s annak segítségével következtettek a növénytakaróra. A másik kiindulási pont, amiből dolgoztak, az az üledékekben lerakódott faszén előfordulását összefogó Globális Faszén Adatbázis, ebből pedig az egykor volt tüzekre lehetett következtetni. Természetesen a tüzek okát lehetetlen megállapítani, de például több területen (elsősorban délkeleten) szinte biztos a természetes eredet, mivel a tüzekben érintett régiók a helyi klimatikus változásokkal egybeesnek.

Az emberi befolyást négy szempont alapján tartják lehetségesnek: 1) a jégmentes európai övezetben egyáltalán nem volt az erdősegek számára kedvezőtlen a klíma; 2) a villámlás gyújtotta természetes tüzek gyakoriságára nem nagyon van bizonyíték; 3) a jégkorszaki megafauna nem kedvelte az erdősegeket s nem volt jelen olyan létszámban, ami befolyásolta volna

az erdők életét; 4) a csapatokban vándorló modern ember egész Európában elterjedt volt, és akár véletlenül, akár szándékosan, de képes volt erdőtüzeket okozni.

A villámlással járó viharok sem a klíma-modellek, sem a faszénadatok alapján sem voltak elég gyakoriak ahhoz, hogy erdőtüzeket gyújtva jelentős mértékben csökkentsék erdőállományt. Az utolsó glaciális maximum idején több ezer éven át stabil volt a klíma, hiányoztak azok a fluktuációk, amelyek a korábbi időszakokban kedvezőtlenül hatottak az erdőkre. A megafauna ikonállata, a gyapjas mamut évtrendjében nem volt jelentős volt a fák aránya, legalábbis a rendelkezésre álló északkelet-ázsiai adatok alapján, de a jelenkorban élő nagy növényevő populációk (Afrika szavannáin) esetében sem tapasztaltak a növénytakaró megváltozására utaló jelet. A régészeti adatok alapján az emberek e kora már sokrétűen bántak a tűzzel, épített tűzrakó helyeiket újra és újra felkeresték és használták. A hideg, száraz klíma azonban kedvezőtlenül hatott az elérhető erőforrásokra, így kényszerűen mobilisabbak lettek elődeink, s számos régészeti lelőhelyen találtak nem kiépített (tehát szabadon álló) tűzrakóhely-nyomokat, amikből könnyedén pattanhatott ki erdőtüz is. Habár a véletlen és szándékos tűzokozás is csak szerényen emelte az erdőtüzek számát, az összeadódó ökológiai hatások azonban jelentős lehetett a lefutott számítógépes modellek alapján.

A legújabb kutatások szerint a növényevő megafauna önmagában túl gyér számban képviseltette magát ahhoz, hogy hatással legyen az erdőszültségre, azonban e hatás mértékét például Észak-Amerikával összehasonlítva is modellezni kell majd, hiszen ott ebben az időszakban még nem volt jelen az ember. Egy ilyen jövőbeni kutatás feltárhatja, hogy valóban jelentős szerepet játszhattak-e elődeink Európa erdeinek pusztításában.



(2016. december 13.)

GYERMEKKORI GYÖKEREK

Kutatók egy fontos ellentmondásra figyeltek fel, mely szerint a népesség kisebb része teszi ki a társadalmi költségek – például az egészségügyi ellátás, a szociális segély és a bűncselekmények – nagy részét. Az egyenlőtlen eloszlás gyökerei pedig a gyermekkorból erednek. Azoknak a gyerekeknek kereken 20 százaléka,

akik három éves korukban a legrosszabb eredményeket mutatták fel a szociális viselkedés, az intelligencia és a családi helyzet felmérése során, felnőttként a problémák 80 százalékát okozták. Ez természetesen nem ok a kirekesztésre vagy a megbélyegzésre, sokkal inkább arra kell, hogy szolgáljon, hogy felhívja a figyelmet a hatékony segítségre. Bebizonyosodott ugyanis, hogy megéri, ha egy társadalom az ilyen gyermekek korai megsegítésébe fektet be.

Már-már közhely, hogy a gyermekkoruk döntő befolyása van későbbi személyiségünkre. Régóta ismert ugyanis, hogy a gyermekkori traumák, a szegénység, a kirekesztés vagy a csonka család hozzájárulhatnak ahhoz, hogy valaki a későbbiekben – a mondás szerint – lecsúszik a lejtőn vagy bizonytalan szociális körülmények közé kerül. Ezért közérdek, hogy az ilyen gyerekeknek olyan korán segítsenek, amilyen korán csak lehetséges. Hogy mekkora valójában a hatása a gyermekkori viszonyoknak – és milyen mértékben lehet segíteni korai beavatkozással – eddig nagyon vitatott volt. Egyrészt uralkodik az a vélemény, hogy a gyerek a férfi apja, mivel a folytonosság a gyermekkori kockázatoktól a felnőttéig erősebb, mint eddig gondolták. Másrészt pedig – ugyanazon adatok alapján – óva intenek a gyermekkori determinizmus mítoszától és a gyermekkori élmények túlzott értékelésétől. Hogy melyik oldalnak van igaza, azt eddig azért nem sikerült eldönteni, mert nehéz számszerűsíteni, milyen mértékű befolyása van a gyermekkoruk a későbbi életpályára.

A kérdés tisztázására a durhami (Anglia) Duke Egyetem kutatói az egyik legmegbízhatóbb és legszigorúbb kohorszvizsgálat adatait világszerte ki-elemezték. Az úgynevezett Dunedin-tanulmány során 1037, 1972-ben és 1973-ban Új-Zélandon született gyereket egészen felnőtt korukig rendszeresen vizsgáltak és kérdeztek ki. Hároméves korukban alaposan megvizsgálták minden gyermek intelligencia-, verbális és motoros képességét, valamint önkontrolljukat. Ezen kívül rögzítették családi helyzetüket és szociális körülményüket. Annak megállapítására, hogy mi történt a tanulmány résztvevőivel, 38 éves korukban személyes interjú készítették velük, valamint elemezték hivatalos és orvosi adataikat. Életük digitalizálása lehetővé tette, hogy pontosan számszerűsítsék, mennyi társadalmi költséget jelent egy személy és kik igényelnek több drága egészségügyi és szociális szolgáltatást. A cél az volt, hogy ezen adatok alapján megállapítsák: egyértelműen már a gyermekkorban kezdődnek a felnőttkori problémák és ha igen, hogyan?

Az eredmény: mind a nyolc, a kutatók által vizsgált szociális és egészségügyi területen a résztvevők kereken 20 százaléka a társadalmi költségek 80 százalékát tette ki. Teljesen mindegy, hogy melyik szegmenst vizsgálták – a bűncselekményeket, a szociális területet vagy az egészségügyi rendszert – „mindenhol ugyanazt a koncentrációt állapították meg. Ami új, hogy ugyanazon személyek csoportja több szegmensben is feltűnt. Ennek a magas kockázati tényezőjű csoportnak a hozzátartozói 81 százalékban voltak felelősek bűncselekmény elkövetése miatt, 66 százalékuk kapott szociális segélyt és a vényköteles gyógyszerek 78 százalékát ők kapták. Továbbá az elhízás és a dohányzás is átlagon felül jelent meg ebben a csoportban.

Még megdöbbenőbb volt azonban ezekben a személyeknek a kora gyermekkorhoz való viszonyuk. Az, hogy egy személy a későbbiekben a problémás felnőttek kereken 20 százalékához fog-e tartozni, már 3 éves korukban megállapítható volt. Megfigyelték, hogy a magas kockázati csoportba tartozók kortársaiktól ugyanabban a négy gyermekkori hátrányban különböztek: társadalmi-gazdasági szempontból hátrányos helyzetű környezetben nőttek fel, rosszul bántak velük, rosszabb lett az IQ-tesztjük és alacsony volt az önuralmuk. Ez mind a 8 vizsgált területre szinte egyformán érvényes volt. Ez konkrétan azt jelenti: hogy mi fog történni, hogyan fog élni egy gyermek az élet későbbi szakaszában, adott körülmények között már az óvodás korban megjósolható.

Első pillantásra úgy tűnik, mintha az eredmények megerősítenék a determinisztikus felfogást. Eszerint gyermekkori tapasztalataink termékei vagyunk, és nem tudunk ellene sokat tenni. Ez azt is jelentheti, hogy a félreértett társadalmi darwinizmus követőinek is igazuk lehet. A kutatók azonban rámutatnak, tisztában vannak azzal, hogy ezekkel az eredményekkel könnyen vissza lehet élni, hogy személyeket vagy csoportokat megbélyegezzenek és sztereotípiákat megerősítsenek. De a tanulmány, épp ellenkezőleg, azt mutatja, hogy a korai beavatkozás és a körülmények javítása a veszélyeztetett és felbomlott körülmények között élő gyerekek részére valódi segítséget jelenthet. A tanulmány célja nem az volt, hogy a gyerekek életét tovább bonyolítsák, megbélyegezzék őket, hanem világossá szeretnék tenni, hogy mindenkinek az az érdeke, ha ezeknek a gyerekeknek korán segítenek. A korai beavatkozás a társadalom számára jó befektetés, mert később sokkal nagyobb társadalmi költségeket lehet ezzel megspórolni.