

CHEOPS • FA ÉS MADÁR • FOGVÁLTÓ DÍNÓK • HALHIBRIDEK • NASSOLÁSVÉDELEM

LXXIV. évfolyam ■ 50. szám ■ 2019. december 13.

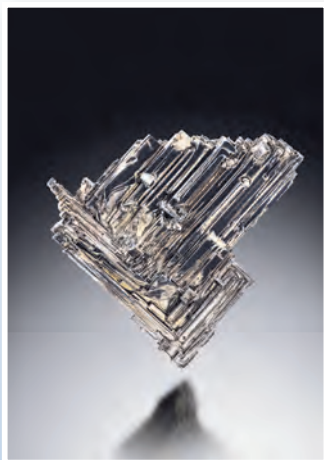
Ára: 420 Ft

Előfizetőknek: 310 Ft

ÉLET és TUDOMÁNY



AZ ÉV ÁSVÁNYA



Címlapon: Galenit vázkristálya a Kateřina szénbánya (Csehország) meddőhányójáról, Koller Gábor Gyűjteménye (Kupi László felvétele az *Egy ipari nyersanyag változatos szerepköre*i című cikkünkhöz)

1571 Első kézből

• GO CHEOPS, GO!

J. S. A.

• A BECSMÉRLŐ BESZÉD

BÁRKITŐL BÁNTÓ

Szilágyi-Nagy Ildikó

• FOGVÁLTÓ DINÓK

Kovács Márk

1574 Az év ásványa, a galenit 2.

EGY IPARI NYERSANYAG

VÁLTOZATOS SZEREPKÖREI

Papp Gábor

1578 Cirbolyafenyő és a fenyőszajkó

FA ÉS MADÁR – EGYMÁSRA U TALVA

Riezing Norbert

1580 Ioncsatornák működése stressz alatt

A SZÍV-ELEKTROFIZIOLÓGIA VILÁGA

Kurtán Bettina,

Baranyai Dóra, Horváth Balázs

1583 Térképek a múltból

TISZTELGÉS

A KÖZÖS ÉVTIZEDEK ELŐTT

Babinszki Edit

1587 Jubilál a nemzetközi

fizika becslési verseny

TANGL KÁROLY NYOMDOKÁN

Bigus Imre



1588 Élet és tudomány képekben

ÉT-GALÉRIA

H. J.

1590 Agyi aktualitások

SZERTEÁGAZÓ MIKROGLIÁK

Reichardt Richárd

1592 LogIQs

1593 Lélektani lelemények

NASSOLÁSVÉDELEM

Mannhardt András

1594 A tudomány világa



• AZ ÁZSIAI CSENDES-ÓCEÁNI
TÉRSÉG TISZTAENERGIA

PROJEKTJE

Mészáros Ilona

• A FEHÉR ZAJ FEJLESZTI
A HALLÁST

Sz. N. I.

• ÚTTÖRŐ KUTYÁK

Dávid Tibor

• KÜLÖN ASZTALRÓL ESZNEK –
A HALHIBRIDEK NEM A SZÜLŐK
VETÉLYTÁRSAI

Pongrácz Péter

1597 REJTVÉNY

Schmidt János

1598 ÉT-IRÁNYTŰ

Bánsághy Nóra

Kedves Olvasó!

A novemberi tudományünnepi rendezvények részeként, a TIT-lapok: a Természet Világa és az Élet és Tudomány Szerethető tudomány – 150 éves a Természet-tudományi Közöny és a keszthelyi Goldmark Károly Művelődési Központ Nyitott szemmel című sorozatainak közös programjaként Freund Tamás agykutató, a Magyar Tudományos Akadémia alelnöke, a Kísérleti Orvostudományi Kutatóközpont igazgatója, lapunk Tudományos Tanácsadó testületének tagja tartott előadást a zalai városban.

A keszthelyi Balaton Színház zsúfolásig telt előadó-termének közönsége a tanulás, az emlékezés, a memória agyi folyamatainak biológiai bemutatása mellett az idegtudomány tágabban értelmezett társadalmi összefüggéseiről is hallhatott. Így például arról, hogy miért fontos minden egyén számára, az ismeretek elsajátítása és a tanultak elmélyítése érdekében a nyitottság a művészetek, az irodalom, a zene, valamint a humán tudományok által közvetített értékek iránt; továbbá hogy miként segít az emóció a racionának a tanulás során, hogyan kapcsolódhatnak érzelmi emlékek első pillanatra akár száraznak tűnő lexikális információkhoz, megjegyezhetővé és felidézhetővé varázsolva azokat.



Freund Tamás elődása a keszthelyi Goldmark Károly Művelődési Központ közönsége előtt, a Balaton Színházban

Szó esett a digitális környezetnek az emberi agyra gyakorolt hatásáról: arról, hogy bár az internetfüggőség kifejezést mintegy négy évtizeddel ezelőtt még tréfából alkották meg, mára az egyik legelterjedtebb és legsúlyosabb pszichés tünetegyüttes, szinte népbetegséggé lett, ahol a függővé válás stációi ugyanazokat a lépcsőfokokat mutatják, mint bármilyen más addikció – kábítószer, alkohol, játékszenvedély – esetében.

A közönség Freund Tamás idegtudományi ismeretterjesztő elődása mellett megismerkedhetett lapunk, valamint az idén másfél évszázados fennállását ünneplő testvér folyóiratunk, a Természet Világa múltjával és mai eredményeivel.

A SZERKESZTŐSÉG

Go CHEOPS, go!



A távoli csillagok körül keringő, úgynevezett „exo-” bolygók kutatása nem csupán a tudósok körében sláger téma (idén két „negyed” Nobel-díj is járt érte), a napi sajtóban is rendszeresen felbukkan. Természetesen az *Élet és Tudomány* hasábjain is újra-újra visszatér. A címdalakon persze többnyire a legek (legközelebbi, legtávolabbi, legnagyobb, legkisebb) szerepelnek, és minden évben megtalálják a „legföldszerűbb” exobolygót is.

Az exoplanéták felderítésére számos projekt zajlik, több műszernek – köztük űrtávcsöveknek – épp ez a fő feladata.

Szabó M. Gyula (ELTE GAO), a program hazai felelőse és Kiss L. László akadémikus (CSFK), a tudományos irányító testület tagja az elkészült űrtávcső társaságában



A CHEOPS-űrtávcső a Föld körül (ESA GRAFIKA)



Ez a rajz Berettyóújfaluból érkezett. Miniátúr másolata a B jelű tábla K33-as mezőjében utazik a világűrbe.

A keresőprogramoknak (leginkább a Kepler-űrtávcsőnek) hála a lajstromban több ezer égitest szerepel. Ezek beható vizsgálatára ugyanakkor nincs kellő kapacitásunk, ráadásul a Föld felszínén a légkör is zavarja az alig detektálható effektusok rögzítését.

Az Európai Űrügynökség (ESA) és a Svájci Űrhivatal új műholdja éppen ezt a lemaradást igyekszik enyhíteni. Feladata az ismert fedési exobolygók csillagjuk előtti átvonulásainak tüzetes tanulmányozása lesz. A tudományos program irányítója éppen a friss Nobel-díjas Didier Queloz (Berni Egyetem). A CHEOPS (CHAracterising ExOPlanets Satellite) tulajdonképpen egy 32 cm átmérőjű tükrös távcső. Itt, a Föld felszínén ez még amatőr csillagász-obszervatóriumban sem számít különösen nagynak, a világűrbe helyezve mégis jelentős teljesítményt várunk tőle. A CHEOPS lesz az ESA első S-osztályú műholdja. Az S nem csupán a berendezés

méretére (small) utal, a kis eszköz fejlesztési ideje is rövidebb, és űrbe juttatása is olcsóbb.

Az új űrtávcső több szempontból is kedves a magyaroknak. A pontos mérésekhez elengedhetetlen a fedélzeti elektronika és a képrögzítő eszköz állandó, alacsony hőmérsékleten tartása. A műhold pályáját úgy tervezik, hogy éppen az éjszakát a nap-paltól elválasztó vonal, a „terminátor” fölött keringjen, így az egyik oldalát folyamatosan éri a Nap sugárzása. Így biztosítható a kis hőingadozás, viszont a műszerek folyamatos hűtést igényelnek. A CHEOPS hűtőradiátorai a miskolci Admatis Kft.-ben készültek.

A tudományos programban is részt veszünk, elsősorban az exobolygók körül keringő holdak detektálásra optimalizált megfigyelési stratégia kidolgozásával, valamint az ehhez kapcsolódó számítógépes szimulációk elkészítésével.

Az ESA szakemberei az utánpótlásra is gondoltak. Egy rajzpályázat keretében próbálták ráirányítani a gyerekek figyelmét az Univerzum kutatásának fontosságára. A tagországokból beérkezett pályaművek közül 2748-at választottak ki, és kicsinyített másolataikat két titánlemezre gravírozva elhelyezték az űrtávcső borításán. A B jelzésű táblán 89 ifjú honfitársunk munkája is a világűrbe utazik.

A három és fél éves programra tervezett berendezést december 17-én helyezik 700 km magas Föld körüli pályára a Kourou (Francia Guyana) melletti űrközpontból, Szojuz hordozórakétával.

J. S. A.

A becsmérő beszéd bárkitől bántó

Ember és robot közös tevékenységét vizsgáló tudományterületen újdonságnak számít annak vizsgálata, mi történik, amikor a robot nem viselkedik együttműködően az emberrel. Egy új kutatásban gépi játékpартnernek gúnyos kijelentéseket tettek humán társukra. Az eredmény túlmutat a robotika területén: kiderült, a bántó szavak önmagukban is óriási hatással bírnak. A lekicsinylő beszéd színes történelemmel rendelkezik, régóta használják ugyanis arra, hogy az ellenfelek magabiztosságát letörjék. A Carnegie Mellon Egyetem munkatársainak legújabb vizsgálata bizonyította, hogy az elmarasztaló szavak akkor is lehúzóan hatnak, ha robottól származnak.

A kutatásban használt becsmérő beszéd szándékosan nem volt túlságosan nyers, mindössze olyan megnyilatkozásokat tartalmazott, mint: „Meg kell mondanom, szörnyű játékos vagy!”, „A játékestílusod kaotikus!”, stb. Még azok az emberek is, akik egy kereskedelmi fogalomban már régebb óta kapható, ismert robottal, Pepperrel játszottak, rosszabbul teljesítettek, amikor a robot sértegette, és jobban, mikor bátorította őket.

A tanulmány vezető szerzője, Aaron M. Roth elmondta, a 40 résztvevő közül jó néhányan magasan képzetek voltak, és teljesen megértették, hogy kényelmetlenségérzésük oka egy robot. Az egyik résztvevő azt mondta: „Nem tetszik, amit a robot mond, de így programozták, tehát nem hibáztathatom”.

A kutatók ennek ellenére azt találták, hogy a résztvevők technikai hozzáértése ellenére is csökkent a teljesítményük.

A kutatás, melyet múlt hónapban mutattak be az IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication konferencián Új-Delhiben, nagyban eltér a megszokott ember-robot interakció kutatásoktól, melyek többnyire azt helyezik a figyelem középpontjába, hogyan képesek legjobban együttműködni robotok és emberek.

„Kutatásunk egyike az elsőnek, mely az ember-robot interakciót olyan környezetben vizsgálja, ahol a gépek nem együttműködők” – mondta a tanulmány társszerzője, Fei Fang, a Szoftverkutató Intézet professzora. Ennek hatalmas a jelentősége egy olyan világban, melyben a robotok és az olyan hálózatra kötött intelligens eszközök száma (IoT) – melyek mesterséges intelligenciát is tartalmaznak –, várhatóan erőteljesen nőni fog. „Elvárhatjuk, hogy a háztartásban segítő gépek együttműködők legyenek, de az olyan helyzetekben, mint például az online vásárlás, a robotoknak nem mindig ugyanaz a céljuk, mint a vásárlóknak” – mondta a professzor.

A jelenlegi tanulmány előzménye egy diákoknak szóló kurzus, melyet Fang vezetett. A mesterséges intelligencia módszerei a társadalmi jólétért címmel. A diákok a játékelméletet és a korlátozott racionalitás elméletét akarták vizsgálni robotokkal összefüggésben, ezért olyan kísérletet terveztek, melyben emberek robotok ellen versenyeznek a Guards



and Treasures című játékban, melyet, mivel úgynevezett Stackelberg-játék, a kutatók a racionalitás tesztelésére szoktak használni. Ezzel a játékkal tipikusan a védekező-támadó interakciót vizsgálják biztonsági játékokban, mely területen Fang már kiterjedt kutatásokat végzett.

Mindegyik résztvevő 35 alkalommal játszott a robottal, néhányszor bátorító szavakat kaptak tőle, máskor negatív, lenéző megjegyzéseket. Bár az emberi játékosok racionalitása fejlődött, ahogy egyre többször játszottak, azok, akiket a robot kritizált, nem értek el olyan jó eredményt, mint azok, akiket dicsért.

„Jól tudjuk, hogy az egyén teljesítményét befolyásolja az, mit mondanak más emberek, de a kutatás azt is kimutatta, hogy az is befolyásolja a teljesítményt, amit a robotok mondanak” – mondta Afsaneh Doryab rendszerkutató. A gépek azon képességének, hogy azonnali választ váltanak ki, jelentősége lehet az automatizált tanulásban, a mentális betegek gondozásában, sőt, még a robotok társaságként való felhasználásában is.

A jövőbeni kutatás a robot és ember közötti non-verbális kommunikációra fog irányulni. Felfedezendő terület az is, hogy a különböző robottípusok – például humanoid robot, vagy csak egy dobozba zárt számítógép – különbözően hatnak-e.

(Carnegie Mellon University)



Fogváltó dinók

Talán nem okoz meglepetést, hogy a ragadozók számára elsődleges fontosságú, hogy tépőfogaik nagyon élesek legyenek. Ugyanígy volt ez a húsevő dinoszauruszok esetében is: amelyik egyed képes volt folyamatosan élesen tartani fogazatát, az nemcsak a zsákmányszerzésben számíthatott szelekciós előnyre, de a már elejtett prédát is gyorsabban fel tudta dolgozni. A szétmarcangolásra kevesebb időt, energiát kellett fordítani, vagyis számos szempontból érdekében állt az, hogy fogai élesek legyenek.

Minden fogas dinoszaurusz többször váltotta fogazatát élete során, hiszen az elhasznált fogak lekoptak, eltompultak, és már nem voltak cincálás-kompatibilisek. Ezt eddig is tudtuk. De a New York állambeli *Adelphi Egyetem* paleontológusa, *Michael D'Emic* és munkatársai által a *Plos One* folyóiratban közölt tanulmányból kiderül, hogy a mezozoikumból származó három húsevő dinoszaurusz gyakorlatilag folyamatosan (évente számos alkalommal) váltotta a fogait, hogy mindig éles eszközökként szolgáljanak.

D'Emic nem most kezdte a dinófogkutatást. Hat évvel ezelőtt már kimutatta, hogy a javakorbeli növényevők, a *Camarasaurus*, illetve a *Diplodocus* 62, illetve 35 naponként váltotta a fogait. Ezt akkor azzal magyarázták, hogy a rostokban, cellulózban gazdag növényi táplálék nagyon gyorsan koptatja a fogakat, ezért kell ilyen gyakran cserélni őket. No de mi a helyzet a ragadozókkal?

A kutatásban többek között a *Majungasaurus* még életében levett fogait vizsgálták. A faj élőhelyén csúcsragadozónak számított, hat méter hosszú volt, és egy tonnát nyomott, írja a *Smithsonian* magazin. A faj elhullajtott fogait nagy mennyiségben találták meg a mai Madagaszkáron, így azokból megalapozott következtetéseket lehet levonni a fogak fejlődésére, illetve a dinoszaurusz táplálkozására vonatkozóan.

A *Majungasaurus* a krétakor végétől a 66 millió évvel ezelőtti sajnálatos eseményekig élt, amikor az összes nem madárszerű dinoszaurusz befejezte földi pályafutását. A *Majungasaurus* fogainak tanulmányozásához bevették



Majungasaurusok fogtak közre egy Masiakasaurust (FORRÁS: WIKIPEDIA)

a nagyjából 150 millió évvel ezelőtt élt, másik leszármazási vonalhoz tartozó, ragadozó *Allosaurus*, illetve *Ceratosaurus* fogait is, hogy össze tudják hasonlítani a fejlődésüket.

A dinoszaurusz-állapcsok komputertomográfiás (CT) felvételei felfedték, hogy az állkapocsból sorakoznak egymás után az újabb és újabb, előbújásra várakozó fogak. A fogkezdemények mikroszkópikus részleteinek vizsgálata azt is lehetővé tette, hogy részleteket tudjanak meg a fejlődésükről, illetve váltásuk időzítéséről. Olyan vizsgálati technikákat fejlesztettek ki, amelyek segítségével az állkapocson belül vizsgálhatták a fogkezdeményeket, így nem kellett a fossziliákat feltörniük.

Kiderült, hogy a jura kori *Allosaurus* és *Ceratosaurus* nagyjából 100 naponként váltotta a fogait, a *Majungasaurus* azonban majdnem kétszer ilyen gyorsan, 56 naponként. D'Emic elmondta, hogy ugyan számított arra, hogy gyakran történt fogváltás – hiszen tényleg elképesztően sok fogfosszília került elő a fajtól –, de az őt is meglepettette, hogy ilyen gyorsan elhasználódtak a fogak, és helyükre lépett a következő. Úgy tűnik, hogy a *Majungasaurus* nagyjából a növényevőkkel azonos ütemben váltotta a fogait, és 14-szer gyorsabban, mint a *Tyrannosaurus*.

Noha úgy tűnhet, hogy a *Majungasaurus* váltotta különösen gyorsan a fogait, elképzelhető, hogy ez volt az általános a húsevő dinoszauruszok körében. Az eddigi kutatások ugyanis főként a *Tyrannosaurus*-félékre koncentráltak, így elképzelhető, hogy valójában ők cserélték ritkán a fogazatukat. Emellett az is bizonytalanságot teremt az egyes fajok fogváltási sebességének kutatásában, hogy szinte semmit sem tudunk arról,

hogy hogyan változott e jelenség az állat élete során. Elképzelhető, hogy a fiatal egyedek gyakrabban váltották a fogaikat, míg idősebb korukra a sebesség csökkent (de az is lehet, hogy ezzel ellentétes folyamat játszódott le).

A *Smithsonian* magazin által megkérdezett szakértő, *Aaron LeBlanc*, az *Albertai Egyetem* paleontológusa ugyanakkor arra hívta fel a figyelmet, hogy még a jelenkori emlősök fognövekedéséről sem tudunk túl sokat. Noha a növekedési ciklusok esetenként évgyűrűszerű növekedési vonalakat hagynak a fogon (amely főként az eltérő sebességgel beépülő kalcium következése), e vonalak keletkezése néha óránként, máskor naponként vagy még ritkábban következik be. Jelenleg nem értjük, hogy miért van ez a nagy változatosság a fajok között. A hiüllők fognövekedését még kevésbé ismerjük, így elképzelhető, hogy a későbbi felismerések még módosítani fogják az őshiüllők fognövekedési sebességéről meglévő mai elméleteinket.

A *Majungasaurus* fogváltási sebessége talán mégis kiugrik az őshiüllők közül, viszont ekkor magyarázatot kell találni rá. A kutatók szerint ennek az étrendjéhez lehet köze. Madagaszkár kréta kori megfelelőjében komoly megpróbáltatásokkal kellett az állatoknak szembenézniük, hiszen gyakran változtak a nedves és az aszályos periódusok. A *Majungasaurus* így nem válogathatott a prédában, és mindent meg kellett ennie. Fogmaradványai mellett sok prédacsontot találtak, rajtuk a fogai által ejtett karcolásokkal. A paleontológusok ebből arra következtetnek, hogy sok csontot evett, és ez tette szükségessé gyorsan elhasználódó fogai gyakori cseréjét.

KOVÁCS MÁRK

EGY IPARI NYERS- ANYAG VÁLTOZATOS SZEREPKÖREI

Az év ásványát számos oldaláról bemutatta kétrészes cikkünk első írása, melynek bevezetőjében már megemlítettük, hogy a galenit az ólom legfontosabb ércásványa. Ezt szem előtt tartva sem feledkezhettünk meg róla, hogy a galenit nem csupán puszta érc: már több ezer éve sok ember szó szerint a szeme előtt tartja, száz évvel ezelőtt pedig az akkor élt emberek a fülüket gyönyörködtethették a segítségével. Miután megmagyaráztuk e rejtélyes kijelentéseink értelmét, válogatunk a kohósított galenitből kinyert ólom egykori és mai felhasználási területeiből.

2. rész

Egy ideje bárki megcsodálhatja a világhálón Nofertiti egyiptomi királyné szobrának háromdimenziós képét, a kétdimenziós műélvezet hívei közül pedig sokan emlékezhetnek Elizabeth Taylorra (VII.) Kleopátra fáraónő szerepében. Mindkét óegyiptomi szépség jellegzetes fekete szemkontúrt és szemöldököt visel. Ezt a sumérokat, görögöket, rómaiakat általánosan használt sminket ma is sok helyen ismerik, az arab országokban *kohl*, Iránban *szorme*, Indiában *kadzsal* és *szurma* néven. Hagyományos színzöldje nem más, mint porított galenit. Az ólomszínű ásvány finomszemcsésre őrölve elveszti nagy tükröző felületeit, így szürkésfekete színű lesz, de kissé megőrzi csillogását.

A szemre és fülre való

Egy tanulmány szerint a Louvre-ban őrzött óegyiptomi kozmetikumtartókban talált maradványok főként ólomásványokból álltak. A fekete galenit (PbS) pigmentje mellett három fehér anyag: cerusszit (PbCO_3), foszgenit ($\text{Pb}_2\text{Cl}_2\text{CO}_3$) és laurionit ($\text{Pb}(\text{OH})\text{Cl}$) alkotta őket. Ezek ólomérctelepek mállási övében keletkező másodlagos ásványok is lehetnének, de az utóbbi kettőt a fennmaradt ókori receptekből ítélve messzeesően hozhatták létre.

Több kutató kardoskodik amellett, hogy a kohl a szépségügyi célokon túl, vegyi összetétele révén a szemek



Mintegy 3400 éves egyiptomi kohltartó

bakteriális fertőzése, illetve az ibolyántúli sugárzás elleni védelmet is szolgálta. A 2000-es években a bázárokban árult kohl mintáin végzett vizsgálatok szerint sok még mindig galenitből készült. A galenitport egyébként a középkorban kerámiák és ritkán festmények pigmentjeként is használták, jelenleg is vásárolható korlátozottan művészfestékként.

A galenit rádiós pályafutása a kozmetikainál jóval rövidebb volt. Az első rádióadók a hangjelet egy állandó nagyfrekvenciás jellel ültetve sugározták ki (amplitúdómoduláció). A hang „kinyeréséhez” a bejövő jelet egyenirányúsítani és demodulálni kellett. Ehhez eleinte félvezető kristályokat használtak, egyebek mellett a galenitet, amelyen magát a jelenséget

is felfedezte 1874-ben Karl Ferdinand Braun német tanár, fizikus és elektrotechnikus. A galenitet rádiókísérletekben először 1894–95 körül Jagadish Chandra Bose indiai polihisztor tudós alkalmazta félvezető diódként.

A legtöbb kristálydetektoros rádió az 1920-as években készítették. E kezdetleges, de olcsó, házilag is összeszerelhető és áramforrást nem igénylő vevőket az elektroncsöves készülékek azonban hamar kiszorították – legalábbis a gazdagabb országokban. A legelterjedtebb tűs vagy népszerű néven „macskabajusz-detektorokban” egy részsálat kellett a fémfoglatba erősített detektorkristály felszínén mozgatni, kiaknázandó a kontaktuson fellépő egyenirányító hatást. Bár egy neves ásványtani szaklap 1925-ös cikkében 75 ásványt is többé-kevésbé alkalmasnak talált e célra, közülük a legjobbnak a galenit bizonyult, és ez is terjedt el leginkább. Nem véletlen, hogy a magyarul (kristály)detektorosnak nevezett készülék olasz és spanyol neve „galenitrádió” (*radio a galena*).

A tűzre való

E kuriózumok után ideje, hogy a galenit legfontosabb szerepkörével is megismerkedjünk. Az ólom felhasználásával kapcsolatos tárgyi emlékek a Kr. e. III-IV. évezredtől kezdenek megszorodni, egy időben az ezüsttárgyak elterjedésével. Ez nem véletlen, mivel a galenit, gyakori ezüsttartalmú folytán, akkoriban valószínűleg

eziüstércnek számított – az ólom a római korig csupán az eziüsttermelés mellékterméke volt. A galenitben lévő tizedszázaléknyi eziüst jóval nagyobb értéket képviselt, mint a 86 százalékos ólom – mint ahogy ma is.

A puha, fénytelen és nem túl ritka fémnek sokáig amúgy sem sok babér termett a keményebb réz, bronz és vas, illetve a fényes és ritka eziüst és arany árnyékában. Készültek azért belőle szobrocskák, súlyok, edények, érmék, forrasztóanyag, oxidjait és más vegyületeit pigmentként, kerámiáz- és üvegadalékként használták. A galenites eziüstércet fő tömegét adó ólom azonban nem csak egyfajta ballaszt volt az eziüst mellett. A nemesfémeket az úgynevezett kupellációs eljárással nyerték ki érceikből. Ennek során a nemesfémércet pörkölik (oxidálják), majd megolvastják és ólomot adnak hozzá. A nem nemes fémek az ólomban oldódnak, ez az oxidatív környezetben hevítve ólom-oxidá (litargittá avagy ólomglétté) alakul. A tiszta arany és/vagy eziüst olvadt állapotban marad vissza, a litargit egy része elpárolog, a maradékot a kemence porózus bélése szívja föl.

Egy melléktermék ókori karrierje

Az ókori eziüstkohászat során tehát hatalmas mennyiségű ólom „melléktermék” keletkezett. Becslések szerint egyedül a görögországi Laurion érceiből a 3500 tonna eziüst mellett 1,4 millió tonna ólomot produkáltak. Az ókori környezetszennyezés nagy hatótávolságáról és a mai anyagvizsgáló

Macskabajusz-detektor



Római kori ólmötomb Cartagena-ból (Spanyolország)

módszerek elképesztő teljesítményéről is tanúskodik az a tanulmány, mely a grönlandi jégfúrások jól korolható fúrómagjainak a szelek szárnyán érkező ólomtartalmáról szól. A római történelemnek az ipar számára is kedvezőtlen válságperiódusaiban szembetűnően alacsony az ólomszennyezettség, a Pax Romana idején (Kr. e. 27 – Kr. u. 180) pedig a római denarius eziüst- és a jég ólomtartalmának csökkenése mutat feltűnő hasonlóságot. A rómaiak a korábbiak mellett egy új felhasználási területet találtak az ólomnak: vízvezetékcsöveket készítettek a könnyen megmunkálható, forrasztható és korrózióálló fémből. A római találmányt a közelmúltig alkalmazták, nem véletlenül hívják angolul a vízvezeték-szerelőt *plumbernek*.

Bár vagy ötven éve már a vízvezeték-eket sem ólomból készítik, e fém ma is keresett nyersanyag. Az évi 4–5 millió tonnányi ólomot szolgáltató ércbányászat vezető hatalmai Kína (50%), Ausztrália (10%), Peru, az USA és Mexikó (egyenként 5–7%). Az USA-ban Missouri és Wisconsin hivatalos állami ásványa a galenit (angolul *galena*), Illinoisban pedig van is egy Galena nevű bányaváros. Ma az ólom 80%-át az akkumulátorgyártás igényli.

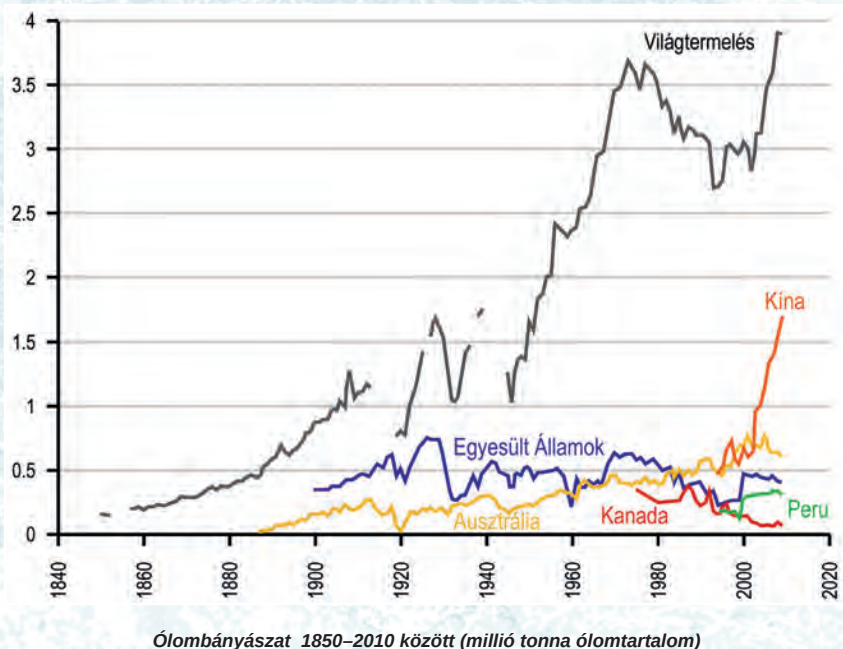
A koncentrált felhasználás megkönnyíti a visszagyűjtést, így az évi több mint tízmillió tonnás ólomtermelés több mint fele már újrafeldolgozott alapanyag. A Gaston Planté francia fizikus által 1859-ben feltalált kén-savas ólomakkumulátorban a negatív pólus ólomból, a pozitív ólom-dioxidból (ásványtani nevén plattneritből) van. A kisülés (áramtermelés) során a $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$ folyamat játszódik le, tehát ásványtani megközelítésben *anglesit* keletkezik. A töltésnél mindez visszafelé megy végbe. A kedvezőbb mechanikai sajátságok elérése érdekében az ólomot antimonnal, valamint kalciummal vagy szelénnel ötvözik.

Szájban, zárban, kézben

Az ólomot puhasága miatt fogak tömésére, vagyis plombálására is használták, de a „plombamérgezést” elkerülendő, ezzel már régen felhagytak. A hitelesíthető zárás használatos, strapabíró ólomzár viszont néhány évtizede még használatban volt. A plomba szó az alapanyagául szolgáló ólom francia – *plombe* – nevét őrzi. A lágy ólom a papíron is nyomot hagy, ónnal ötvözve íróvesszőként, illetve grafikák („ónrajzok”) elkészítésére használták.

Római kori feliratos ólomcső





Innen, illetve a galenittel összetévesztett grafit régi *Reisblei* („rajzólon”) megnevezéséből ered a ceruza német *Bleistift* („ólomrúd”) neve, a ceruzabetétet az angolok is ólomnak (*lead*) nevezik. Magyarul – a világon egyedülként – a ceruza különös módon az ólomfehér festékről (latinul *cerussa*) kapta nevét, melyet a nyelvújítók íronra próbáltak magyarázni az „író ón” összevonásával.

A jó alakíthatóság és a korrózióállóság miatt lemezeit vízszigetelésre használták már az asszíriai függőkertekben is, később a tetőfedésben, a közelmúltban pedig elektromos kábelek burkolatában. Rezgéselnyelő képességét zenei stúdiók hangszigetelésénél aknázzák ki.

Nagy sűrűségét is számos területen hasznosították. Az ókorban fahorgonyok betétjéül szolgált, és napjainkban is alkalmazzák nehezezként a búvárok és a horgászok. Hasonló szárazföldi szerepköréből (kerékcentrírozó súly,

a függönyökbe varrt ólomzsinór vagy ólomlap stb.) egészség- és környezetvédelmi okokból fokozatosan kiszorult. Az ezüsthöz közeli sűrűsége (és alacsony olvadáspontja) miatt a pénzhamisítók kedvelt nyersanyaga volt. Az adott térfogat mellett a legnagyobb mozgási energiát biztosító nagy sűrűsége miatt is használják évszázadok – az ókori parittyalőszerket is tekintetbe véve már évezredek – óta lövedékek nyersanyagaként. A sörétet például az 1960-as évekig igen egyszerű módszerrel gyártották: magas, belül üres tornyok tetejéről megfelelő méretű lyukakon át csepegtették az olvasztott ólmot, melynek golyó alakú cseppjei alul egy víztartályba hullva dermedtek meg. Tatán az ELTE Geológus Kertjének szomszédságában található egy, ma kilátóként üzemelő söréttorony, melyet 1939-ben épített Stieber Antal, a Turul Sörétöntöde tulajdonosa.

Összeforrt fémek: ólom és ón

Az ólom leggyakrabban ónnal, illetve antimonnal, arzénal, bizmutteral alkotott ötvözeit széles körben használták. Már az ókor óta volt a forrasztóón néven ismeretes lágyforrasztó akár 80%-ot



Egy nagyváradi malom ólomplombája 1917-ből
(FOTÓ: PAPP GÁBOR)

is elérő, olvadáspont-csökkentő és folyósító összetevője, de 2006. július 1. óta tilos az alkalmazása. Különböző öntvények is készültek ólomötvözetekből, mint például az Andersen által megénekelt rendíthetetlen ólomkatoná, „aki” németül és angolul egyaránt ónkatona (*Zinnsoldat, tin soldier*).

Az ólmot és az ónt sokáig nem különböztették meg élesen. Plinius az ólmot „fekete ólom” (*plumbum nigrum*), az ónt „fehér” avagy „fényes ólom” (*plumbum album / candidum*) néven említette. Az első magyar ásványtanban (Benkő Ferenc, 1786) éppen megfordítva szerepel: az ólom *feketeón*, az ón *fehérón*. Az ólom és ón szavak maguk is ugyanabból a finnugor *oln* tövből származnak. Nevezetes ólomötvözet volt a nyomtatásban használt betűfém, mely az ólom mellett 3–20% ónt, a keménység és a szívósság növelésére pedig 11–30% antimont is tartalmazott.

Az óvó és ártó ólom

Az ólom nem túl régi, de a jövőben is biztosan ellátandó feladata a röntgen- és gammasugárzás elleni védelem, melyre nagy sűrűsége és atomszáma predesztinálja. Az előbbi szerepében ólomkötény vagy más rekvizitum formájában már a legtöbb olvasónk találkozhatott vele. A radioaktív sugárforrások árnyékolását biztosító ólomtéglák vagy a radioaktív izotópok szállítására szolgáló ólomkapszulák már kevesebbek számára lehetnek ismerősek.

A szilveszteri ólomöntés veszélyességére figyelmeztető cikk illusztrációja a Német Szövetségi Környezetvédelmi Ügynökség honlapjáról



Az ólom alkímista jele: ♄ . Az alkímisták az ókor óta ismert hét fémét hét égitessel azonosították, az ólmot a Szaturnusszal, állítólag annak lassú égi mozgása miatt. Ezért nevezték *szaturnizmusnak* régen az ólommérgezést. Szaturnusz mint római isten a görög Kronosz titán megfelelője, aki az anyjától, Gaiától kapott sarlóval vágta le az őt és testvéreit alvilági rabságban tartó apja, Uranosz férfiasságát. A puha fém szimbóluma paradox módon Kronosz éles sarlója.



Az egykori söréttoronyból kialakított Feller Jakab-kilátó Tatán (FORRÁS: TATA HONLAPJA, ÁBRAHÁM ÁGNES FELVÉTELE)

Ma már jól tudjuk: az ólom toxikus nehézfém, szervezetünkbe jutva mérgezést okozhat. Ennek tünetei és következményei a vérszegénység, emésztő-, majd mozgásszervi és idegrendszeri elváltozások. Legkönnyebben por vagy gőz formájában belélegezve, illetve oldott formában a táplálékkal vagy bőrünkön keresztül tud szervezetünkbe bekerülni. A fémólommal, illetve ólomvegyületekkel dolgozókon kívül a lakosság

szélesebb rétegei voltak kitéve ólomterhelésnek régebben a rossz minőségű benzinhez kopogásgátlóként adagolt ólom-tetraetil és még jelenleg is az ólom vízvezetékcsövek miatt.

A rómaiak az édesítőként használt sűrített mustot gyakran ólomedényekben párolták be, miközben *ólomcukor* – vegyileg ólom(II)-acetát – keletkezett. Bár a római tudósok ismerték egyes ólomvegyületek mérgező mivoltát, sőt Vitruvius még az ólom vízvezetékeket is veszélyesnek tartotta, nem tudhatták, hogy az édesített bor egy mérgező ólomvegyületet tartalmaz. Később az ólomcukrot szándékosan is használták a bor „feljavítására”, egyesek szerint Beethoven sükettségéhez és korai halálához is az efféle édesített borok nagymértékű fogyasztása vezetett.

A ma már betiltott ólomtartalmú festékek szintén veszélyesek voltak az egészségre. A legnotóriusabb közülük az *ólomfehér*, ez vegyileg bázisos ólom(II)-karbonát, ásványként hidrocerusszit a neve. *Velencei fehér* néven egykor kedvelt arcfehéritő kozmetikum volt, azonban tartósan használva magát az arcbőrt is károsította, hajhullást és akár halált is okozhatott. A másik híres ólomfesték a vörös – ásványként azonos néven ismert – *mínium*, ez vegyileg ólom(II)-ólom(IV)-oxid. A kézzel festett kódexek miniatúrái a betűk



Forrasztóón (FOTÓ: JÁNOSI MELINDA)

vagy a szövegrészek piros kiemelésére használt míniumfestékről kapták nevüket. 1994-ben lelkiismeretlen kufárok míniumot kevertek pirospaprika-örleménybe, számos embernek okozva ólommérgezést. A harmadik híres ólomtartalmú pigment a *krómsárga*, vegyileg ólom(II)-kromát, ásványként krokoit a neve. Érdekes, hogy a krómsárgát is felhasználták a kurkuma fűszer hamisítására Bangladesben.

Az üveg rabságában

Szerencsére nem kell tartanunk ólommérgezéstől az *ólomkristály* esetében. Ez a magas – a szabvány szerint legalább 24% – ólom(II)-oxid-tartalmú üveg onnan kapta nevét, hogy eredetileg a hegyikristály olcsó helyettesítőjeként használták fel csiszolt dístárgyak készítésekor. Az ólomüveg – ilyen például a jól ismert Swarovski-kristály – nemcsak nehezebb (>2,9 g/cm³) a közönséges üvegnél (~2,4 g/cm³), hanem törésmutatója is nagyobb (1,7–1,8 és nem 1,5). Mindez a geológusok számára nem meglepő, hiszen az átlátszó másodlagos ólomásványok (cerusszit, anglesit) szintén nagy fénytörésüknek köszönhető gyémántfényükkel hívják föl magukra – és ezáltal a környezetükben valószínűsíthető ólomérce – a figyelmet.

Azt, hogy milyen jövő áll az ólom előtt, lassan már a – különösen az egykor Németországban szokásos – szilveszteri ólomöntés eredményéből sem lehet kikövetkeztetni. 2011-ben az egyik hazánkban is működő német üzletláncot megbírságtolták egy ólomtartalmú szilveszteri ólomöntő készlet forgalomba hozataláért, és az árusítás 2018 áprilisa óta Németországban is tilos.

PAPP GÁBOR

geológus-muzeológus
Magyar Természettudományi Múzeum

Pigmentek és egyéb színes ólomvegyületek a Magyar Természettudományi Múzeumnak az év fajait bemutató kiállításán. 1. ólomfehér (mesterséges hidrocerusszit), 2. kén-hidrogén hatására keletkezett ólom-szulfidtól (vagyis galenittől) megszűrkiült ólomfehér, 3. mesterséges massicot (rombos PbO), 4. mesterséges litargit (négyzetes PbO), 5. krómsárga (mesterséges krokoit), 6. mesterséges mínium, 7. mesterséges plattnerit (FOTÓ: JÁNOSI MELINDA)



CIRBOLYAFENYŐ ÉS A FENYŐSZAJKÓ

FA ÉS MADÁR – EGYMÁSRA UTALVA

Karácsony közeledtével a fák közül egyértelműen a fenyők kerülnek a figyelem középpontjába. Az ünnepekre készülődve a lucfenyő, erdei fenyő, jegenyefenyő, nordmann fenyő (kaukázusi jegenyefenyő), ezüstfenyő, esetleg duglászfenyő nevek mindenkinek ismerősen csengenek. A törpefenyőt a kertészetből, iskolai tanulmányainkból vagy a környező országok magashegyi régiójában tett kirándulásainkról ismerjük. A lombhullató vörösfenyőről a beugrató kérdéseknél vagy lakásfelújítás során a színek elnevezéseinél hallottunk. A dualizmus kori magyar erdészeti írásokban, turisták beszámolóiban többször megemlítik a cirbolyafenyőt is mint hazánk különleges fafaját.



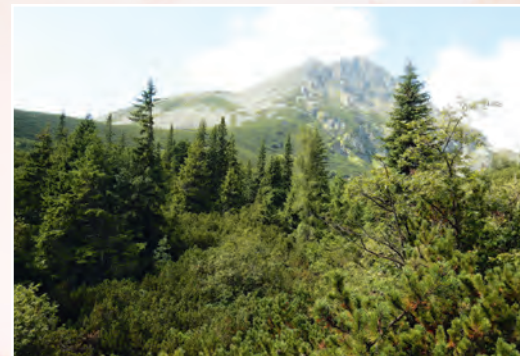
Napjainkra mintha elfeledkeztünk volna a bevezetőben említett fenyőről, holott a havasi cirbolyafenyő (*Pinus cembra*) az Alpok és a Kárpátok magashegyi régiójának jellemző növénye. Többnyire a tengerszint feletti 1200–2300 méter közötti magasság fája, de akár 2600 méter magasan is megtelepszik. Budapesthez legközelebb a Magas-Tátrában találkozhatunk vele, de a történelmi Magyarország területét nézve a Keleti- és a Déli-Kárpátokban is előfordul.

Olyan zord termőhelyeken él, ahol az évi középhőmérséklet fagypont alatt van, a fagymentes időszak pedig mindössze két hónap. Itt rendszerint gyakoriak az erős szelek, viharok, intenzív havazások, hófúvások, esetleg

lavinák, a hőmérséklet akár mínusz 40 Celsius-fok alá is süllyedhet. Ilyen körülmények között a konkurens lucfenyő már kevésbé érzi jól magát, így az ellenállóbb cirbolyafenyő a versenyképesebb. Jelenléte a fahatáron a leglátványosabb: a törpefenyvesből messziről láthatóan kiemelkednek a jóval magasabb, többnyire szálanként, elszórtan álló, magányos, az erős szél nyomása és a hótörések nyomát magukon hordozó, viharverte idős törzsek. Szívósságára már az ókorban felfigyeltek: az egyik római légio a címerébe is felvette.

Növekedése igen lassú. Olykor még 30 éves korában is alig éri el a másfél méteres magasságot. Hosszú életű, általában 500–700, egyesek szerint akár 1000 évig is él. Magassága elérheti a 35 métert, törzsének átmérője pedig az 1,5 métert. Sziklás, rendkívül kedvezőtlen termőhelyi adottságok mellett többször megfigyelték, hogy törzse belül kikorhad, üregessé válik és a saját lebomlott faanyagában fejlődik tovább.

Kérge szürke, illetve szürkésbarna színű, idősebb korban repedezett, pikkelyes. Koronája sűrű, kúpos, szabad állásban földig ágas. Tülevelei ötösével, tömötten állnak, 6–10 centiméter



Átmeneti magashegyi erdőzóna luc-, cirbolya-, vörös- és törpefenyővel

hosszúak, kissé merevek, fényesek, külső oldalukon zöldék, belső oldalukon a légzőnyílásoktól fehéres színűek. Tobozai magányosak, 6–10 centiméteresek, fel- vagy elálló, fiatalon ibolyás színűek, később vörösbarnák, gyakran gyantacseppel tarkítottak. Két évig érnek, a harmadik év tavaszán széthullanak. Magja nagy, barna, vastag és kemény héjú, de ehető. Súlyja miatt magától nehezen terjedne, ám ebben segítenek neki a fenyőszajkók.

A fenyőszajkó (*Nucifraga caryocatactes*) Közép-Európában elsősorban a magashegyi fenyveseknek, így a

A cirbolyafenyő toboza és jellegzetes, kettős színű (zöld és fehéres) tűi





Egy idősebb, magas példány a lucfenyves zónában

cirbolyafenyő élőhelyének is lakója. Költési időn kívül akár hazánkban is találkozhatunk vele, inváziós években többfelé megfigyelhető.

Nagyon szereti a cirbolya magjait, olykor tucatnyi madár is összegyűlik egy-egy nagyobb, bő termésű fán. Mintha éhező gyerekeket engednének a cukrázdába, úgy esnek neki a tobozoknak. Téli élelemellátását nem bízza a véletlenre, a szűkösebb időszakra a nagyobb tápanyagtartalmú magvakat, így a cirbolyafenyőét is szorgosan



A tobozban csigavonalban elhelyezkedő, nagy méretű, ehető magok a tobozpikkelyek lebontása után

gyűjti, majd gondosan elrejt. Ilyenkor még arra is figyel, hogy tevékenységét nehogy mások is meglássák és később a beszájolt élelmet ellopják. Vizsgálatok szerint azt is észben tartja, hová mit tett: a gyorsabban romló élelmet ugyanis hamarabb felkeresi, és nem hagyja kárba veszni. A magvakat gyakran mohapárna vagy levelek alá, sziklarepedésekbe, illetve a földbe helyezi. Képes több száz vagy akár ezer rejtékhelyet is megjegyezni és azokat még magasabb hóvastagság mellett is pontosan megtalálja. Néhányról azonban elfeledkezik vagy más okok miatt nem keresi fel. A földbe helyezett, tulajdonképpen gondosan elültetett magvak ekkor tavasszal csírázásnak indulhatnak és később akár fává is fejlődhetnek.



Fenyőszajkók (A SZERZŐ FELVÉTELEI)



Repülő hódarabok – a fenyőszajkó épp eltakarítja a havat az elrejtett magok fölül

E madár tevékenységének köszönhető, hogy az egyébként magától nehezen terjedő, repítőkészülék nélküli és nehéz magvú cirbolyafenyő igen szokatlan helyeken, így a több száz méter magas sziklafalak repedéseiben vagy megközelíthetetlen sziklaormokon is megjelenik.

Visszatérve a cirbolyafenyőre, annak faanyaga puha, de tartós, nagyon könnyű, vörösesbarna, igen finom évgyűrűs szerkezetű. Fa-faragások, bútorok, díszburkolatok, valamint különféle használati eszközök (díszdobozok, edények) készülnek belőle. Tobozából alkoholos italokat erjesztenek (ezeket német nyelvterületen Zirbenschnaps, Zirbeler vagy Zirbenlikör néven kereshetjük). Magvai nehezen hozzáférhetők, ezért inkább csak saját fogyasztásra gyűjtik a helyiek.

Hidegebb éghajlatú területeken sokfelé ültetik díszfának. Mivel lassú növekedésű, ugyanakkor dekoratív fa, előszeretettel nevelik bonsainak. További hasznaként említhetjük, hogy a meredek oldalakon megtelepedve csökkenti az eróziót, illetve a lavinák kialakulásának kockázatát.

Korábban az alpesi régiók intenzív legeltetése és a legelők kialakítása során sok cirbolyafenyőt vágtak ki. Jelenleg leginkább a turizmus veszélyezteti. Az újabb sípályák kialakítása, illetve a meglévők fejlesztése gyakran élőhelyeinek rovására történik és a fák kivágásával kezdődik. Némi bizakodásra ad okot, hogy a legeltetés intenzitásának csökkenésével egyre több korábbi termőhelyére tud visszatelepülni, és szépen lassan ismét megjelennek a zord természeti viszonyokkal küzdő egyedek.

RIEZING NORBERT

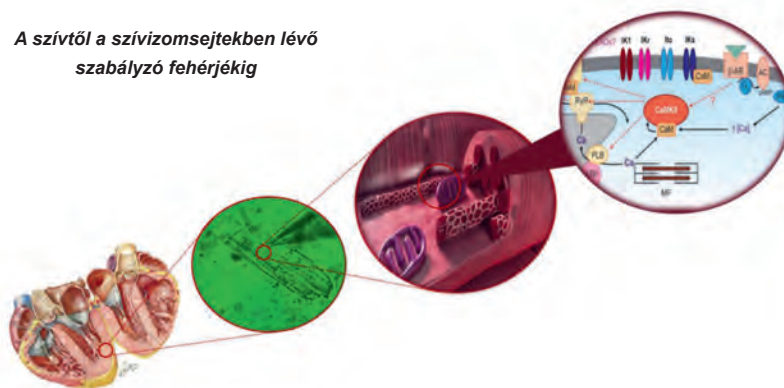
A SZÍV- ELEKTROFIZIOLÓGIA VILÁGA

A szívelégtelenség és a szívritmuszavarok vezető halálokat jelentenek világszerte. Az orvostudomány célja minél hatékonyabb és biztonságosabb gyógyszerek fejlesztése ezek gyógyítására, illetve megelőzésére. Ehhez fontos a szív működés összetett szabályozási folyamatainak megértése.

A szív a vérkeringés folyamatos fenntartásáért felelős pumpa, melynek ritmikus összehúzó-dásait elektromos jelek irányítják. Az elektromos jeleket a szívizomsejtek sejthártyáján keresztül áramló ionok keltik. A több millió szívizomsejt összehangolt elektromos tevékenységét az elektrokardiogram (EKG) jeleníti meg az orvosoknak a testfelszínre helyezett elektródák segítségével, míg egyetlen szívizomsejt elektromos működését elektrofiziológiai módszerekkel vizsgálhatjuk mikroszkóp alatt, a sejtbe szúrt mikroelektrodák segítségével.

A szívizomsejtek sejthártyájában számtalan fehérje helyezkedik el, melyek között vannak ioncsatornák és szállítófehérjék. Ezek összekötik a sejthártya két oldalát és lehetővé teszik részecskék áramlását a sejtben belüli és sejtön kívüli tér között. Mivel a sejthártya két oldalán nem egyforma a töltéssel rendelkező részecskék (ionok) eloszlása, ezért feszültség mérhető a két térrész között, ezt nevezzük membránpotenciálnak. Amikor a sejtek nyugalomban vannak, azt *nyugalmi membránpotenciálnak* hívjuk. Amikor a szívizomsejtek ingerületbe

A szívtől a szívizomsejtekben lévő szabályzó fehérjékig



kerülnek, a sejthártyában elhelyezkedő egyes ioncsatornák megnyílnak, és rajtuk keresztül pozitív töltésű nátrium-, és kalciumionok áramlanak be a sejtbe. Így a membránpotenciál pozitívabbá válik, ez a *depolarizáció* jelensége. Ennek hatására más ioncsatornák is megnyílnak, negatív töltésű kloridionok áramlanak be a sejtbe és pozitív töltésű káliumionok hagyják el a sejtet. Így a membránpotenciál ismét negatívabb lesz, ezt nevezzük *repolarizációnak*. A repolarizáció során visszaáll a nyugalmi membránpotenciál. Ezt a nyugalmi állapotok között létrejövő teljes folyamatot (depolarizáció és repolarizáció) hívjuk *akciós potenciálnak*.

A sejthártyában jelen lévő fehérjék azonban a látszólagos nyugalom állapotában sem tétlenek. Az akciós potenciál során a sejtbe beáramlott ionokat ki kell vinni, míg a sejtől kiáramlott ionokat vissza kell juttatni a sejtbe, hogy a folyamat előlrol indulhasson. Ha ez az egyensúly bárhol felborul, akkor nem kerülnek a töltéssel rendelkező ionok a szívizomsejt

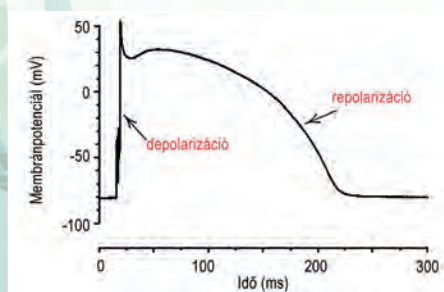
sejthártyájának megfelelő oldalára, melynek következményeként súlyos szívritmuszavar is kialakulhat.

Szabályozott rendszer

Szívünk működését a vegetatív idegrendszer folyamatosan szabályozza, így minden pillanatban alkalmazkodni képes testünk változó igényeihez. A szimpatikus idegrendszer fizikai munkavégzés, sportolás, hirtelen stressz és veszély esetén felgyorsítja és nagyobb erő kifejtésére készíti a szívet, míg a paraszimpatikus idegrendszer, például étkezés után vagy alvás során azt jelzi a szívnek, hogy ritkábban és kisebb erővel is elegendő összehúzódnia. Ezért az összetett, jól szabályozott alkalmazkodási folyamatért a szívizomsejtek szintjén több tényező felel.

Kutatásaink során a szimpatikus idegrendszer által közvetített folyamatokat vizsgáltuk kamrai szívizomsejtekben. A szimpatikus inger hatására felszabaduló adrenalin és noradrenalin a szívizomsejtek felszínén lévő β_1 -adrenerg receptorokhoz (az ábrán β -AR) kötődik, és aktiválja azokat, mely egy láncreakciót indít be: a hozzá

A szív akciós potenciáljának depolarizációs és repolarizációs fázisa

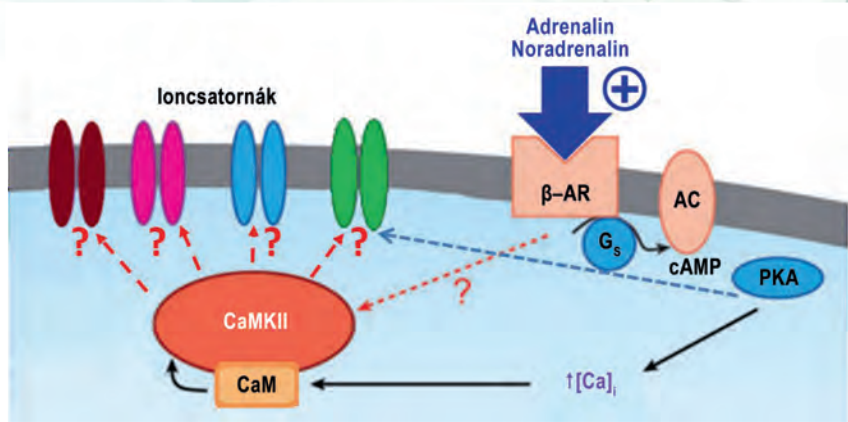


kötődő *G_s*-fehérjét (*G_s*) aktiválja, mely elősegíti az adenilát-cikláz (AC) enzim működését, ami ciklikus adenosin-monofoszfátot (cAMP) szintetizál. A megnövekedett cAMP-szint hatására aktiválódik a korábbi szakirodalomban már jól ismert *proteinkináz A* (PKA) szabályzó útvonala. Emellett újabb kutatások egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak a β 1-adrenerg receptorok stimulálása által szintén aktivált *kalcium/kalmodulin függő proteinkináz II* (CaMKII) útvonálnak is a szív működésének szabályozásában. A β 1-adrenerg receptorok és a CaMKII közötti kapcsolatban már korábban is ismert volt a *sejten belüli kalciumszint* ($[Ca]_i$) szerepe, azonban felvetődött más lehetséges szabályozási útvonalak jelentősége is.

Kísérleteinkben azt vizsgáltuk, hogy hogyan változik a szívizomsejtek elektromos tevékenységét alapvetően meghatározó káliumcsatornák működése hirtelen stresszhatás során. Négy káliumáramot vizsgáltunk, melyek ugyan az akciós potenciál különböző időszakaiban aktiválódnak, azonban közös tulajdonságuk, hogy mindnyájan a nyugalmi membránpotenciál visszaállítására, illetve fenntartására törekszenek, így kóros működésük könnyen vezethet szívritmuszavarhoz. Ez a négy áram a befelé egyenirányító káliumáram (I_{Kp}), a késői egyenirányító káliumáram lassú (I_{Ks}) és gyors (I_{Kr}) komponense, valamint az átmeneti kifelé irányuló káliumáram (I_{to}) voltak.

A kálium-foci

A káliumcsatornák szabályozását úgy is elképzelhetjük, mint egy focimérkőzést, ahol a játékosok összehangolt passzszolással juttatják a labdát (a káliumiont) a kapuba. Ilyen, amikor a szívizomsejtben a szabályzófehérjék összetett folyamatai révén elég káliumiont jut ki az ioncsatornán keresztül a sejtből. Ha a játékosokat stressz éri, vagy valamilyen játékos megsérül, akkor a játék megváltozik. A szívizomsejteken hirtelen stresszhatás során gyakrabban jön létre elektromos jel, így a depolarizációk során adott idő alatt több pozitív ion lép be a sejtbe. Ahhoz, hogy az egyensúly megmaradjon, a repolarizáció során játékosainknak több káliumiont kell a sejtől kijuttatni, alkalmazkodniuk kell a stresszhelyzethez. Amennyiben ez nem sikerül, az egyensúly felbomlik, és ilyenkor szívritmuszavar, vagy



A szívizomsejtek káliumcsatornáinak működését befolyásolja a β 1-adrenerg receptorokon keresztüli szabályozás. A hatás pontos részletei azonban még nem ismertek teljesen.

akár hirtelen szívhalál is kialakulhat. Ebben a játékban mi voltunk az edzők és szerettük volna kitalálni, hogy a legújabb kulcsjátékosunk, a CaMKII fehérje hogyan lő kapura hirtelen stresszhatás alatt. A játék itt annyival bonyolódik, hogy egyszerre négy különböző tulajdonságú focikapunk van (a négyféle káliumiont-csatorna).

Méréseinkhez sejt szintű elektrofiziológiai mérőrendszert alkalmaztunk, vizsgálatainkat egyedi szívizomsejteken végeztük.

Kísérleteinket különböző sejtcsoportokon végeztük el, melyek eltérő körülmények között vizsgálták a szívizomsejtek működését.

Az első sejtcsoport a kontroll volt, ahol nem avatkoztunk be a sejt működésébe, azaz minden játékosunk – beleértve az újat – normál körülmények között játszott.

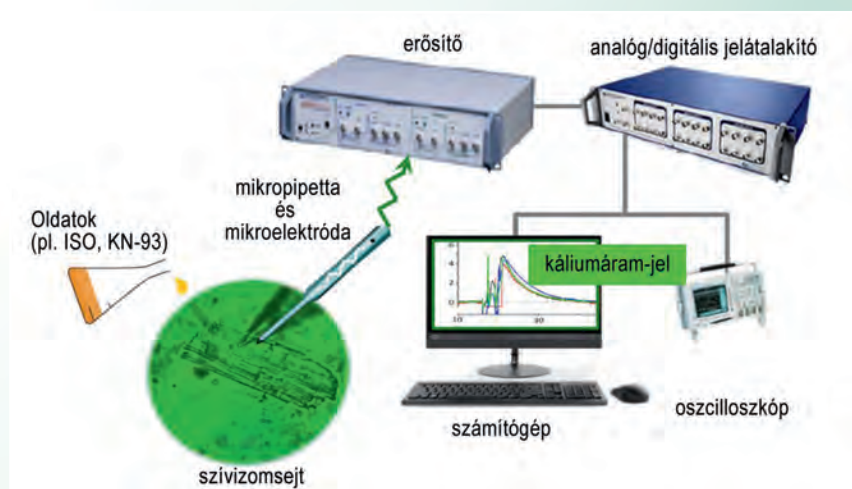
A második sejtcsoportban „kiiktattuk” az új játékos, a CaMKII-fehérjét a KN-93 nevű gátlószerezrel, azaz az új játékos a kispadon ült, de a többiek normál körülmények között játszottak.

A harmadik sejtcsoportban a szívizomsejteket izoproterenol (ISO) nevű anyaggal kezeltük. Ez az adrenalinhoz hasonlóan stimulálja a sejtfelszínen lévő β 1-adrenerg receptorokat, így műmelve a hirtelen stresszhatást. Ekkor tehát megnéztük, hogyan játszik az összes játékosunk hirtelen stresszhatás alatt.

A negyedik kísérleti elrendezésben az izoproterenollal kiváltott hirtelen stresszhelyzet mellett KN-93-mal gáttoltuk a CaMKII fehérjét, azaz az új játékos a kispadon maradt és a többi játékosnak stressz alatt kellett játszania.

A fenti kísérleti csoportok összehasonlításával azt vizsgáltuk, hogy hány gólt lő a különböző típusú kapukon

A sejt szintű szív-elektrofiziológiai vizsgálómódszer sematikus rajza. A szívizomsejtek membránját mikroszkóp alatt a mérőrendszerhez kapcsolódó vékony üvegpipettával „megszúrjuk”, így elektromos kapcsolatot alakítottunk ki a sejt belseje és az erősítő között. Ebben az elrendezésben a pipetta belsejében lévő mikroelektroddal mérjük az akciós potenciált és a káliumáram-jeleket.



stressz alatt a legújabb játékosunk, azaz a szívizomsejtben a káliumáramok hirtelen stressz által okozott változásaiért milyen mértékben felel a CaMKII fehérje aktiválódása.

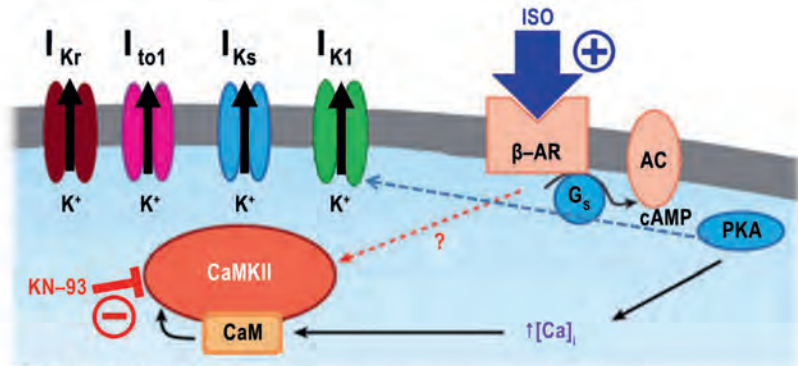
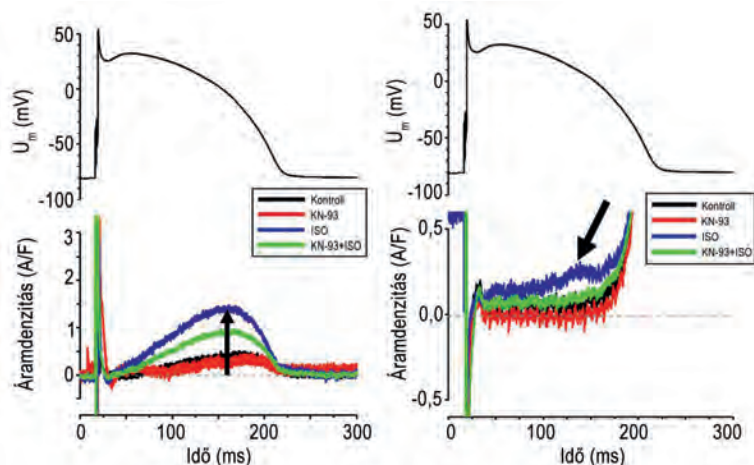
Gól stressz alatt

A négy vizsgált káliumáram közül az I_{to1} és I_{Kr} kálium áramokat nem befolyásolja jelentősen a hirtelen stresszhatás (β1-receptorok ingerlése), így a CaMKII fehérje sem. A foci hasonlatos elve ezeken a kapukon ugyanúgy lő gólt a csapat stressz alatt és stressz nélkül, az új játékoskal és nélküle.

Az I_{Ks} áram a hirtelen stresszhatásnak kitett sejteken jelentősen megnövekedett. Amikor stressz mellett gátoljuk a CaMKII fehérjét, ez a változás kisebb mértékű, ebből arra következtethetünk, hogy a stressz következtében bekövetkező I_{Ks} káliumáram növekedése részben a CaMKII aktiválódásától is függ. Azaz amikor a csapat stressz alatt játszott, akkor a gólok egy részét az új játékosunk lőtte az I_{Ks} nevű kapun.

Az I_{K1} áram az akciós potenciál során korábban aktiválódik hirtelen stresszhatás során, mely szinte teljes mértékben elmarad akkor, ha egyidejűleg gátoljuk a CaMKII fehérjét. Így az I_{K1} adrenerg stimuláció során tapasztalt változása nagyrészt a CaMKII fehérje szabályzó szerepének tulajdonítható. Ez azt jelenti, hogy az edző nagy meglepetésére a legújabb játékos stressz alatt hamarabb lő gólokat az I_{K1} nevű focikapun keresztül.

(A) A CaMKII gátlása a β-adrenerg receptorok aktiválása nélkül nem változtatott az I_{Ks} áramon (KN-93, piros áramgörbe) a kontroll körülményekhez (fekete) képest. Az I_{Ks} hirtelen stresszhatás következtében (kék) tapasztalt növekedését a CaMKII egyidejű gátlása (zöld) csökkentette. (B) Az I_{K1} áram szimpatikus ingerlés hatására bekövetkező korábbi aktiválódása (kék) teljesen elmaradt a CaMKII gátlás egyidejű alkalmazása (KN-93+ISO, zöld) esetén.



Sejtcsoportok:

[1]	Kontroll	Nincs farmakológiai hatás a sejten
[2]	KN-93	CaMKII gátló
[3]	ISO	β-AR aktiváló
[4]	KN-93+ISO	β-AR aktiválás mellett gátló CaMKII útvonál

A négy sejtcsoport kísérleti eredményeit összehasonlítva kaptuk meg, hogy a kontroll (fekete) csoporthoz képest a hirtelen stresszhelyzet (ISO, kék) során bekövetkező változásokban milyen mértékben vett részt a CaMKII szabályzó fehérje, azaz mekkora a változás, ha hirtelen stressz során gátolt a CaMKII (zöld).

Kutatásaink célja az volt, hogy megvizsgáljuk a CaMKII fehérje szerepét a szívizomsejteken jelen levő káliumcsatornák szabályozásában és ezáltal közelebb kerüljünk bizonyos típusú szívritmuszavarok megismeréséhez. Eredményeink alapján a CaMKII fehérje részt vesz az I_{Ks} káliumáram megnövelésében és korábban aktiválódik az I_{K1} áram az akciós potenciál során hirtelen stresszhatáskor. A repolarizáló hatású káliumáramok megnövelése és korábbi aktiválódása révén rövidül az akciós potenciál, mely a szív hirtelen stresszhatáshoz való alkalmazkodásának egyik meghatározó jelensége. Ismert, hogy a hirtelen szívhálalok egy részének hátterében az áll, hogy a szimpatikus idegrendszer

által közvetített komplex szabályzó folyamatok nem zajlanak megfelelően a szívizomsejtekben.

A kardiológusok a szívritmuszavarok kezelésekor gyakran javasolják a szívizomsejtek felszínén lévő β-adrenerg receptorok gátlószereit (ígynevezett „béta-blokkoló” gyógyszereket), illetve a különböző ionszatornák működését módosító szerek alkalmazását. Ismert az is, hogy több szívbetegségben, például krónikus szívelégtelenségben megnő a CaMKII aktivitása a szívizomsejtekben. Az utóbbi években a cukorbetegség kezelésében bevezetett egyik gyógyszerről, az empagliflozinról bizonyosodott be, hogy szívelégtelenségben szenvedő betegekben kedvező hatással bír. A klinikai vizsgálat lezárását követően kísérletesen kimutatták, hogy az empagliflozin a szívben lévő CaMKII fehérje működését gátolja, ami összefüggésben lehet a szívelégtelenségben tapasztalt kedvező hatásával. Ezek alapján a CaMKII fehérje ígéretes terápiás célpont egyes kardiológiai kórképek célzott kezelésében.

KURTÁN BETTINA

általános orvostanhallgató,
Debreceni Egyetem AOK

BARANYAI DÓRA

PhD-hallgató, Debreceni Egyetem
AOK Élettani Intézet

HORVÁTH BALÁZS

egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem
AOK Élettani Intézet

A szerző a 2019. évi OTDT TDK Prezentációs Díj-versenyen adta elő kutatási eredményeit – a szerk.

TISZTELGÉS A KÖZÖS ÉVTIZEDEK ELŐTT

Az idén 150 éves Földtani Intézet munkáját, történetét a berkeiben készült 12 térképen keresztül bemutató sorozatunkat egy különleges munkával zárjuk. **A Balaton-felvidék középső részének földtani térképe 1998-ban látott napvilágot. Az intézet ennek a térképnek a megjelentetésével tisztelgett a hozzá oly sok szállal kötődő, az abban az esztendőben 150 éves Magyarhoni Földtani Társulat – hazánk egyik legrégebbi szakmai egyesülete – előtt.**

A második világháborút követő meddő évtized után, 1955-ben indult el egy új, nagyszabású térképezési program a Földtani Intézetben belül. Ennek során részletes, mindenre kiterjedő földtani vizsgálatokat végeztek az intézet kutatói néhány kiemelt fontosságú területen: például a *Keleti-Mecsek*ben, ahol kokszolható fekete- és barnaközenet, valamint uránércet kerestek, és a *Bakony*ban, ahol a bauxit, a barnaköszén és a mangánérc kutatása folyt. Az intézet tevékenységében még az 1970-es években is a nyersanyagkutatás, az ásványvagyon prognosztikája volt túlsúlyban, a földtani térképezés legfontosabb feladatának is az ásványi nyersanyagok feltárásának megalapozását tekintették.

Ugyanebben az évtizedben azonban előretörték a zöld mozgalmak, amelyek új szempontból tették fontossá egy-egy terület minél részletesebb földtani megismerését. Ráadásul nemcsak hogy megjelentek, hanem hirtelen meg is sokasodtak az olyan

Esti megbeszélés az 1994-es térképezési szemináriumon. A képen balról jobbra: Haas János, Budai Tamás, Vörös Attila, Knauer József, Császár Géza, Fodor László, Csillag Gábor

(LANTOS ZOLTÁN FELVÉTELE)



környezeti problémák, melynek megoldásához földtani segítségre volt szükség. Ilyen volt például a bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer nemzetközi vitája, a Paksi Atomerőmű földrengés-biztonsági kérdéseinek megoldása és hulladékelhelyezési problémái, a Hévízi-tó és a nyirádi bauxitbányászat karsztvíztermelése közötti kapcsolat felderítése stb. Ezekben a munkákban nagy részt vállalt maga az intézet kutatógárdája.

A rendszerváltást követő zűrzavaros esztendőket követően, az 1990-es évek közepétől nyugalmasabb periódus következett a Földtani Intézet életében. A vezetés a kutatások alappilléreinek az ország részletes és rendszeres földtani térképezését és a térképezés eredményeinek térinformatikai rendszerbe foglalását tűzte ki célul. Ekkorra azonban már jó néhány térkép kiadásával is adós volt az intézet. Ilyen volt például a *Balaton-felvidék* földtani térképe, melynek felvételi munkálatai az 1980-as években folytak. A térkép két kéziratban még elkészült, sőt a hozzá tartozó magyarázókötetet is megírták, de megjelenni sajnos egyik sem jelent meg.

Ekkor, 1998-ban lett 150 éves hazánk egyik legrégebbi, ma is működő tudományos egyesülete, az elsősorban geológusokat tömörítő Magyarhoni Földtani Társulat. A földtani társulatok története még az 1800-as évek elejére nyúlik vissza, amikor világszerte fellelődni kezdett a geológia iránti érdeklődés. Sorra jöttek létre a társulatok: a legelső 1807-ben a *Geological Society of London*, majd 1830-ban megalakult a *Société Géologique de France* és 1848-ban, Berlinben a *Deutsche Geologische Gesellschaft*.



Kubinyi Ágoston

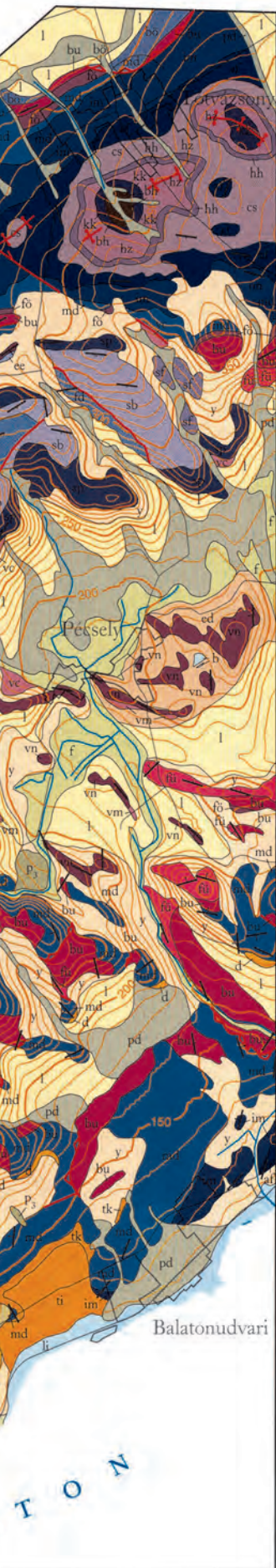
Hazánk is az úttörők között járt: a *Magyar Orvosok és Természetvizsgálók* 1847-es, Sopronban tartott VIII. nagygyűlésén Zipser András, besztekerbányai tanár indítványozta egy „földismereti bányászegyesület” megalapítását. E kezdeményezés folyamánként 1848. január 3-án, Videfalván, Kubinyi Ágoston elnökletével jött

A Magyarhoni Földtani Társulat logója





Jelmagyarázat



NEGYEDIDŐSZAK

Holocén

- li tavi (limnikus) üledékek
- f folyóvízi képződmények (alluvium általában)
- fp folyóvízi - proluviális képződmények
- ph proluviális képződmények
- b mocsári képződmények

Holocén - Pleisztocén

- s suvadás, omlás
- p proluviális képződmények (árhordalék)
- pd proluviális - deluviális képződmények
- y lejtőtörmelék
- ed helybenmaradt és gyengén áthalmazott törmelék

- l lösz
- P₃ felső-pleisztocén
- P₂ alsó - középső-pleisztocén
- P₁ alsó-pleisztocén

HARMADIDŐSZAK

Neogén

- B bazalt
- β Tapolcai Bazalt F.
- kt tufa
- kt Kabhegyi T.
- nv Nagyvázsónyi Mészke F.
- t Tihanyi F.
- kl Kállai Kavics F.
- d Diási Kavics F.
- ti Tinnyei F.
- tk mészke
- tk abráziós kavics
- vö Vörösti F.

Felső-triász

- fd Fődolomit F.
- ec Edericsi F.
- cs Edericsi Mészke T.
- sf Sédvölgyi Dolomit T.
- sb tagolás nélkül
- sb Barnagi T.
- sh Henyei Dolomit T.
- vn Pécselyi T.
- vc Csicsói Márga T.
- vn Nosztori Mészke T.
- vn Buhimvölgyi Breccsa T.
- vm Mencshelyi Márga T.
- bo Budaörsi F. Kádártai Dolomit T.
- fu Fűredi Mészke F.

TRIÁSZ

Középső-triász

- ba Buchensteini F.
- fu Felsőörsi Mészke F.
- ta Tagyoni Mészke F.
- md Megyehegyi Dolomit T.
- is Iszkahegyi Mészke F.
- as Aszófői Dolomit F.

Alsó-triász

- cs Csupaki Márga F.
- hh Hidegkúti T.
- hz Zánkai T.
- kk Köveskálai Dolomit F.

PERM

- h Balatonfelvidéki Homokkő F.

- 0-20°
- 20-40°
- 40-60°
- 60-90°

rétegdőlés

A térképlap helyzete



Szerkezeti elemek

- feltolódás
- horizontális elmozdulás
- törés általában
- antiklinális
- szinklinális



Füredi Mésző a pécselyi Meggy-hegy kőfejtőjében (BUDAI TAMÁS FELVÉTELE)

létre a Magyarhoni Földtani Társulat. Tagjai kezdetben elsősorban bányászati szakemberek voltak, a társulat célja pedig a bányászati hasznosítható ásványok felkutatása volt.

A társulathoz fordult támogatásért *Gorove István*, földművelés-, ipar- és kereskedelemügyi miniszter 1868-ban a Bécstől független, önálló magyar földtani intézet létrehozásának ötletével is, melynek eredményeként egy évvel később megszületett a *Magyar Királyi Földtani Intézet*. Utóbbi a társulatnak köszönheti könyvtári gyűjteményének alapját is: 1874-ben *Szabó József*, a társulat alelnöke indítványozta, hogy „a társulat könyvtára valamely közkönyvtárban, hozzáférhető helyen helyeztessék el, hogy a közönség könnyebben hozzájuthasson”.

A társulat 1875. január 15-ei közgyűlésén a tagok úgy határoztak, hogy könyvtáruk állományát – első nekifutásra még a tulajdonjog megtartása mellett – a Földtani Intézet könyvtárában helyezik el. Nem sokkal később a társulat az egész, körülbelül 600–700 kötetre rúgó gyűjteményét

Terepbejárás 2010 áprilisában. A képen balról jobbra: Albert Gáspár, Lantos Zoltán, Kercsmár Zsolt és Fodor László (BABINSZKI EDIT FELVÉTELE)



az intézetnek ajándékozta. Az ajándékozási szerződés értelmében a társulat tagjai ingyen megkapták az intézet kiadványait. Ez a szokás több mint fél évszázadon át volt érvényben.

Mintegy 70 éven át a Földtani Társulat kiadványa, a *Földtani Közöny* is részben intézeti kiadvány volt. *Vendl Aladár* a társulat alapításának 100. évfordulójára készített összefoglalójában így írt erről: „A Társulat még szorosabbra fűzte kapcsolatát a M. Kir. Földtani Intézettel: 1883 januárjától kezdve a Földtani Közöny a két intézmény közös orgánumává vált, úgy azonban, hogy a Társulat eddigi függetlensége továbbra is csorbitatlanul megmaradt. Ez a szorosabb kapcsolat a közöny címlapján is kifejeződött úgy, hogy az eddigi cím alatt a következő sor jelent meg: »Egyszersmind a M. Kir. Földtani Intézet hivatalos közlönye«.

A Közöny közölni fogja a Földtani Intézet hivatalos jelentéseit és egyéb hivatalos tudósításait is, csupán azt kötvén ki, hogy az Intézet évi földtani felvételei is a Közönyben jelenhessenek meg. A Társulat a Földtani Intézet cserepéldányosai számára a Földtani Közöny 100 vagy 200 példányát átadja a Földtani Intézetnek. ... Az átengedett példányok viszonzásul a Földtani Intézet, illetőleg fölöttes hatósága a Földtani Közönyt anyagilag fogja támogatni. A Földművelés-, Ipar- és Kereskedelemügyi Minisztérium e támogatás fejében a Közönyt 1883-ban 300 forinttal segélyezte.” A Földtani Közöny csupán három évig, 1886-ig közölte a Földtani Intézet évi jelentéseit, de a két szervezet közös kiadványa maradt egészen 1949-ig.

Valószínű, hogy e szoros közös múlt nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a társulat fennállásának 150. évfordulójára a Földtani Intézet egy térképpel „ajándékozta meg” a geológusok egyesületét. Ezt jelzi a térkép jobb felső sarkába írott mondat is: „Megjelent a Magyarhoni Földtani Társulat fennállásának 150. évfordulóján”. A Balaton-felvidék földtani térképénél pedig talán nem is választhattak volna jobbat e jelentős évfordulóra. Ez a terület ugyanis hazánk egyik geológiai legregebben és legalaposabban kutatott



Felsőörsi Mésző az aszfóli Farkó-kő alapszelvényében (BUDAI TAMÁS FELVÉTELE)

tájegysége, ahol a magyar földtan legjelesebb személyiségei közül igen sokan dolgoztak.

„Nincs még egy olyan tája hazánknak, amelynek meg-megújuló és mindig újat hozó földtani kutatása ily szorosan összekapcsolódott volna a földtan tudományának hazai fejlődésével. Ebben szerepe van a tájegység változatos földtani felépítésének, üledékes képződményei faunagazdagságának – és nem utolsósorban – a tájképi szépségeknél” – írta a térképhez tartozó magyarázókötet előszavában *Brezsnyánszky Károly*, a Földtani Intézet és *Futó János*, a *Bakonyi Természettudományi Múzeum* akkori igazgatója.

A *Budai Tamás* és *Csillag Gábor* által szerkesztett, 1 : 50 000-es méretarányú térképen a Balaton-felvidék középső részének földtani felépítése látható. A jelmagyarázatból kitűnik, hogy bár a terület viszonylag kicsi, nagyon sok képződmény található rajta, a legidősebb, permidőszaki *Balatonfelvidéki Homokkőtől* kezdve a napjainkban is képződő folyóvízi, tavi, mocsári üledékekig. A térképen megtalálhatók az egyes rétegek dőlései, valamint a szerkezeti elemek is. Mindezekről nagyon részletes leírást közöl a két szerző a térkép magyarázókötetében. Alig egy évvel később, 1999-ben végül megjelent a hosszú évek óta a fiókokban várakozó teljes Balaton-felvidék 1 : 50 000-es földtani térképe a hozzá tartozó magyarázókötettel együtt. Ez máig a területről készült legfrissebb és legteljesebb földtani leírás.

Magyarország területének rendszeres, korszerű földtani térképezését, a tájegységi földtani térképek, valamint térképmagyarázók közreadását ma kizárólag a Földtani Intézet jogutódja, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat végzi.

BABINSZKI EDIT



A Balaton-felvidék középső részének földtani térképe – a sorozat előző részeiben megjelentekkel együtt – nagy felbontásban megtalálható a <https://map.mbfsz.gov.hu/oldmaps.html> címen

TANGL KÁROLY NYOMDOKÁN

A Sárospataki Árpád Vezér Gimnázium és Kollégium ebben az évben huszonötödik alkalommal rendezte meg a nem hagyományos fizika becslési versenyt. A jubileumi versengés közvetve Eötvös Loránd munkásságához is kapcsolódik.

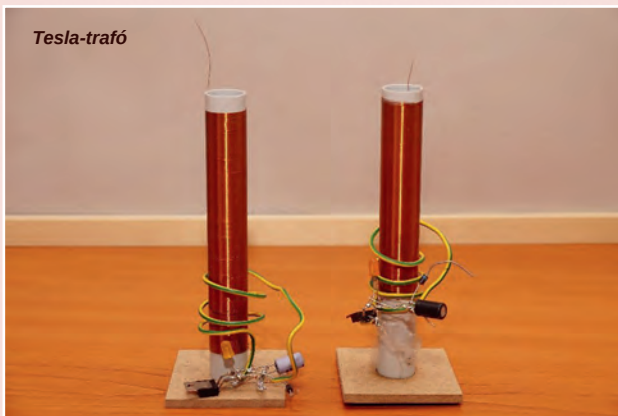
A verseny 1995. január 25-én indult kísérleti jelleggel a határon túli testvériskolák – Temesvár, Kassa, Nagykapos, Királyhelmec, Munkács – részvételével. Azóta bővült a kör, mert Székelykeresztúr és Zenta is bekapcsolódott és 2002 óta az Arany János Tehetséggondozó Program szerint tanuló magyar iskolák is aktívan szerepelnek. A megmérettetés eredetileg a fizika népszerűsítését és az összetartozás elősegítését tűzte ki célul a Kárpát-medencében. Jelenlegi formájában a tudománytörténeti ismeretek mellett a becslési képességen alapuló tudást, gondolkodást, kreativitást és a kísérletező képességet is szolgálja. Minden évben egy magyar vagy magyar származású tudósról emlékeznek meg a verseny keretében, születésének vagy halálának évfordulóján. Ebben az évben Tangl Károlyra esett a választás, születésének 150. évfordulóján. A vetélkedő része egy otthoni kreatív önálló munka elkészítése. Mivel az idei verseny témája a kapillaritás, felületi feszültség és környezetvédelem szerepe volt, a résztvevőknek egy vízen járó poloskát kellett elkészíteni. A nevezés feltétele még Tangl Károly életének és munkásságának poszteren történő bemutatása. Egyénileg egy életrajzi totót és egy fizikai totót kell megoldani a versenyzőknek. A megmérettetés szóbeli része gondolkodtató feladatok megoldásáról és kísérletek elvégzéséről szól, például: Az egyenlőtlen karú mérleg segítségével becsüld meg a test tömegét; vagy állapítsd meg, mi lehet a fekete dobozban! A verseny egy újabb fázisában csapatban három óra alatt egy önálló munkát kell elvégezni. Korábban ilyen munka keretében készült már szélgenerátor, mikroszkóp vagy Tesla-trafó, amit a csapatok hazavihettek iskolájukba.

Tangl Károly 1869. október 14-én született Pesten. 1891-ben matematika-fizika szakos tanári diplomát vett át, 1901-ben magántanári képesítést szerzett. 1903-tól a kolozsvári egyetem tanáraként, később

A gimnázium épülete



Szélgenerátor



a Műegyetemen tanított. Schuller Alajos, a Műegyetem tanára, az MTA tagja 1916-ban nyugdíjba ment, helyét Tangl Károly vette át. Schuller, mint Kirchhoff és Bunsen tanítványa, a laboratóriumi oktatást emelte magas szintre. (Tangl inkább kísérleti fizikát oktatott a mérnököknek is.) Az eszközöket maga készítette, mint a Sárospataki Főiskola híres tanára, Kézy Mózes, a híres tanszerkészítő, aki 1813-1831 között tanított a pataki iskolában és akinek professzorsága alatt a physikai museum nagy fejlődésnek indult.

1921-től Tangl Károly a Budapesti Tudományegyetemen követte Eötvös Lorándot a Kísérleti Fizika Tanszéken. A fizika azon területeivel foglalkozott, amelyekkel imént említett példaképe is. Ott volt Eötvös Ság-hegyi mérésénél, de Kövesligethy Radóval már a laboratóriumi mérésekben is részt vett. Több tankönyvet is írt, Kísérleti Fizika tankönyvét Eötvös Loránd előadásaira alapozva írta meg, amelyet az egyetemi hallgatók előszeretettel használtak. A Sárospataki Református Kollégium Nagykönyvtárában két tankönyve is megtalálható.

Tanári munkássága során foglalkozott a potenciálmérettel, mágnességgel, vizsgálta a folyadékok és gázok dielektromos állandóját és végül a kapilláris jelenségek keltették fel érdeklődését. Nagy tanáregyniség volt, számos kiemelkedő magyar fizikust, kutatót indított el pályáján. Elég, ha a nemzetközileg kiemelkedő Békésy Györgyre gondolunk, aki fizikusként 1961-ben orvosi Nobel-díjat kapott a fül csigájában létrejövő ingerület fizikai mechanizmusainak felfedezéséért.

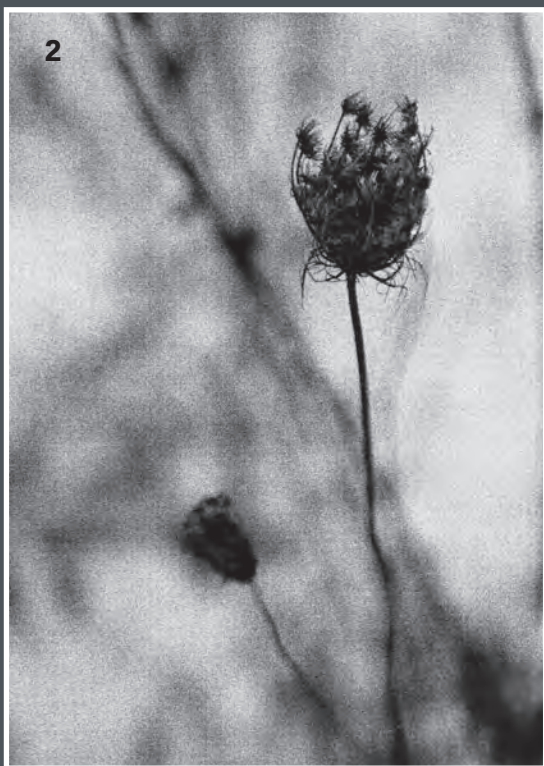
1920-tól a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, és 1935-től egészen haláláig a Matematikai és Természettudományi Osztály elnöke. Saját kutatási eredményeinél fontosabb kiemelni közéleti szervező tevékenységét és a tehetségek támogatását. Jelentős szerepe volt többek között Bay Zoltán Szegedi Egyetemre való kinevezésében is. 1940. január 10-én, több hónapos betegség után hunyt el. Ravatalánál Rybár István tartott gyászbeszédet, aki Tangl Károly halála után megörökölte a tanszék vezetését.

BIGUS IMRE



ét GALÉRIA

ÉLET ÉS TUDOMÁNY KÉPEK BEN



Fekete-fehér kontrasztok között a szürke árnyalatai, valamikor így fényképeztünk. Nem is tudtunk más-ként laborálni (az elsötétített fürdőszobában), amatőröknek túl bonyolult volt a színek előállítás. A művészek sem szerették a gyakran tökéletlen koloritot. Aztán meg-lódult a digitális technika, és a legújabb nemzedékek azt sem tudják már, hogyan is volt az a valamikori előhívás...

A múlt héten jártam egy kiállításon a BMK Galériá-ban (megtapsolni díjátvevő ismerősömet), és meglepett, a falakon függő képek csaknem fele fekete-fehér volt. Valójában kezdetben nem is vettem észre, annyira jók voltak, csak akkor tudatosult, mikor az anyagot elemző Eifert János fotóművész az egyik alkotás szépségén töprengve megemlítette: érdemes lenne megpróbálni, milyen lenne, ha készítője lemondana a színekről.

Hazaérve átnéztem a leveleimet. Köztük volt egy a Google-től időnként érkező összeállítás a szokásos szö-veggel: „János! Ezekről a tartalmakról maradtál le... A fotóidból készítettük... éld át újra...” Meglepetésem-re az egyik tájképet az automata áttette színesből feke-te-fehérbe! És a javára vált! A mesterséges intelligencia tett egy eiferti javaslatot.

Ezek után kinyitottam az ét-galéria raktárában azt a dossziét, amelynek ez a címe [fekete-fehér]...

H. J.



1. Vocsey Zsuzsanna (Budapest, v.zsu13@gmail.com) –
Ködszítálásban

2. Kónya Tamás (Telekgerendás, konya.t@freemail.hu) – Régi idők fotója –
Remélem, elnyeri a tetszést ez a kissé rendhagyó módon, lejárt szavatosságú fekete-
fehér negatívra készített fénykép

3. Heimuth Kriszta (Budapest, heimuth.kriszta@gmail.com) –
Eső után a város fölött

4. Győriné Kovács Borbála (Nagykörös, gyoribori@freemail.hu) –
Ginkószoknya

5. Dr. Felszeghy Szabolcs (University of Eastern Finland, szabolcs.felszeghy@uef.fi) –
Európai századok – Leidenben

6. Ifj. Kóta Róbert (Érsekújvár, rbert.kta05@gmail.com) – Magyar századok –
A Gerecsében



SZERTEÁGAZÓ MIKROGLIÁK

A mikroglia az idegrendszer egyik sejtípusa, amiről a felfedezése óta eltelt 100 évben egyre többet tudtunk meg, például, hogy az idegrendszer védelmében központi szerepet játszik, vagy, hogy a neurodegeneratív betegségek elfajulásához is hozzájárulhat. Érdekes módon egészen idáig nem sok olyan kutatás született, ami a mikroglia tevékenységét éber állatokban vizsgálta volna, ezért mondhatjuk, hogy hiánypótló az a két munka, amik 2019 őszén jelentek meg, és kapcsolatot találtak a mikroglia működése és az ébrenlét létrehozásában központi szerepet ellátó noradrenerg sejtcsoport, a locus coeruleus aktivitása között.

A mikroglia a központi idegrendszer egyik jellegzetes sejtípusa. Létezését 1919-ben fedezte fel Pío del Río-Hortega. Ekkor már elfogadott gondolat volt, hogy az idegrendszer, mint a szervezet összes szövete, sejtekből épül fel, és számos eltérő formájú idegsejtet leírtak a kutatók, sőt a gliasejtek (az idegsejteken kívüli idegszövetben található sejtek) több típusa is ismert volt, az asztrociták például Lenhossék Mihály jóvoltából. Pío del Río-Hortega egy új festési eljárás kidolgozásával tudta megfigyelni a mikroglia, ráadásul a funkcióival kapcsolatban is tett néhány máig érvényes megállapítást. Hortega számtalan metszetet készített, így volt szerencséje megfigyelni, hogy a mikroglia a test számos más pontján megjelenő falósejtekhez hasonlóan képesek a sejtörmék bekebelezésére. Az embrionális agyból készített metszetein arra is felfigyelt, hogy a mikroglia az idegrendszer fejlődése során az idegsejtek dendritfáját is megmetszegetik, vagy akár idegsejteket is felfalnak. Végül azt is helyesen ismerte fel, hogy különféle kóros állapotokban a mikroglia proliferációja fokozódik, vagyis többet lehet köztük osztódás közben megfigyelni, illetve átlagos méretük is megnövekszik.

A későbbiekben az is kiderült, hogy a mikroglia alapvető szerepe van a központi idegrendszerben jelentkező gyulladás kialakításában, mivel számos



*A mikroglia első ábrázolásai 1919-ből,
Pío del Río-Hortegától
(FORRÁS: RÍO-HORTEGA, 1919)*

jelzőmolekulát szabadítanak fel, amik egyrészt a vérben keringő immunsejteket csalogatják a helyszínre, másrészt a vér-agy gátat alkotó elemek áteresztőképességének befolyásolása révén utat is engednek ezeknek. Számtalan eredmény támasztja alá azt is, hogy az idegrendszer fejlődése során sem csak a főleg neurális elemek eltávolításában jutnak szerephez a mikroglia, hanem szinte minden fejlődési folyamatra hatással vannak, az idegsejtek és a kapillarisok keletkezésétől, az idegsejtek nyúlványainak szigeteléséig. Kétségtelen, hogy a mikroglia az elmúlt száz

évben rengeteg új információ látott napvilágot, azonban a vizsgálatoknak van egy jellegzetes limitációja: legnagyobb részük mesterségesen altatott állatokban mérte fel a mikroglia tevékenységét. Ezt sokáig nem tartották különösebben jelentősnek a szakemberek, viszont újabban egyre több eredmény mutat arra, hogy a neurális aktivitás mértéke alapvető hatással van a mikrogliaakra.

Éber állatok

2019 őszén két kutatás eredményeit is közzétették, melyek kifejezetten az ébrenlétre jellemző fokozott neurális aktivitás mikrogliaakra gyakorolt hatását igyekeztek feltárni. Először mindkét kutatócsoport megvizsgálta, hogy milyen különbségek jelenhetnek meg az éber és altatott állatok mikrogliai között. A kutatók ehhez olyan génmódosított egereket használtak, melyek mikrogliai zöld fluoreszcens fehérjét fejeztek ki (már 2000 óta ismert, hogy a CX3CR1 nevű gén kifejeződése egyedül a mikrogliaiban számottevő az idegrendszerben, így ehhez kötötték a fluoreszcens fehérje génjét).

Mindkét kutatócsoport azt tapasztalta, hogy az altatók (a belelegezhető izoflurán, illetve a véráramba juttatott fentanil koktél, ami az utóbbi időben hírhedtté vált, névadó szintetikus ópoid mellett dexmedetomidint és midazolámot, vagyis két másik erős altató hatású szert is tartalmaz) beadását

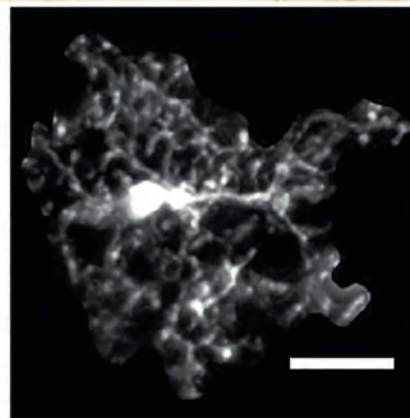
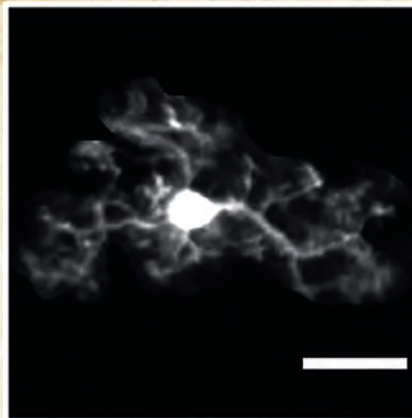


követően a mikroglia nyúlványai több elágazást képeztek és nagyobb területre terjedtek ki, mint a még éber állatban. Az egyik tanulmány szerint emellett a mikroglia és a neuronok nyúlványrendszere, a dendritfa közötti közvetlen kapcsolat, mind térbeli, mind időbeli kiterjedésében megnövekszik altatásban. A kutatók figyelmét az sem kerülte el, hogy a mikroglia morfológiai változásainak hátterében ezek alapján még a fej befo-gása is állhat, vagyis elképzelhető, hogy az ébrenléti eredményeket a stressz hatása okozta. A kutatók ezért olyan állatokban is megvizsgálták az altatás mikrogliaakra gyakorolt hatását, amelyeket előtte kifejezetten stresszkeltés céljából immobilizáltak. Az eredmények ebben az esetben is támogatták az elképzelést, miszerint a mikroglia az állat éberségének függvényében változtatják tevékenységük intenzitását.

A mikroglia feladatai közé tartozik, hogy a szöveti sérülések helyére érkezve megkezdjék az immunrendszer mozgósítását, illetve maguk is részt vegyenek az elpusztult sejtek,

Az eredmények szerint az éber állapotban (balra) a mikroglia nyúlványrendszere kevésbé kiterjedt, és válaszkészségük is csökken a locus coeruleusból érkező nyúlványokból felszabaduló noradrenalin hatására, míg az altatott állatokban (jobbra) a noradrenalin mennyiségének lecsökkenése fokozza a mikroglia aktivitását. Az ábrákon zöld a mikroglia, narancssárga az idegsejtek, szürkék a locus coeruleusból érkező nyúlványok, lila a noradrenalin és türkizkék a noradrenalin mikrogliaon kifejeződő receptora

(FORRÁS: MERCAN ÉS HENEC, 2019 – NATURE NEUROSCIENCE)



Ugyanaz a mikroglia éber (balra) és altatott (jobbra) egérből. A méretarány 20 µm.

(FORRÁS: STOWELL ÉS MTSAL, 2019 – NATURE NEUROSCIENCE)

illetve akár a kórokozók eltakarításában. Az egyik kísérlet ezt a funkciót volt hivatott felmérni a különböző éberségi állapotokban, méghozzá úgy, hogy az altatott és éber egerek agykérgét nagy teljesítményű lézerrel károsították, majd a kutatók megfigyelték, hogy a sértést követő 1 órában hogyan változik meg a sérülések közelében tanyázó mikroglia nyúlványainak irányultsága. Azt tapasztalták, hogy az altatott állatokban markánsabban tendáltak a sértések irányába a mikroglia nyúlványai.

A fentanil koktéllal kapcsolatban jogos kritikaként merülhet fel, hogy maga a fentanil nem csak altató, hanem fájdalomcsillapító hatású is (mások közt ez a tulajdonsága is hozzájárult ahhoz, hogy az Egyesült Államokban tomboló ópíatjárványban az egyik főgonosz az avanszájon), így elképzelhető, hogy e mechanizmus révén hat a mikroglia is. A kutatók ezért megvizsgálták, hogy milyen hatása van a mikroglia a dexmedetomidinnek önmagában, ennek a vegyületnek ugyanis csak altató hatása van, amit ráadásul ismert módon, a locus coeruleus aktivitásának lecsökkentése révén ér el. A dexmedetomidin beadása is elegendő volt ahhoz, hogy a mikroglia nyúlványrendszere kiterjedjen.

A háttérben a noradrenalin

A természetes alvás és az altatás során is jellemző, hogy az úgynevezett agytörzsi ébresztő rendszer tagjainak aktivitása lecsökken, hiszen ez a rendszer, mely magába foglalja a locus coeruleusnak

nevezett noradrenerg sejtsoportot is, felelős az éberség létrehozásáért. Mivel a dexmedetomidin kifejezetten erre a sejtsoportra hat, a kutatók úgy gondolták, hogy talán a locus coeruleusból felszabaduló noradrenalin mennyiségének lecsökkenése okozza a mikroglia morfológiájának megváltozását. Ezt mindkét kutatócsoport számos különböző megközelítéssel támasztotta alá: a locus coeruleus irtása, mesterséges aktiválása, noradrenalin beadása, a mikrogliaon megjelenő noradrenalin receptorok aktiválása, blokkolása, mind arra mutatott, hogy valóban a noradrenalin miatt húzódik vissza ébrenlét során a mikroglia nyúlványrendszere.

A vizsgálatok alapján elmondható, hogy a mikroglia aktivitása lecsökken ébrenlét alatt, a locus coeruleusból felszabaduló noradrenalin hatására. Az eredmények nem csak azért fontosak, mert a mikroglia végül éber állatokban is sikerült alaposan szemügyre venni a kutatóknak, hanem főleg azért, mert az olyan neurodegeneratív betegségekben, mint az Alzheimer-vagy a Parkinson-kór, jellemző a locus coeruleus sejtjeinek pusztulása is, ami az új eredmények alapján a mikroglia szabadjárás eresztése révén fokozhatja a további sejtpusztulást. Így tehát az új eredmények tükrében elképzelhető, hogy a noradrenalin pótlása révén hátráltatni lehetne a mikroglia tevékenységét, ami egyébként számos korábbi vizsgálat eredménye szerint kifejezetten káros ezeknél a betegségekben.

REICHARDT RICHÁRD



Fejtörő rovatunk feladványai Olvasóink általános feladatmegoldó képességét teszik próbára. A kérdések tetszőleges sorrendben oldhatók meg, nem épülnek egymásra, mindegyik más és más készség fejlesztésére vagy tesztelésére alkalmas. Jó töprengést, briliáns ötleteket, eredményes gondolkodást kívánunk!

1. fejtörő – Feleki Zoltán feladványa

Állítsa sorrendbe a felsorolt szavakat, betűcsoportokat, köztük az üres mezőt is!



2. fejtörő – Sárdi Tibor feladványa

Írja az 1-7 számjegyeket a játéktábla üres celláiba úgy, hogy az egyes számjegyek a játéktábla minden sorában és oszlopában egyszer szerepeljenek! A játéktáblát egy vagy két cellából álló, vastag vonallal határolt egységek alkotják. Két cella esetén az egyik cellába páros, a másik cellába páratlan szám kerül. Egy cella esetén a beírandó szám páratlan.

2	3		7			5
7		3				
	7					
3			1			6
					4	
				7		2
6			3		7	1

Az előző számunkban megjelent fejtörők megoldásai

1. fejtörő – Károlyi Zsuzsa feladványa

Megoldás: **B**

(A C láda felirata a hamis.)

2. fejtörő – Sárdi Tibor feladványa

Megoldás:

	42				32	
	41	37	35	33	31	
	38	40	36	34	30	
	39		18		29	
	14	16	17	19	28	
12	13		15		20	27 25
11	10	9	8	21	22	23 24 26
			7	4	1	
	6	5		3	2	

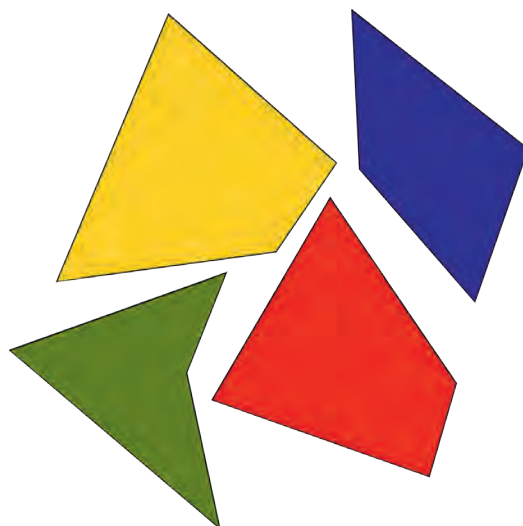
3. fejtörő – Mikó Laura Hanna feladványa

Megoldás: **a**

(A bal oldali négyzetrács egybefüggő színes területei a jobb oldali tükrözve jelennek meg, az alábbi módon változtatva színüket: a piros alakzatból sárga, a sárgából zöld, a zöldből kék, a kékéből pedig piros lesz.)

3. fejtörő – Károlyi Zsuzsa feladványa

A síkidomok közül 3 pontosan egy háromszöggé illeszthető össze. Melyik marad ki?

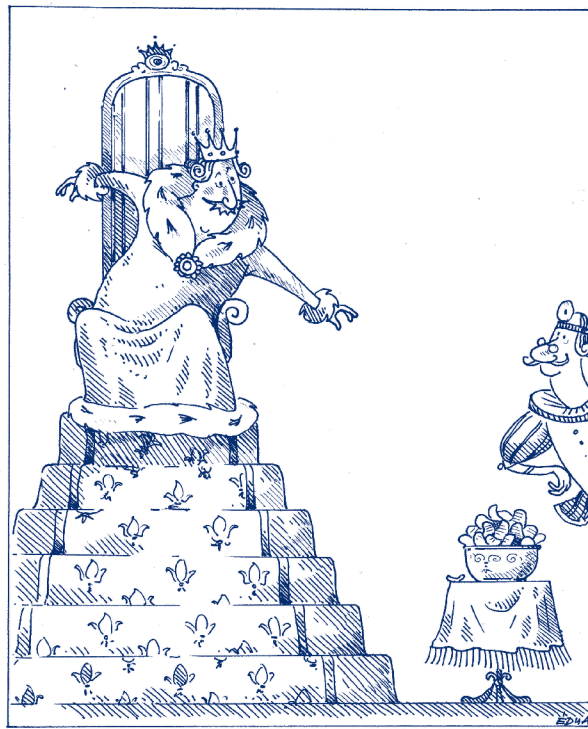


Nassolásvédelem

Egyre többen eszünk túl sokat – a világ számos országában jelent komoly gondot, hogy a lakosság mind nagyobb része túlsúlyos. A főlöleges kalóriák elfogyasztásáért nem egyszerűen a szervezet „hibás beállítása” a felelős, nem pusztán arról van szó, hogy még akkor is éhesek vagyunk, amikor már rég bevittük a szükséges energiamennyiséget. Sokat számítanak a külső körülmények is, ugyanis azt, hogy egy étkezés alkalmával mennyit ettünk, és ezután mennyi táplálékbevitelre van még szükségünk, nemcsak szervezetünk jelzései alapján próbáljuk megbecsülni, hanem az étkezés körülményeiből is vonunk le következtetéseket. Az, hogy miről is van szó pontosan, mindjárt érthetőbbé válik, ha áttekintjük egy 2007-ben végzett, szellemes kísérlet eredményeit.

Patricia Pliner és Dragana Zec a kísérletükben részt vevő személyeket két részre osztotta. Mindkét csoport tagjai ugyanolyan fajta és azonos mennyiségű ételt – például levest és pulykahúsos szendvicset – kaptak, csak hogy eltérő körülmények között. Az egyik csoportnak terített asztalnál, tányérokban szolgálták fel az ennivalót, amit a résztvevők evőeszközökkel fogyasztottak el. A másik csoport tagjai ellenben ugyanezeket az ételeket 29 apró adagra osztva, papírpoharakban és eldobható tányérokban kapták meg, miközben egy konyhapultnál álltak. Az ételek elfogyasztása után húsz perc szünet, majd újabb étkezés következett, melynek során mindenki annyi tésztát vehetett ki magának egy tálból, amennyit csak akart. A kutatók megmérték az elfogyasztott mennyiséget és megállapították, hogy *akik korábban asztalnál, ebédszerű körülmények között étkeztek, sokkal kevesebbet vettek a tésztából, mint akik kevéssel azelőtt nassként ették ugyanazt.* Vagyis aki elkönyvelte magában, hogy egyszer már ebédelt, jóval kevésbé érezte szükségét, hogy újból jelentős mennyiséget fogyasszon, ellentétben azokkal a személyekkel, akik úgy gondolták, hogy még nem ettek rendesen, hiszen korábban „csak nassoltak egy kicsit”.

Erre az eredményre alapozva Nicola Brewer, a University of South Australia harmadéves pszichológushallgatója, ha nem is kísérletről, de érdekes megfigyelésről számolt be az *Eat Sleep Work Journal* című lapban. Esettanulmányában azt foglalta össze, hogyan próbálták csökkenteni egy súlyproblémával küzdő 43 éves családanya napi nassolás mennyiségét. Először is a hölgy egy héten át naplót vezetett arról, mikor, mit és mennyit evett, milyen körülmények között. Ezzel felmérték, milyenek a meglévő szokásai, majd bevezettek néhány egyszerű szabályt, melyek egy hétig voltak érvényben. Az ételfogyasztást ez idő alatt is pontosan feljegyezték. A szabályok közül az egyik az volt, hogy enni csak ülve, az ebédlőasztalnál, tányérból szabad. A másik pedig az,



Táv-irányítás (SZÜCS ÉDUA RAJZA)

hogy evés közben minden figyelemelterelő tevékenység – például a tévénézés – tilos. Ismert tény ugyanis, hogy ha az ember nem figyel oda az evésre, hajlamos többet fogyasztani a kelletnél. Ezenfelül újdonság volt az is, hogy ebéd után mindig egy meghatározott mennyiségű édes finomság állt az alany rendelkezésére, amit „legálisan” elfogyaszthatott, hogy ezzel is csökkenjen a vágya a nassolás iránt.

Figyelemre méltó, hogy csupán azt szabályozták, a hölgy milyen körülmények között egyen, azt nem, hogy mennyit, mégis jelentősen csökkent a nassolás mértéke: a kezdeti szint átlagosan napi 2,9 adag nasi volt, ami az új szabályok hatására 1,4-re csökkent. Ebből természetesen még nem lehet általános érvényű következtetéseket levonni, de annyira azért valószínűnek tűnik, hogy ha az étkezéseket valóban étkezésként kezeljük és nem hagyjuk, hogy a nassolás észrevétlen, jelentéktelen apróságnak álcázza magát mindennapjainkban, akkor máris tettünk valamit az egészségesebb táplálkozásért. A lopakodó kalóriák ugyanis nasik formájában nagyon könnyen utat találnak szervezetünkbe, ám megszabadulni tőlük, amint azt szinte mindenki tapasztalta már, annál nehezebb.

MANNHARDT ANDRÁS

ÉLET és TUDOMÁNY

Megrendelhető a Magyar Posta Zrt. Hírlap Igazgatóságánál

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Postacím: 1900 Budapest Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, www.posta.hu webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a hirlapelofizetes@posta.hu címen, telefonon a 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen.

Előfizetési ár 2019-re belföldre: 1/4 évre 4755 Ft, 1/2 évre 9510 Ft, 1 évre 18240 Ft

Az ázsiai csendes-óceáni térség tisztaenergia-projektje

A tiszta hidrogén Ausztráliában történő biztonságos és hatékony előállítását, valamint a hidrogén Japánba történő szállítását célul kitűző HESC-projekt világszerte az első kezdeményezések közé tartozik, melynek keretében kereskedelmi technológiát kívánnak kidolgozni a hidrogén cseppfolyósításához és szállításához. A projekt keretében a barnaszén-gázosítást, a hidrogéngáz cseppfolyósítását, tárolását, valamint a cseppfolyós gáz olyan speciális tartályhajóba való töltését kívánják vizsgálni, amely azt az ázsiai csendes-óceáni térségben szállítaná.

A mérőföldkönek tekinthető HESC kísérleti projekt országos szinten mintegy 2 milliárd ausztrál dollárnak megfelelő exportlehetőséget ígér, mellyel Ausztrália globális vezető szerepre tehet szert a hidrogén előállítás terén.



Az ausztrál kormány úgy véli, hogy a kísérleti projekt döntő lépés azon az úton, amelyen Ausztrália nemzetközileg is meghatározó tényezővé válik a hidrogéntermelésben. A projekt létesítményeinek építése 2019-ben kezdődött Port of Hastingsben. A program kísérleti szakasza 2020-tól megközelítően egy évig működik majd. A projektet

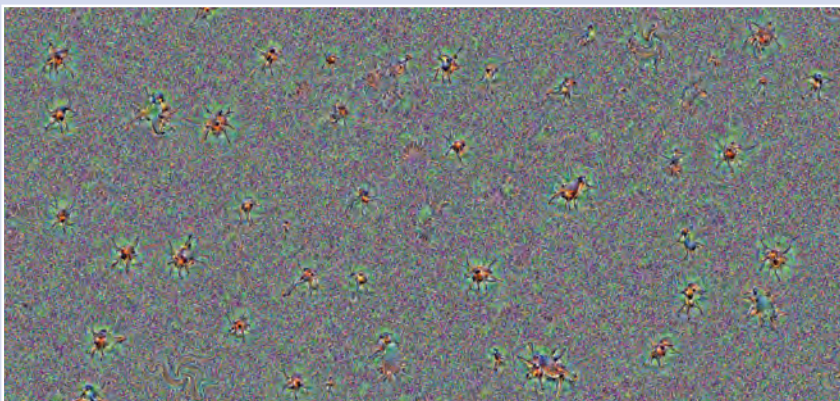
kivitelező innovációs cég, az ABB Ausztráliából és Japánból is kapott megrendeléseket: villamosítási és műszerezési termékek szállítására nyert megbízást Ausztráliában, illetve automatizálási termékekre szóló megbízást nyert Japánban.

„Ez a világ első olyan kísérleti projektje, melynek keretében a káros anyagok kibocsátásának csökkentése mellett,

A fehér zaj fejleszti a hallást

Nem minden zaj egyforma, sőt, még a csendes környezet és a fehér zaj hatása is eltérő. A *Baseli Egyetem* munkatársai új kutatásukban, melyről a *Cell Reports* folyóiratban számoltak be, felismerték, hogy a folyamatos fehér zaj háttérzajként való használata mellett a tiszta hangok hallása pontosabbá válik. A kutatás eredménye a cochleáris implantátumok fejlesztését is befolyásolja majd.

Annak ellenére, hogy a hallás az emberek közötti érintkezésben fontos, még mindig nagyon kevésbé értettük meg azt, hogyan is érzékeli az ember az akusztikus jeleket és hogyan dolgozza fel annak érdekében, hogy értelmet társítson hozzá. Egy dolog azonban tiszta: minél pontosabban tudjuk a hangzási mintákat megkülönböztetni, annál jobb a hallásunk. De hogyan irányítja az agy azt, hogy megkülönböztessük a lényegi és kevésbé fontos információt? – Főképp olyan környezetben, ahol háttérzaj is hallható.



A kutatócsoport, Prof. Dr. Tania Rinaldi Barkat vezetésével azt vizsgálta, hogy kihívást jelentő zajos környezetben a hangok érzékelésének és megkülönböztetésének milyen idegi alapja tárható fel. Figyelmi középpontjában a hallókéreg állt. A hallókéreg az agy azon része, mely az akusztikus ingereket dolgozza fel. A kísérletben egéragyból származó mérések alapján állították össze a végső aktivitási mintákat.

Mint köztudott, annál nehezebb a hangokat megkülönböztetni, minél közelebb állnak egymáshoz a frekvenciaspektrumon. A kutatók először azt

feltételezték, hogyha még több zajt adnak a környezethez, a hallási feladat egyre nehezebbé válik. Meglepetésükre bizonyos esetben épp az ellenkezőjét figyelték meg. Az agy azon képessége, hogy megkülönböztesse a hang árnyalatnyi különbségeit, fejlődött, amikor a háttérzajhoz fehér zajt adtak hozzá. Összehasonlítva egy csendes környezettel, a fehér zaj megkönnyítette a hallással való érzékelést.

Az adatok, melyeket a kutatócsoport gyűjtött, megmutatták, hogy a fehér zaj jelentősen csökkentette a hallókéregben található idegsejtek

kereskedelmi technológiát dolgoznak ki a tiszta hidrogén Ausztráliában történő cseppfolyósítására, majd Japánba történő szállítására” – nyilatkozta Peter Terwiesch, az ABB Ipari Automatizálás divíziójának vezetője.

Japánban, Kobe városában cseppfolyós hidrogén fogadására alkalmas terminál épült. Az előrejelzések szerint a hidrogén a világ energiaigényének akár egyötödét is fedezheti majd. A szénből, olajból és gázból is viszonylag kevés saját forrással rendelkező, de a világ ötödik legnagyobb energiafogyasztójának számító Japán azzal számol, hogy a jövőben a szállítás és az energiatermelés igényeinek fedezésében komoly szerepet játszik majd a hidrogén. A cseppfolyósítási technológia nagyban hozzájárul ahhoz, hogy a hidrogént térfogatának 1/800-ad részére lehessen sűríteni, ami lehetővé teszi nagy távolságokra történő, hatékony szállítását. A szakemberek úgy vélik, hogy üzemanyagként történő hosszú távú felhasználása lehetséges megoldást kínál az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére is.

MÉSZÁROS ILONA

aktivitását. Paradox módon az idegi ingereltség ilyen irányú csökkentése ahhoz vezetett, hogy a tiszta hangok érzékelése pontosabbá vált. „Az idegsejtek csoportjai között kevesebb átfedés alakult ki, amikor két különböző hang jelent meg. Ennek eredményeképpen az idegsejt aktivitása általában véve csökkent, és azt eredményezte, hogy a hangok jobban elkülönültek az agyban” – magyarázta Prof. Tania Barkat. Annak érdekében, hogy bebizonyítsák, hogy a hallókéreg, és nem az agy egy másik területe volt felelős a hangok érzékelésének változásáért, a kutatók fényvezérelt optogenetikai technikát használtak.

A kutatás eredményeit olyan helyzetekben használják majd, melyekben a hangokat nehéz megkülönböztetni, és ezért a hallás érzékelésének fejlesztésére van szükség. Barkat elképzelése szerint a cochleáris implantátumok is stimulálhatóak lesznek olyan hatással, mely hasonló a fehér zajhoz, így fejleszthető lesz a frekvenciafelbontás, ennek következtében pedig a felhasználók jobban hallhatnak.

(University of Basel)

Úttörő kutyák

Akutyák – háziasításukat követően – őrző-védő szerepükön kívül nagyban segítették az emberi terjeszkedést a Föld különböző vidékein, különösen a sarkok körüli területek esetében. Munkájukat vadászat és teherhúzás útján is igénybe vették, inszegebb időkben pedig bundájukkal és húsupukkal járultak hozzá a hódításokhoz.

Az eddig előkerült leletek arra utalnak, hogy a magasabb északi szélességek meghódítása Ázsia északi részén 12 000 éve megtörtént,

Morfológiai vizsgálatok során 391 állat koponyáját vetették össze. Az eredmények azt mutatják, hogy az eszkimókkal érkező kutyák teste nagyobb, míg koponyájuk keskenyebb volt az „öslakos” kutyákénál, 628 maradvány esetében pedig lehetőség nyílt genetikai anyag kinyerésére és elemzésére is. Ennek során azt lehetett megállapítani, hogy Észak-Amerika kutyáállományának genetikai sokfélesége az eszkimó népek terjeszkedését megelőzően szinte jelentéktelen volt, azonban az érkezést követő időkből származó minták jelentősen eltérő kutyáállományokra



Kanadai eszkimó kutya, melynek ősei az inuitokkal együtt érkeztek az amerikai kontinensre

és már ekkor kutyák segítették az emberi terjeszkedést. Tudható az is, hogy 10 000 éve az amerikai kontinens sarkvidéki részén már biztosan éltek embercsoportok. Az ide hullámokban érkező emberek egymástól genetikailag egyértelműen elkülöníthetők, és a magukkal hozott kutyák génállománya is minden valószínűség szerint egyedi lehetett. Az igazán nagy változást az eszkimó népek 2000 éve kezdődött felemelkedése és kelet felé vándorlása jelentette Alaszkán át egészen Grönlandig.

A kutyák genetikai történetének feltárása érdekében több ország kutatói fogtak össze. A *Proceedings of the Royal Society B* lapban megjelent új tanulmányban a nemzetközi csoport kutatói morfológiai és genetikai vizsgálatok révén kívánták tisztázni az észak-amerikai sarkkör környezetében ma megtalálható kutyák eredetét.

utalnak. Ebből, illetve a morfológiai vizsgálatokból együttesen azt állapították meg, hogy az eszkimó területhódítás során Szibériából magukkal hozott kutyák segítették őket, annyira sikeres módon, hogy az új kutyacsoportok genetikai tulajdonságai váltak dominánssá az észak-amerikai sarkvidék kutyái között. Ezen a genetikai képen némileg árnyalt az európaiak megjelenése a földrészen, azonban túlzás nélkül állítható, hogy a jelenlegi sarkvidéki szánhúzó kutyák egyértelműen az eszkimó betelepülőket kísérő négy lábúak leszármazottai.

A jelenkori szánhúzó kutyák még manapság is a mindennapi élet résztvevői és segítői, számuk mégis csökkenő tendenciát mutat. Ennek oka főként a kutyákat érintő betegségek ismétlődő felbukkanása (parvovírus, szopornyica), a változó éghajlat, illetve a hómobilok egyre szélesebb körben való elterjedése.

DÁVID TIBOR

Külön asztalról esznek – a halhibridek nem a szülők vetélytársai

Evolúciós szempontból nézve új fajok keletkezéséhez olyan folyamatok vezetnek, amelyek rövidebb-hosszabb időn belül valamilyen mechanizmus révén ritkítják, akadályozzák a „kiindulási” és „új” populáció egyedeinek további közös szaporodását. Sokféle tényező szerepet játszhat ebben, például földrajzi izoláció, amely a kezdetben csekély egyedek közötti eltéréseket a további keveredés gátlásával felerősítheti.

A biológusokat régóta foglalkoztatja, hogy egyes afrikai tavakban hogyan jöhetett létre mindössze néhány kiindulási formából bennszülött sügérfajok serege, amikor ezeken az élőhelyeken nem volt lehetőség jelentősen eltérő élőhelyeken történő izolációra, és a viselkedési változatosság is viszonylag korlátozott maradt. Habár mutációk révén új és új változatok folyamatosan megjelenhetnek, ha ezek nem tudnak elkülönülni reprodukciós izolációval, viszonylag gyorsan az alapsokeaságtól, akkor nehezen képzelhető el, hogyan tudnának előbb-utóbb új fajú alakulni.



Svájci kutatók érdekes irányból közelítették meg a sügerek körében elképzelhető fajkeletkezés mikéntjét. Elméletük szerint olyan esetekben, amikor immár ökológiailag elkülönült fajok még mindig képesek a hibridizációra, maguk a hibridek is szolgálhatnak egy-egy új faj kiindulási populációjául. Ehhez azonban szükséges, hogy a hibrid olyan tulajdonsággal bírjon, ami, legalábbis bizonyos helyzetekben előnyt jelent a kiindulási (szülői) fajokkal szemben. Esetünkben a kutatók azt tesztelték

a Viktória-tóból származó sügérfajokkal (*Pundamilia*, *Haplochromis*), hogy vajon a hibridek és a szülőfajok táplálkozása hasonló, avagy eltérő lesz-e. Ha ugyanis a hibrid egy, a szülőfajok által kevésbé hasznosított élelemforrás fogyasztására lenne képes, ez elősegíthetné fennmaradását és izolálódását.

A vizsgálathoz három olyan sügérfajt választottak a Viktória-tóból, amelyek jellemzően másféle táplálkon élnek. Ezek között volt egy főleg algabevonattal, egy zooplanktonnal (*Cyclops*) és egy bolharákkal táplálkozó. Létrehoztak kétféle F1 hibrid halat, ahol az egyik szülő mindkét esetben a *Pundamilia nyererei* nevű, akvaristák körében is jól ismert faj volt. A teszt során azt vizsgálták, hogy a hibrid milyen sikerességgel fogyasztja a szülők által kedvelt eledelt, illetve melyik hal fog eredményesebben fogyasztani egy teljesen újfajta táplálékot: a szülők, avagy a hibridjük.

Az eredmények szerint a hibrid halak sikertelenebbek voltak, ha bármelyik szülőfaj tipikus eleségének elfogyasztása volt a feladat. Viszont a szülők számára ismeretlen táplálékot – a hibridek nagyobb arányban ettek. Vagyis ez a kísérlet igazolta az elméletet, miszerint a hibridizáció úgynevezett „funkcionális újdonsághoz” vezethet a kiindulási fajokhoz képest, ami ez esetben újfajta táplálkozási lehetőségek kiaknázásával hozhatná nyerő helyzetbe a hibridet.

PONGRÁCZ PÉTER



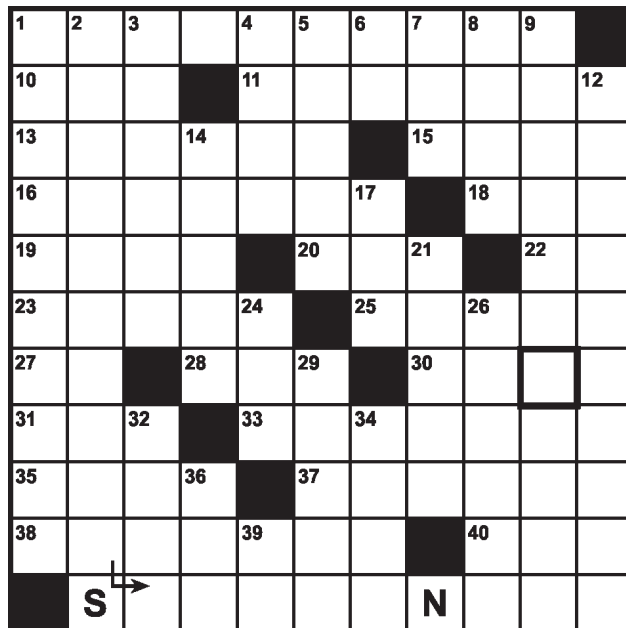
KERESZTREJTVÉNY

Az év kétélűje megtisztelő címet 2019-ben a foltos szalamandra kapta. A farkos kétélűek közé tartozik, s elevenesülők faj: egy nőstény tavasszal akár 40-60 viszonylag kifejlett lárvát is világra hozhat, s azok szervezete öszre alakul át teljesen a szárazföldhöz kötött életmódra. Hazánkban az Északi-középhegység, illetve Sopron és Kőszeg környékének hűvös, nyirkos erdeiben fordul elő. Jó fejtést kívánunk!

Minden rejtvényünkben találnak egy-egy bekeretezett négyzetet. A 46. heti számunkban elkezdődő 12 hetes rejtvényciklusunk végére a négyzetek betűi – helyes sorrendbe rakva – egy 244 éve született matematikusunk nevét adják ki. A név megfejtői között az Élet és Tudomány negyedéves előfizetését sorsoljuk ki.

VÍZSZINTES: 1. Tallinn a fővárosa. 10. Dunántúli megye. 11. Rádiólokátorral felszerelt. 13. Szerkesztőségi mindenek. 15. De még mennyire! 16. A Gyöngyösi-sík egyik településén lakik. 18. Dandár (katonai), rövid. 19. Nyilával osztogat szerelmet! 20. Alpesi legelő. 22. A végén kullog! 23. ... futása; Vörösmarty Mihály eposza. 25. Málé. 27. Anyja neve, rövid. 28. Szíria autó- és sportjele. 30. Shakespeare-hős király. 31. Nálunk betiltott rovarpor. 33. Tűzvédelmi készülék. 35. Hegycsúcs. 37. Az ógörög köznépi. 38. Boros Lajos fiatalokról szóló kötete (1983). 40. ... Angeles; olimpiai város az USA-ban.

FÜGGŐLEGES: 1. Hosszú időszakot felölelő. 2. A foltos szalamandra latin neve. 3. Tűszért pénzt követel. 4. Tengeri kikötőváros Algériában. 5. Határtelepülésünk Mosonmagyaróvár és Pozsony között. 6. A Séd partjai! 7. Zanzibar, rövid. 8. Özönlik. 9. Következtetésre vezető vélemények egymásutánja. 12. Jókai



Mór e kisregényét György István és Zsurzs Éva is filmre vitte. 14. Kődös. 17. A Saale bal oldali mellékfolyója Németországban. 21. Táblajáték. 24. Nyugati hosszúság, rövid. 26. Tilalmat megszüntet. 29. Vajdaság, illetve annak székhelye Lengyelország középső részén. 32. Áll alatti zsírpárna. 34. Brekegő kétélű. 36. Egyes állatok has alatti prémje. 39. A lantán vegyjele.

Múlt heti rejtvényünk megfejtése (az eurázsiai hiúz tudományos neve): **Lynx lynx**.

KARÁCSONYI SZÁMUNKBÓL

Bandárok

A vízfelszín a téli hónapokban nem árul el sokat a halak jelenlétéről, a zajos balinrablásoktól és pontyugrásoktól hangos nyári napok távolinak tűnnek. Ám néhány méter mélyen, az aljzathoz közel, a néhai hajóbontó betontörmeléke és elmerült fémszerkezetek között nem állt meg az élet.

Papírszörnyek a világ peremén

A világtengerek mélyén élő szörnyűséges élőlények tűnnek fel leggyakrabban a régi térképeken. A térképészek a bestiák alakjában nemcsak létezőnek gondolt élőlényeket ábrázoltak, hanem valódi ismereteket is közvetítettek, miközben a keresztény szimbolikán keresztül vallási tartalmakra is utaltak.

Ütős alkotás

Ifjabb Szlávics László kíváncsi volt, mennyi az idő. Szívesen pillantott volna faliórájára, hogy megtudja, csak hogy nem rendelkezett ilyen időmérő eszközzel. Eldöntötte hát, hogy épít egyet. Azóta a műtermet, a lakást, a padlást, a kamrárt ellepték az órákból keletkezett műalkotások, melyek ketyegnek, zizegnek, ütnek, bonganak.



PRÓBÁLJA KI!

Az első hazai fejlesztésű számítógépes nyelvvizsga

AZ ÚJ NEMZEDÉKNEK!



Következő vizsgaidőpont:

2020. január 25.

Jelentkezési határidő: 2020. január 9.

**PRÓBÁLJA KI
LEGÚJABB
NYELVVIZSGÁNKAT!**

- Államilag elismert
- Számítógépes nyelvvizsga
- 7. munkanapon eredményt ad

ixam.hu info@ixam.hu +361 483 2543 ixamnyelvvizsga



Képes album

Ferencváros olyan rejtett szépségei, érdekességei kerülnek bemutatásra a **Rejtett Ferencváros – Válogatás Lugosi Lugo László fényképeiből** című kiállításon, melyek nem feltétlenül közismertek a nagyközönség számára.

A Központi Vásárcsarnok, az Iparművészeti Múzeum, az FTC stadionja, vagy éppen az Üllői úti volt Kilián laktanya helyett kis terek, sarki kávéházak, borkimérések, bontásra ítélt ipari épületek és felújított lakóházak belső világa látható a képeken. Hogy a kiállítás több legyen egy virtuális képes albumnál, olyan személy készítette a fotókat, aki új tartalommal képes megtölteni az ábrázolni kívánt világot.

Lugosi Lugo László és a városkép remekül működő párost alkotnak, ezt bizonyítja számos, eddig megjelent könyve is. Fényképeit tökéletes technikai tudás, vizuális fegyelem és a lényegre fókuszáló, elbeszélő stílus jellemzi. Épületeket, városképeket az 1980-as évek közepe óta készít, figyelmét többnyire az elmúlás folyamata ragadja meg. Fotóin remekül tükröződik e törekvés, de a finoman kidolgozott részletek az ábrázolt téma átfogó megjelenítésére is képesek. A tárlat **2020. február 1-ig** várja az érdeklődőket a Ferencvárosi Helytörténeti Múzeumban.



Farkas István életmű

A Magyar Nemzeti Galéria mind ez ideig példátlan gazdagságban mutatja be Farkas István életművét legújabb kiállításán.

A **Kihűlt világ** című, 170 alkotást felvonultató, átfogó tárlaton a művész munkái mellett Farkas István mestereinek és kortársainak munkáival is találkozhatnak a látogatók. A **2020. március 1-ig** látható tárlatra a Magyar Nemzeti Galéria gyűjteményén kívül öt külföldi és tizenegy hazai gyűjteményből érkeztek alkotások. A tárlatot a *Soá* című kamarakiállítás egészíti ki, amely a 75 évvel ezelőtti vészorkorok áldozatainak állít emléket.

Farkas István az első világháború utáni magyar modernizmus egyik legeredetibb alkotója. A magyar és a francia műkritika legerősebb korok egyik jelentős művészeinek tekintette, akinek látásmódja, képi világa, technikai igényessége, felkészültsége, kísérletező kedve egyedülálló volt kortársai között.

Farkas István apja, Wolfner József, a Singer és Wolfner könyvkiadó tulajdonosa a korszak legnépszerűbb lapjának, az Új Időknek a kiadója volt. Farkas ötéves korában elvesztette édesanyját, az apa pedig olyan szigorral nevelte fiát, hogy mindez életre szóló mély fájdalomakat és sérelmeket hagyott a festőben. A vagyoni gazdagság, a gondtalan polgári életet biztosító anyagi lehetőségek mellett érzelmi sivárság és az apjától való félelem határozta meg gyerekkorát. Ugyanakkor Mednyánszky László, Lyka Károly, és Herczeg Ferenc személyében olyan jó barátok és művészek vették körül, akiktől rengeteget tanulhatott.



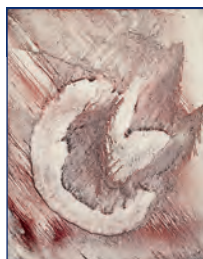
A magyarság történelme

Elit alakulat 2.0 címmel nyílt nagyszabású régészeti kiállítás Csíkszeredában, a Csíki Székely Múzeumban. A tárlaton a ma-

gyarság történelmének egyik kiemelkedően fontos időszakának leletanyaga látható, mely a miskolci Herman Ottó Múzeum 2014-es „Az év kiállítása” alapján jött létre. A mostani verzió mégsem annak a tárlatnak az egyszerű Csíkszeredába költöztetése, magában foglalja az azóta felbukkant tudományos eredményeket, és valóban a magyarországi kiállítás továbbgondolása.

Az Elit Alakulat 2.0 tulajdonképpen egy fogadótérből, a kiállítás központi terméből és egy pihenőből áll. Kvízzjátékok segítségével tesztelhetjük a kiállításon szerzett ismereteinket, terepasztal és térképek segítségével tájékozódhatunk a karosi temetők elhelyezkedéséről. A nem hagyományos elrendezést követő kiállítás lehetőséget ad a látogató számára, hogy saját logika szerint, egyéni ritmusban fedezze fel a különböző sírok leletanyagát. Arra is nagy hangsúlyt fektettek a tárlat összeállítása során, hogy mindenki kedvére „nyomozhasson”, alakíthassa ki elképzeléseit a honfoglalás korának társadalmáról.

A **2020. április 20-ig** nyitva tartó kiállításon nem pusztán tárgyakat láthatnak a látogatók, hanem kutathatnak, feltárhathatnak, felfedezhetnek, játszhatnak, miközben fiókokba kukkanthatnak bele, kérdések után nyomozhatnak és megpróbálhatják megérteni elődeink egykori világát, társadalmi összefüggéseit.



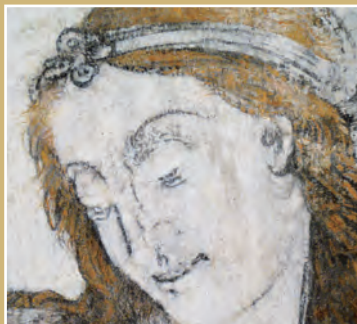
Felszabadító absztrakt

François Fiedler, azaz *Fiedler Ferenc Szőnyi István* tanítványaként kezdte festői pályáját. A világháború után telepedett le Párizsban, ahol a korszak nagyjai, Miró, Chagall és Calder ismerték fel tehetségét és egyengették útját.

Az ötvenes évektől hatalmas energiákat felszabadító absztrakt expresszionista képeket festett. A **Képpraxisok 2.** | **Francois Fiedler** című, Múcsarnokban látható retrospektív tárlaton nagyrészt Budapesten még nem látott művei szerepelnek.

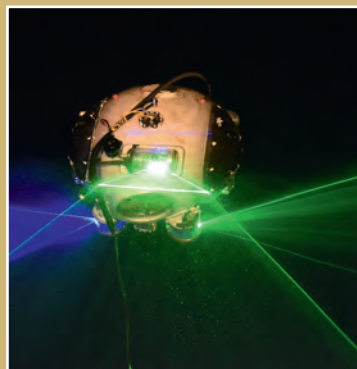
Fiedler Ferenc ahhoz a magyar származású képzőművész-generációhoz tartozik, amelynek fiataljai több-kevesebb hazai előképzettség birtokában a második világháború előtt, illetve nem sokkal azt követően hagyták el Magyarországot, és Franciaországban találták meg egyéni hangjukat, ott teljesítették ki művésztüket. Közülük többen eredményesen épültek be a kortárs francia művészeti életbe, és nemzetközi elismerést tudtak kivívni maguknak. A tárlat **2020. február 2-ig** várja az érdeklődőket.





Esztergomi szentek és erények

Tavaly a Magyar Nemzeti Múzeum általános főigazgató-helyettese nyilatkozott az Élet és Tudományban országunk egykori fővárosának, Esztergomnak az utóbbi években feltárt építészeti és művészeti örökségéről. Ezúttal a régészeti és restaurátori kutatómunkát folytató szakembereket kérdeztük, mi minden lesz látható a közeli jövőben a középkor kincsesládájának tekintett városban.



Tovább merülnek a bűvárrobotok

Nemrég számoltunk be egy programról, melyben 12 európai intézet Unió támogatással olyan autonóm robotok tervezését és fejlesztését végzi, melyek vízzel elárasztott bányákat térképeznek fel az újratermelés lehetőségének felderítése céljából. Zajzon Norbert geológus tanszékvezetővel, a nemzetközi program koordinátorával a magyar részvételről, az eddigi eredményekről és a következő évek terveiről beszélgettünk.



Töredező szálak

A „földön, vízen és levegőben” előforduló mikroműanyagokkal az utóbbi évtizedekben egyre többet foglalkoznak a kutatók. Igen sokféle forrásból származnak – többek között a ruháinkból is. A mosás során nagyszámú szálal mikroműanyag kerül a mosófürdőbe, centrifugált vízbe.

ÉLET ÉS TUDOMÁNY A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT HETILAPJA



Főszerkesztő: **Gózon Ákos** • Szerkesztőség: 1088 Budapest, Bródy S. u. 16. • Titkársági telefon: 327-8950; Szerkesztési irodavezető: Czucka Éva • E-mail: eltud@eletestudomany.hu • Postacím: TIT 1431 Budapest, Pf. 176 • Honlap: <http://www.eletestudomany.hu> • Lapunk megtalálható a Facebookon is • Kiadja: Tudományos Ismeretterjesztő Társulat • Felelős kiadó: Piróth Eszter, a TIT Szövetségi Iroda igazgatója • Postacím: 1431 Budapest, Pf. 176 • Nyomás: Pauker Nyomda • Felelős vezető: Vértés Gábor • Index: 25 245 • ISSN 0013-6077 (nyomtatott) • ISSN 1418-1665 (online) • MagyarBrands és Magyar Örökség-díjas hetilap • Tudományos Tanácsadó Testület: Almár Iván, Antalóczy Zoltán, Bendzsel Miklós, Bod Péter Ákos, Botos Katalin, Csányi Vilmos, Csépe Valéria, Falus András, Forgács Iván, Freund Tamás, Grétsy László, Hámos József, Herczeg János, Juhász Árpád, Kerner István, Kroó Norbert, Makara B. Gábor, Marosi Ernő, Pléh Csaba, Sólyom László, Szabó Miklós, Szalay Péter, Szentgyörgyi Zsuzsanna, Szörényi László, Takács László, Tátrai Zsuzsanna, Vámos Tibor, Varga Benedek, Vásárhelyi Tamás • Rovatvezetők: Albert Valéria (földtudományok, mezőgazdaság), Papp Csilla (történelem), Tegzes Mária, Szoucek Ádám (aktuális), Pásztor Balázs (kémia, fizika, informatika), Lőrincz Henrik, Nyerges Gyula (csillagászat) • Tervezőszerkesztő: Kiss Nemeskéri Zsuzsanna • Címlap és nyomdai előkészítés: Lévárt Tamás • Minden jog fenntartva! • A meg nem rendelt fényképekért és kéziratokért nem vállalunk felelősséget. • Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Postacím: 1900 Budapest Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, www.posta.hu webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a hirlapelofizetes@posta.hu címen, telefonon 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen. Külföldre és külföldön előfizethető a Magyar Posta Zrt.-nél a webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), 1900 Budapest, 06-1-767-8262, hirlapelofizetes@posta.hu továbbá személyesen a postahelyeken és a kézbesítőknél. • Megvásárolható a LAPKER árusítóhelyein. Lapunk korábbi számai megvásárolhatók a szerkesztőségben is.

Az Élet és Tudomány a Nemzeti Kulturális Alap, a Nemzeti Tehetség Program, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő és a Magyar Művészeti Akadémia támogatásával jelenik meg.

MB MAGYAR BRANDS

Nemzeti Tehetség Program

EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ

MAGYAR MŰVÉSZETI
AKADÉMIA

AJÁNDÉKOZZON ÉLET ÉS TUDOMÁNYT!



2020 januárjától a TIT-lapok előfizetési árai:

Élet és Tudomány:
18 240 Ft/év (350 Ft/db)

Természet Világa:
9000 Ft/év (750 Ft/db)

Valóság:
9000 Ft/év (750 Ft/db)

Kedvezményes előfizetési csomagjaink együttes rendelés esetén:

Élet és Tudomány, Természet Világa, Valóság
1 évre 25 320 Ft.

Élet és Tudomány, Természet Világa
1 évre 20 220 Ft.

Élet és Tudomány, Valóság
1 évre 20 220 Ft.

Természet Világa, Valóság
1 évre 11 880 Ft.

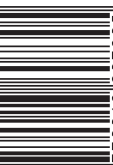
Előfizethető
a Magyar Posta Zrt.-nél
a 06-1-767-8262-es telefonszámon,
a hirlapelofizetes@posta.hu e-mail címen,
levélben az MP Zrt.
1900 Budapest címen,
a <https://eshop.posta.hu/storefront/> webshopban,
továbbá személyesen
a postahelyeken és a kézbesítőknél.

Fizessen elő
lapunkra
2020-ban
is!

nka
Nemzeti Kulturális Alap



19050



9 770013 607305