

bild der wissenschaft

(2017. május 17.)

VÉRSEJTEK A LABORBÓL

A gyógyászatban állandó vérhiánnyal küzdenek: szükség van rá a műtétek során, leukémiás betegek gyakran csak a csontvelőadás segít. Lehetséges azonban, hogy a vérhiány hamarosan a múlté. Kutatóknak ugyanis laboratóriumi körülmények között először sikerült felnőtt őssejtekből emberi vérsejteket előállítani, melyeket arra ösztönöztek, hogy különböző típusú vérsejteket hozzanak létre.

Az őssejteket igazi „mindentudónak” tartják. Ezek a differenciálatlan sejtek ugyanis még képesek átalakulni a szervezet különböző sejtjeitípusaivá. Segítségükkel tehát pótolni lehet a betegek szervezetének hibás vagy roncsolt szöveteit, sejtjeit – legalábbis az orvosok reményei szerint. Különösen ígéretesek azok az őssejtek, amelyeket „átprogramozással” átlagos felnőtt testi sejtéből hoznak létre. Kutatóknak sikerült már ugyan ilyen őssejtekből emberi idegsejtet, szívizomsejtet, bőrszövetet, sőt vesekezdeményt is létrehozniuk. Am az emberi szervezet egy fontos sejtjeitípusa, a vérképző őssejtek eddig mindenfajta laborkísérletnek ellenálltak. Ezeket rendszerint a csontvelőben a vér különböző sejtjeitípusai, többek között a vörösvérsejtek, valamint az immunrendszer különböző védekező sejtjei termelik. Például ha leukémiás betegnél a vérsejtek természetes tartaléka degenerálódik, akkor nem marad más lehetőség, mint hogy a beteget csontvelőadáson keresztül juttassák egészséges vérképző sejtjeikhez.

Most egyszerre két kutatócsoportnak is sikerült laboratóriumi körülmények között vérképző őssejteket létrehozni, amiket érett vérsejtekévé növesztettek. Az egyik kutatócsoport vezetője, *George Daley* a bostoni gyermekkórház igazgatója szerint közel állnak ahhoz, hogy emberi vérsejteket kémcsőben hozhassanak létre. Daley és kollégái kísérletükhöz két bevált módszert kombináltak: első lépésben mesterségesen létrehozott humán őssejteket kémiai ingereltek, ami arra ösztönözte őket, hogy különböző szövetekké és sejtjeitípusokká differenciálódjanak. Így olyan embrionális szövetet is létrehoztak, amiből később a vérsejteket keletkeznek. Második lépésben pedig vírus segítségével öt gént juttattak ezekbe a sejtekbe. Ez az öt transzkripció faktor biztosítot-

ta, hogy ezekből az éretlen, úgynevezett prekursor sejtéből, valódi, bár még fejletlen vérsejteket hozzanak létre.

Ahhoz, hogy ezekből a vérsejtekből érett sejteket hozzanak létre és megvizsgálják, hogy képesek-e vérsejtek termelésére, a kutatók egerek csontvelőjébe juttatták őket. Az állatoktól néhány héttel később vérmintát vettek, amelyet megvizsgálva a következő eredményre jutottak: az egerek vérében kis mennyiségű különböző emberi vérsejt volt kimutatható. A vörösvérsejtek és azok prekursor sejtjei mellett a tudósok vérelemzékék, fagociták és különböző limfociták prekursor sejtjeit találták. Működőképes vérképző őssejtek pluripotens prekursor sejtéből való előállítás a hematológia régóta dédelgetett álma volt.

A *Raphael Lis* által vezetett másik, New York-i kutatócsoport még direkter módon hozott létre egerek artériájának kifejlett sejtjeiből hozták létre őket. Egy transzkripció faktorokból álló koktéllal segítségével a teljesen differenciálódott sejteket éretlen vérsejtekévé alakították vissza. Az így újraprogramozott sejteket pedig a recipiens egerek artériájának falába ültették be. A laboratóriumi körülmények között tenyésztett és átültetett vérsejtek ebben az esetben is különböző típusú vérsejteket hoztak létre, s ezzel első alkalommal sikerült felnőtt endotél sejteket működőképes multipotens sejtékké alakítani, amelyek normál vérsejteknek felelnek meg.

Ez a kétféle módon elért siker az orvostudományban, különösen a vérképzőszervi megbetegedésben szenvedő betegek gyógyításában, új lehetőségekre ad alkalmat. Lehetővé válik ugyanis, hogy leukémiás betegeknek új, egészséges vörösvérsejtet adjanak csontvelő adása nélkül. Így lehetővé válhat, hogy a betegektől leveszik a beteg sejteket, azok sérülését géntechnikai módszerekkel megszüntetik, majd ezekből a javított sejtéből új vörösvérsejtet tenyésztenek. Ez az áttörés lehetővé teszi, hogy a jövőben gyakorlatilag korlátlan mennyiségű vért és vérsejteket állítsanak elő. Ez hasznos lenne a vérátömlesztésre szoruló betegek számára. Ahhoz azonban, hogy a megfelelő emberi vérsejtek tenyészése rutinná váljon és embereknél alkalmazható legyen, még több előkészítő munka szükséges. Meg kell vizsgálni, hogy az újonnan tenyészített vér és vérsejtek vajon magukban rejtik-e a fokozott malignitást, ezzel pedig a vérrák kialakulásának veszélyét. Ezen kívül a folyamathoz egyelőre vírusokra mint génszállítóokra van szükség, amelyek azonban hajlamosak a szállítómányt a géntállományban akár nem kívánatos helyre is beépíteni. A kutatók célja az, hogy a jövőben ezeket a géneket pontosabban,

például CRISPR/Cas9 génolló segítségével juttassák a megfelelő helyre. A kutatók azonban nemcsak a vérképzés, hanem az őssejtkutatás területén is áttörést látnak ezekben az eredményekben.



(2017. február)

A VILÁG LEGNAGYOBB RÁDIÓTÁVCSÖVE

A címben szereplő műszer a közelmúltban Kínában elkészült FAST (Five-hundred-meter Aperture Spherical Radio Telescope, azaz ötszáz méter nyílású, szférikus rádiótávcső). Építése 5 és fél évig tartott, 2011 márciusától tavaly szeptemberig, jelenleg a próbaüzem folyik. Tervei még az 1990-es évekig nyúlnak vissza, akkor kezdték végigvizsgálni a mintegy 400 lehetséges helyszínt. A választás végül az ország délkeleti részén lévő Guizhou (Kujcsou) tartományra esett, annak székhelyétől, Guiyangtól mintegy 170 km-rel délkeletre. A kínai kormány 2007-ben hagyta jóvá körülbelül 180 millió dollárnak megfelelő költségvetéssel a rádiótávcső megépítését.

A ritkán lakott területen az építkezés közvetlen helyszínéről csak néhány tucat lakost kellett elköltöztetni, de az 5 km sugarú rádiócsendes zóna kialakítása érdekében közel tízezer embernek kellett távolabb lakóhelyet biztosítani. Az építkezés első lépéseként 7 km utat és 1,1 km vízvezetőt alagutat építettek, a műszert befogadó, gömbszüveg formájú felszín kialakításához több mint 900 000 köbméter földet és sziklát mozgattak meg. Ezután, 2012 novemberében kezdték el a távcső tényleges szerelését. Az 500 méter átmérőjű óriás kerülete mentén 50 tartóoszlopot állítottak, ezekhez rögzítették az antenna felületét befogadó, 8895 vastag acélkábelből álló hálót. Erre szerelték rá az antenna visszaverő felületét alkotó 4450 háromszög alakú elemet, amelyek mindegyike 11 méter oldalhosszúságú. Együttes tömegük meghaladja a 2000 tonnát, a kialakított gömbfelület görbülete sugara 300 méter. A felület azonban nem állandó. A FAST különlegessége, hogy felületének egy része valós időben, a mindenkori megfigyelés igényeinek megfelelően paraboloiddá alakítható. Ehhez 2226 darab, egyenként vezérelt mechanikus mozgató bármelyikével akár 47 cm-rel deformálható a felület alakja. Így 300 méter effektív átmérőjű parabolafelületet tudnak létrehozni.

A távcsővel összegyűjtött rádióhullámok vételét és feldolgozását végző műszereket a 13 méter hosszú, mindössze 30 tonnás észle-

SSRV

(2017. április)

ÚRIDÓJÁRÁS EMBERI
HATÁSOKKAL

lőkabinban helyezték el. A kabin felfüggesztő rendszerét a távcső kerülete mellett álló, hat darab, 100 méternél magasabb oszlophoz erősítették, ezekkel a 206 méter átmérőjű „fókuszfelületen” belül 100 mm pontossággal lehet beállítani a kabin helyét. Ezután a finombeállítást a kabin saját, lézeres pozicionáló rendszere végzi. A kabinban hét alacsony zajú vevőt helyeztek el, amelyek a 70 MHz – 1,8 GHz frekvenciatartományban (4,3 m – 17 cm hullámhossz-tartományban) végzik a megfigyeléseket. A hét műszerből öt kínai fejlesztésű, egyet a Kaliforniai Műszaki Egyetemmel közösen fejlesztettek, egy pedig Ausztrália kutatási szervezetének (CSIRO) hozzájárulása. Utóbbival egyszerűen 19 objektumot lehet megfigyelni az 1,23–1,53 GHz frekvenciatartományban. A kabin megfelelő mozgásával a zenittől 40 fok távolságig lehet észleléseket végezni, így a vizsgált objektum 4–6 óra hosszat is követhető (Arecibóban ez 20 fok, illetve 2,6 óra).

Az első megfigyelést 2016. szeptember 16-án végezték (3C 409 kvazár), majd másnap egy a zenit közelében látszó pulzárról 1 perc megfigyeléssel 5000-nél jobb jel/zaj arányt értek el. Idén januárban elkezdődtek a hivatalos próbaészlelések. Ennek során a felületet alakító mozgatókkal (aktuátorok) mutatkoztak problémák. Egyrészt mechanikusan a vártnál gyorsabban kopnak, így nincs kizárva, hogy mindet le kell cserélni. Emellett az ezeket összekötő optikai szálakban rendszertelenül hibás jelek jelennek meg, amelyek hibás működést, és a berendezés károsodását okozhatják. Ezért az észlelőknek egyelőre meg kell elégedniük a rövid integrációs idejű megfigyelésekkel. Ennek ellenére már a héthónapos próbaidő alatt az egész, a FAST-tal elérhető égboltrészt letapogatták, miközben mintegy 1000 új pulzár felfedezésére számítanak.

Miután a berendezést kigyógyítják a gyermekbetegségekből, a FAST-tal háromszor mélyebbre lehet hatolni a Világegyetembe, mint az arecibói távcsővel, az égbolt négyeszer nagyobb területe lesz vizsgálható, az átfogó felméréseket pedig tízszer gyorsabban tudják elvégezni. A kínai csillagászok remélik, hogy extragalaktikus pulzárokat is fel tudnak fedezni (a Magellán-felhőkben). A hidrogén és a szén-monoxid hullámhosszain nagy felbontással akarják feltérképezni a csillagközi anyag eloszlását. Eddig láthatatlan semleges hidrogénfelhőket keresnek, a hidrogén 21 cm-es hullámhosszú sugárzását pedig 6 milliárd fényév távolságig galaxisok százezreiből szeretnék felfogni. Keresik az exobolygók esetleges rádiósugárzását, beleértve remélt mesterséges eredetű jeleket, részt vesznek a nemzetközi hosszú bázisvonalú interferometriai (VLBI) együttműködésben és veszik majd a jövő kínai űrszondáinak a Naprendszer távoli vidékeiről küldött adását.

Az emberiség egyik legveszélyesebb „játékszere” az atomrobbantás, és a Hiroshima és Nagaszaki ellen bevetett két bomba leírhatatlanul borzalmas példája sem zabolázta meg a kísérleteket. A második világháborút követő évtizedek, a hidegháború időszakában a két vezető politikai hatalom számára a folyamatos kihívásokat, a megfellebbezhetetlennek látszó technológiai versenyt jelentette katonai téren. E versengés egyik vadhajtsza volt a légkörünk magasabb rétegeiben végrehajtott kísérleti atomrobbantások sora, mind az USA, mind az egykori Szovjetunió részéről: 1958 és 1962 között összesen 17 magaslégköri robbantás volt, 10 amerikai és 7 szovjet kísérlet, 23 és 540 km közti magasságokban.

Az már a legelső, 1945-ös felszíni atomtesztnél igazolódott, hogy a robbantás során olyan elektromágneses sugárzás keletkezik, ami a környezetben lévő elektromos berendezéseket működésképtelenné teheti. A magaslégköri kísérletek ebből kiindulva jutottak eszébe *Nicholas Christofilos* fizikusnak, aki feltételezte, hogy a robbantások olyan anomáliát hoznak létre, amelyet, ha az ellenséges – szovjet – rakéták átszelenek az USA elleni támadás során, akkor megbénítja őket. (Christofilos lett az egyik ilyen amerikai kísérletsorozat szakmai vezetője azután.) Még a Van Allen-öv felfedezése előtt feltételezte, hogy a robbantás során képződő elektronok a Föld mágneses mezejében csapdába esnek és az így kialakult „elektron-felhő” semmisítené meg a rakétákat. A Van Allen-öv felfedezését végül a Nemzetközi Geofizikai Év (1957–58) keretében felbocsátott Explorer műholdak mérései igazolták. Ugyanezen műholdcsalád részt vett a magaslégköri atomkísérletek hatásának megfigyelésében is.

Az Explorer méréseiből kiderült, hogy az igazán nagy magasságú robbantásoknak hetekig elhúzódó hatása volt az ionoszférára, így gyakorlatilag igazolódott Christofilos ötlete. A természetes előfordulás (és a Van Allen-övben csapdában lévő) elektronok energiaspektruma eltért az atomkísérletek során kialakult elektronokétól, így a mérések egyértelműen kimutatták, hogy mely hatás miatti elektronokat érzékelnek a műszerke: a robbantások során egy új, mesterséges Van

Allen-öv keletkezett, a kialakult mesterséges sugárzási öv heteken át fennmaradt. A legnagyobb hatása az 1962-ben a Starfish Prime kódnevű, a csendes-óceáni Johnston-sziget felett 400 km magasan (összehasonlításképpen: itt kering jelenleg a Nemzetközi Űrállomás) felrobbantott bomba volt. Elektromágneses sugárzása olyan erős volt (a vártnál jóval erősebb), hogy az epicentrumtól kb. 1500 km-re lévő Hawaii területén mikrohullámú kommunikációs zavart, néhány száz utcai lámpa kialvását, betörésvédelmi berendezésekben indukált téves riasztásokat okozott. Ez még apróság ahhoz képest, hogy a robbantást követően a Csendes-óceán egyenlítőhöz közeli régiójában gyakorlatilag mesterséges sarki fény alakult ki, a légköri fénylést napokig lehetett látni a Hawaii és Új-Zéland közti területen. (Más, ugyaninnen elvégzett és hasonlóan magas robbantások során is észleltek egyenlítő vidéki sarki fényt) A bomba plazmája a Föld mágneses erővonalaihoz igazodva terjedt tovább (hasonlóan a napszélből eredő plazmához). A teszt érdekessége, hogy a robbantás utáni napon lótték fel az USA első távközlési holdját, a Telstar-1-et, a hold rendelkezett a mesterséges Van Allen-öv sorsát követni képes mérőműszerekkel is. (Habár kereskedelmi műhold volt, a kísérleti műszereket hivatalosan azért kapta, hogy a saját napelemeire és elektronikájára kifejlesztett úridójárási hatásokat felmérhesse.) Számos korabeli műholdat (köztük a Telstart is) károsodás ért a robbantás utáni hetekben-hónapokban, elsősorban a napelemeket és az elektronikus berendezéseket tette tönkre a magaslégköri zavar.

Az egyik szovjet magaslégköri tesztet Kazahsztánban, lakott terület felett, 290 km-en hajtották végre. Hatására a földi elektromos vezetékben indukálódó áram miatt egy erőműben tűz is keletkezett, másutt a kis mélységben épített elektromos földkábelek mentek tönkre. A hatások hasonlóak voltak ahhoz, amit egy jelentős napkitörés miatti geomágneses viharban észlelhetünk. Ugyanezen teszt során kijelölt területen összesen 570 km hosszúságú telefonkábelrel kísérleteztek, a kábelt erősítőkel kisebb szakaszokra osztották, extra szigeteléssel és túlfeszültség elleni védelemmel látták el, azonban a teszt eredményeképpen ezek egytől egyig kiégtek.

Az egykori kísérletek eredményeinek elemzése segítséget ad Földünk közvetlen űrkörnyezetének viselkedést megérteni, a természetes (pl. napkitörések) okozta anomáliák hatását jobban beláthatjuk – de nagy szerencse, hogy a kísérletekkel már 1962 után leálltak.

A hidegháborús kísérletekről született átfogó tanulmány a Space Science Reviews folyóirat közölte le idén áprilisban.