Tudományról egyszerűen Hírlevél

Szerkeszti: Ritz Ferenc (Feri papa) III. évfolyam, 11. szám csütörtök, 2011. április 21.

A tökéletes test bűvöletének csapdájában 1
Szinte lehetetlennek látszik a célbaérés - megfejtették a titkot 5
Már agykutatói Nobelnek nevezik, amit kaptunk 5
A marihuána és az emlékezet 10
Mikor a legrosszabb a kávé a szervezetnek? 15
Különös áramfejlesztő torony a felcsúti mezőn 16
Az atomtól nem kell félnetek, jó lesz 17
Élő hidak Indiában 26

A tökéletes test bűvöletének csapdájában

Népszabadság, 2011.03.22 (Danó Anna)

Bár a sóvárgyak és kövérek útjai látszólag elég különbözőek, mindketten ugyanazokkal a démonokkal küszködnek. És erre a kínlódásra épül a világ egyik legnagyobb (becslések szerint több százmilliárdos) ipara, amely azt állítja: a testeddel azt teszel, amit akarsz! Ha van, ha nincs elég pénzed, olyanná válhatsz, amit más – a divatdiktátorok, az életstílusgyógyszer- és sporteszközgyártók, meg az élelmiszeripar – megálmodott neked.

A testsúly az az egyetlen látványos külső jellemző ugyanis, amit kevés és sok pénzből is változtathatsz. Így mindenki megkaphatja a pénztárcájának megfelelő ígéretet. Ha mégsem sikerül: az csak azt bizonyítja, hogy mennyire gyenge jellem vagy, de arra megint csak vásárolható megoldás...

A reflektorfényben állók akarva-akaratlanul arra ösztönzik a többieket, hogy azonosságukat ne önmagukban, hanem a „tökéletes test” megvalósításában keressék. Az ideál vékony, izmos ember, aki nem ilyen, az csak vesztes lehet, messziről látszik rajta, hogy nemtörődöm, akaratgyenge. „Mihez is lehetne kezdeni egy olyan emberrel, aki még arra is képtelen, hogy a saját testét kontrollálja?” A test tökéletesítése befektetés. S ami sokaknak befektetés, az másoknak már maga az üzlet. Erre építenek a fogyasztó- és hízókúraszalonok, a test átformálását segítő könyvek, az életstílusgyógyszerek piaca, a sportszergyártók... Csak testátalakítással foglalkozó weblapokból több millió létezik, kínálva az erőfeszítésekben megrokkantaknak mentális és másfajta eszközök garmadáját. Az emberek pedig bármire képesek, ami a csodát közelebb hozza.

A Gfk Hungaria kutatói állítják: a hazai kövérség-sovány piac valódi nagyságáról csak becslések léteznek. Azt tudni, hogy fogyókúrákra, testépítésre, testformálásra mintegy 200 milliárd forintot költenek a magyarok. A plasztikai sebészeti beavatkozásokról viszont nincs adat, az európai trendek alapján Magyarországon ez körülbelül tízmilliárdos üzlet lehet.

A közelmúltban a Budapest Sportarénában tartott Slimexpóra készült közvélemény-kutatásból kiderül: a testsúlyukkal a nők foglalkoznak többet. A megkérdezett 1200 emberből a nők negyvenegy százaléka talált magán súlyfelesleget. Fogyókúrára is a nők hajlamosabbak. A felnőtt lakosság mintegy 30 százaléka már legalább egyszer megpróbált megszabadulni a súlya egy részétől, de alig hatoduknak sikerült lefogynia. A válaszadók hat százaléka pénzt is áldozott a sikerért. A legtöbben tanácsadásért, sportruházatért, fitneszterméekekért, zsírégetőkért és fogyasztó testkezelésekért hajlandók fizetni.

A kövérségtől való rettegés mélységét mutatja az az amerikai vizsgálat is, amelynek során a megkérdezettek csaknem fele a „Mitől fél a legjobban?” kérdésre azt válaszolta: „az elhízástól”. Ez a félelem talán nem is alaptalan, az Egészségügyi Világszervezet (WHO) két évvel ezelőtt figyelmeztetett rá, hogy az elhízás járványos méreteket öltött világszerte és már többen halnak

meg a kövérség okozta betegségekben, mint éhezésben. Az európai országokban a lakosság 30–80 százaléka túlsúlyos. Az EU 27 országában ez mintegy 200 millió felnőttet jelent, akiknek a fele férfi. (Idősebb korban már a nők a kövérebbek.) A KSH 2009-es egészségfelmérése szerint a magyar lakosság kétharmada túlsúlyos. Minél korosabb valaki, annál valószínűbb, hogy lenne oka fogyókúrázni.

– A szervezetre mind a kövérség, minda kóros soványság veszélyes – hangsúlyozza dr. Székely Andrea Dorottya, a Semmelweis Egyetem anatómiaintézetének docense –, mert szélsőséges esetben mindkettő valamennyi szervünket képes megbetegíteni.

Az alultáplált ember kevesebb kalóriát fogyaszt, mint amennyire szüksége lenne. Ez általában a szegény emberekre, a hajléktalanokra, egyes pszichiátriai betegségben szenvedőkre jellemző. De az alultápláltság az idős embereket is sújtja, hetedük ezer kalóriát sem eszik meg naponta. Aki fogyókúrája miatt kezd el éhezni, az a lehető legrosszabb utat választja. Már másfél napos koplalás után a szervezet elkezdi lebontani a saját fehérjéit, izomszöveteit. A súlyos kalóriahiány miatt a szervezet sorvadni kezd. Az egyik legszembetűnőbb tünet, hogy a zsírszövet mennyiségének csökkenésével együtt az arc behorpad, a szemek besüppednek, a csontok kiállnak, a bőr vékonnyá, szárazzá válik. További tünet a fáradtság, a test hőmérsékletének csökkenése, hasmenés, étvágytalanság, nagyfokú érdektelenség.

– Sohasem a soványság a baj önmagában – állítja Székely –, hanem az energiadeficit. Az ilyen állapot egyáltalán nem ritka jelenség a balett-táncosoknál vagy az élsportolóknál. Ám míg az anorexia szó jelentése étvágytalanság, és az anorexia nervosa kórkép extrém szándékos súlycsökkentéssel jár, addig a kahexia (sorvadás) az étvágyvesztés mellett olyan testszöveti veszteséget (zsír, izom, csont) jelent, amelyet táplálkozással nem lehet visszapótolni. Például az érelmeszesedéses, 90 éves idős ember lehet kórosan sovány (kahexiás), mert elfelejt enni, és öregkorban csökken az éhség- és szomjúságérzet is. Hasonlóan egy terminális állapotban levő rákbeteg is csont és bőr, miközben valószínűleg megkapja a szervezet azt az energiamennyiséget, amire szüksége van, csak az anyagcsererendszer borult fel.

A szakember szerint az igazi, mai értelemben vett anorexia (helyesen: anorexia nervosa) mindig testképzavar eredménye, tehát lelki eredetű. A soványság a minimális energiabevitelnek és a kóros fogyásnak a következménye, amelynek súlyos egészségkárosodást okozó következménye van.

Az elhízás eredetileg nem egyéb, mint a test zsírtöbblete. Az elhízás könnyen felismerhető, az oka általában az, hogy az ember több kalóriát fogyaszt, mint amennyit mozgással elhasznál. A jóléti társadalmakban az elhízás terjedésének oka a fizikai igénybevétel erőteljes csökkenése. A kor előrehaladtával kevesebb kalóriára van szüksége a testnek, amit rendszerint nem követ a táplálkozási szokások változása. Általában változatlanul magas zsírtartalmú ételek kerülnek az asztalra, ám ennek éppen az a tulajdonsága, hogy nem aktiválja olyan gyorsan a jóllakottság érzését, mint a szénhidrátok vagy a fehérjék. Így a magas zsírtartalmú ételekből nem nehéz többet enni, pedig a zsír több mint kétszer annyi kalóriát tartalmaz grammonként, mint a szénhidrátok vagy a fehérjék. Az elhízásban ludas lehet az alkohol is, például egy kupica (3 centiliter) likőr 80-90 kalóriát, 3,5 deci sör 150 kalóriát tartalmaz. Az alkoholt a szervezet azonnal energiaként hasznosítja, ha ezt evés közben fogyasztjuk, az ételből származó kalóriák zsírként rakódnak le a testben.

A többletzsír befolyásolja az ember általános megjelenését, testi-lelki állapotát. Az elhízottak mozgása elveszíti harmóniáját, ízületeik fokozott terhelésnek vannak kitéve, gyorsabban kopnak. A kövérek társadalmi beilleszkedését az is nehezíti, hogy velük szemben általában előítéletesek a „soványságkultusz” hívei. Az elutasítottságuk miatt csökken az önbecsülésük, ám érdekes módon a körükben mégsem gyakoribb a depresszió, mint a soványaknál.

Ezek a hátrányok gyorsan megjelennek az egészségügyi számlákon is. Az USA gyógyítási költségeiből 186 milliárd dollárt (17 százalékot) a kövérség következményeinek kezelésére költenek. Tavaly amerikai kutatók a soványság-kövérség egészségügyi következményeit firtató 19 nagytanulmány adatait összesítve próbáltak következtetéseket levonni: hogyan hat a testsúly a várható élettartamra. Az elemzés során 1,46 millió ember öt éven át követett adatait hasonlították össze. A New England Journal of Medicine című orvosi folyóiratban ismertetett következtetésekből kiderült, hogy a soha nem dohányzó, optimális testtömegű nők halálozási arányánál a soványabbaké 47 százalékkal, a súlytöbblettel élőké pedig 44 százalékkal volt magasabb. A súlyosan kövéreknek, azaz a 40-en felüli testtömegindexszel (BMI*) élőknek két és félszer nagyobb volt az esélyük az idő előtti halálra. Ezek az adatok is arra utalnak, hogy a hosszú életre vágyóknak a testtömegindexüket 20 és 25 között kellene tartaniuk.

Talán kevesek tudják – figyelmeztet Székely Andrea –, hogy az úgynevezett egészséges élelmiszerek sem mindig azok. Így például az édesítőszerekkel szemben is van ok az óvatosságra, mert hamis biztonságérzetet keltenek és étvágyfokozó hatásuk is lehet. Fogyasztásuk után szintén emelkedhet a vér inzulinszintje, hasonlóan, mint a cukrozott ételek eseté ben. A növényi zsíroknak – főleg a napraforgóolajalapú margarinoknak – túlságosan magas az omega-6 zsírsavtartalmuk, amely kedvez a gyulladásokat segítő folyamatok beindulásának és fenntartásának, és nem védenek a szívbetegségektől sem. Ez esetben a magasabb omega-3 zsírsavtartalmú élelmiszerek jobb hatásúak. Ám a koleszterincsökkentő gyógyszerekkel szemben sem ártana nagyobb óvatosság, mert a készítmény a máj működésébe avatkozik bele és komoly mellékhatásokat okozhat.

A kövér

– Magam sem értem, miért gyötröm magam az állandó fogyókúrával, naponta az izzadságszagú futással, mert mintha csak körbe-körbe járnék – e sóhaj egy férfié, aki eddigi életét a fogyókúrák bűvkörében élte. Van neve. – De ki a fene szeretne kiállni – mondja – ennyi kudarccal a háta mögött. Huszonnyolc évéhez, 186 centis magasságához most éppen 110 kiló tartozik. A mérleg nyelve persze volt már 86, 95 és 115 kilónál is. Kicsi gyerekkora óta tart az örök körforgás: mikor, mennyit és mit ehet. Vannak aszketikus időszakok: salátás, fehérjés vagy gyümölcsös hetek. Próbálta a „mindent ehet, csak az adagok legyenek kicsik” módszert. Volt már a Norbi-, a 90 napos és ki tudja még milyen diétán. Szobája polcán két sor fitneszkazetta. Úszik. Hetente egyszer vízilabda, kétszer foci, egy tornatermi edzés. A kilók meg hol le, hol fel. Az álomsúly 97, annál már nem olyan vészes a helyzet. Ott már nem fáj a térde, tud futni, jobban alszik.

– Vezettem táplálkozási naplót, fejből megmondom, melyik kajában mennyi a kalória. Néha azt gondolom: ha mindezt nem tenném, akkor se lennék se csúnyább, se gyengébb. És jöhet bármilyen újabb csodadiéta, a bukás kódolt: mostanra már csak az foglalkoztat, mikor ehetek megint. Alapvetően nem tudok éhezni, valami olyasmi jár a fejemben, ha kevesebbet ennék, akkor biztosan éhen halnék. Két étkezés között nézem az órát. Van, hogy kilenckor reggelizem és 11 órakor már megyek is ebédelni. A kora délutáni stresszt kis csokival, néha mákos sütivel oldom. Vannak napok, amikor nem tudok enni, mert annyi vagy olyan a munka, aztán este tízkor már mindent megeszem, ami szembejön a hűtőből. Voltam belgyógyásznál, beszéltem dietetikussal, az előbbi szerint étkezzek egészségesen, de ezt a mondatot nem tudom a napi „kajaadagokra” lefordítani. A dietetikus ugyan összeállított egy diétát, de meló mellett azt képtelenség betartani.

Ilyenkor rendre feladom, aztán mégis azon kapom magam, megint próbálkozom. Ma megint nekikezdtem: a reggeli keserűsós hashajtás balul ütött ki, egyszerűen nem bírtam meginni azt a löttyöt. Sebaj, és miközben biztatgattam magam, lendületesen belelottyantottam az egészet a mosogatóba.

Akkor még azt gondoltam: legfeljebb majd csak folyadékot iszom egész nap. Az is tisztít meg fogyaszt. De ezek a fogadalmak már a reggeli lehetőségénél elbuknak. Evés után pedig kifejezetten erős bennem a tettvágy az újabb diétára, de mindez csak a következő éhségig tart ki.

Lehet, hogy mostanára is csak annyit tudok a testemről, mint amit a folyton változó divatok diktálnak a médián keresztül. Tavaly, amikor is lefogytam nyolc kilót, attól sem lettem boldogabb. Akkor egy tablettát szedtem, ami elvette az éhségérzetet, csak inni kellett mellette és nagyon figyelni, hogy legalább a napi 700 kalóriát magamba töltsem. A készítmény havi adagja 18 500 forint, az interneten lehet hozzájutni. A mellékhatások sem mellékesek: volt szívritmuszavar, szájszárazság, állandó fáradtságérzés meg lassult a gondolkodásom… De csináltam Laura diétáját is, a két hét alatt hat-nyolc kiló tényleg lement, de amint megettem az első normális ebédet, rögtön visszaugrott két kiló. Ezt körülbelül 30 ezer forintom bánta.

A sovány

„Duci baba voltam, anyám szerint a koraszülöttségem az oka a mindennek. Hét és fél hónapra jöttem a világra, alig voltam két kiló, inkubátorba raktak, cumisüvegből etettek, és a mellbimbót ezután már nem fogadtam el, anyám szegény hiába próbálkozott, a kiváló tápszerek néhány hónap alatt gömbbé formáltak. Utáltam, hogy csúfolnak a gyerekek. Hat-hét éves lehettem anyám szerint, amikor egyszerűen elutasítottam az ételeket, nem kértem semmit. A fenyegetés, hogy nem állhatok fel, míg meg nem ettem, még dacosabbá tett. Emlékszem, ha nagy ritkán belém diktáltak néhány falatot, anyám örömtáncot lejtett. Kifogyhatatlan volt ötletekből: meghívta jobb étvágyú iskolatársaimat ebédre, mesefigurákká alakította a tányéron lévő ételt, megtanult paradicsomból, paprikából, krumplipüréből, répából bohócarcot, békát és ki tudja még mi mindent csinálni.

Néha nevettünk, de inkább sírtunk, mert úgy éreztem, ha megeszem: dagadt leszek. A hasamon folyton méricskéltem a bőrt, két ujjam közé csippentve húztam, mutattam, látod, mennyire hájas vagyok. És a tükörben tényleg egy telt kislányt láttam. Barbie babám nekem nem is volt, az anyám egyszerűen nem engedte, hogy bárkitől ilyesmit kapjak, de a meg nem tűrt tárgyak közé tartozott valamennyi magazin, amelyről csontsovány modellek kínálták a szép test élményét. Amikor aztán 17 évesen a 160 centis magasságom mellett 35 kiló voltam, az anyám nagyon megijedt, orvoshoz vitt. Ott hallottam először az anorexiáról.

Infúziót kaptam, kórházban kezeltek, miközben nem értettem, miért baj, ha nem szeretek enni. Anyám föladta állatorvosi praxisát, hogy etethessen. Föladta az asztalnál a korábbi erőszakot is, már nem kellett mindent megennem a tányérról, csak ennem kellett, amennyi jólesik. És állandóan figyelt, mit eszem nagyobb lendülettel és mit tologatok a tányéron. Kialakult valamiféle kajaegyensúly. Most 24 évesen 48 kiló vagyok, és mindehhez 160 centi. Ez már siker, és egy ideje hízni szeretnék. Hamarosan orvos leszek. Mint annyi egyetemista, elmentem, hogy adok vért, de a véradóban azt mondták: szó se lehet róla, majd ha elérem az ötven kilót.

Most erre hajtok. Persze próbálkozom mindennel: eszem, de az anyám szerint túl gyorsan hagyom abba, egyszerűen néhány falattal jóllakom. Próbálkozom a csokival, de néhány kockánál többet nem bírok megenni abból sem. Hetente háromszor futok. Szerintem most nem vagyok anorexiás, lehet, hogy meggyógyultam. Épp a napokban voltam kivizsgáláson, a laborleleteim szerint minden rendben, az orvos szerint már csak ennem kéne. Jó, jó, de mennyire kell ezeket komolyan venni, hol a határ? Milyen törődési minimumra van szüksége a testemnek a létfenntartáshoz, a szaporodáshoz? Na és mire elég a minimum?”

* BMI (Body Mass Index) A testtömegindexet úgy kell kiszámolni, hogy a kg-ban mért testtömeget elosztjuk a méterben mért magasság négyzetével. Ha ez az érték 18,5 és 24,9 közé esik, akkor se fogyó-, se hízókúrának nem lehet indoka. A 18,5 alatti BMI a soványság miatt, a 24,9 feletti pedig az elhízás miatt jelez egészségügyi kockázatot.

Szinte lehetetlennek látszik a célbaérés - megfejtették a titkot

Hogyan találnak célba?



Kész csoda, hogy a pár száz millió hímivarsejtből egy mindig célba ér, és megtermékenyíti a petesejtet, hisz tetemes távolságot meg kell tennie odáig. Amennyiben a spermiumok fejét teniszlabda nagyságúra nagyítanánk, az áthidalandó petevezeték egy harminc kilométer hosszú, négysávos autópályának felelne meg.

A spermium azonban nem marad segítség nélkül e hosszú úton. A petesejt a gyöngyvirágénak megfelelő illatanyagot bocsát ugyanis ki magából, és ez tereli helyes irányba a spermiumokat, amelyeken külön receptor található az illat megkötésére. Ezen kívül még további receptorok is akadnak a spermiumok felületén, például a progeszteron női nemi hormon számára.

Egy amerikai és egy német kutatócsoportnak most első ízben sikerült részletesen leírnia a Nature című folyóiratban, hogyan vonzza a női nemi hormon az ondósejteket. A petesejtet felhőként körülvevő progeszteron egy ioncsatornát nyit ki a spermiumok sejtburkában. Ezt követően kalcium áramlik be a belsejükbe, ami aktivitásukat fokozza, és a petesejthez irányítja őket.

Ez a felismerés új lehetőségeket tárhat fel a fogamzásgátlás terén, amennyiben sikerül megzavarni az ioncsatorna működését. Addig azonban hosszú utat kell még megtenni - vélekedett a kutatás egyik résztvevője a Der Standard című osztrák lap internetes kiadása szerint (www.derstandard.at).

Már agykutatói Nobelnek nevezik, amit kaptunk

Stöckert Gábor 2011. március 21.

Három magyar kutató, Somogyi Péter, Freund Tamás és Buzsáki György kapta megosztva a Grete Lundbeck Európai Agykutatási Alapítvány által alapított és első alkalommal odaítélt Agy-díjat (Brain Prize), amivel egymillió euró is jár. A díjazottak közül Somogyi és Buzsáki külföldön dolgoznak, Freund Tamás pedig az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetét vezeti. Vele beszélgettünk kutatásairól, a pszichiátriai zavarok idegtudományi hátteréről, és arról, hogy miben hasonlít az idegsejtek osztályozása a borokhoz.

Kapott már jó néhány díjat, mégis úgy nyilatkozott, hogy a most először odaítélt [1] Brain Prize-t tartja élete legnagyobb elismerésének. Miért?



Freund Tamás
(fotó: Huszti István)

Egy díj rangját, nemzetközi visszhangját elég jelentősen meghatározza a vele járó pénzösszeg. Úgy látszik, a skandinávoknál létezik egy nemes versengés, hogy ki közelíti meg jobban a Nobel-díjat. Szép példája ennek a norvégok Abel-díja, amit egy-két év után már matematikai Nobel-díjnak neveztek a sajtóban – nyilvánvaló, hogy ha nem hétszázötvenezer euróval járna, hanem csak százezerrel, akkor nem mondanák rá ezt. A Brain Prize egymillió eurós, ami gyakorlatilag a Nobel-díj értéke, erre máris kezdik ráhúzni, hogy az idegtudósok vagy agykutatók Nobelje. Ha az ember ilyen elismerést kap, talán érthető, hogy a legjelentősebbnek tekinti.

Persze egy díj jövőbeli rangját meghatározza az is, hogy kik az első díjazottak, és a Brain Prize bizottsága nagy rizikót vállalt azzal, hogy bele mert menni három magyar honorálásába. Ha ki is nézte magának a bizottság az agykéregkutatást mint díjazandó témát, és megnézte, hogy a

témában melyik jelölt tette le legtöbbet az asztalra, találhatott volna néhány nem magyar tudóst is, aki méltán bekerülhetett volna a trióba. De az is igaz, hogy mi sem méltatlanul kaptuk, és több évtizedes együttműködésünk kuriózumnak számíthat.

Nagyjából harminc éve kutatjuk az agykéreg szerkezetét és működését. Közleményeink többsége nem közös publikáció, de folyamatosan tárgyalunk egymással, eredményeinket megosztjuk, nincs semmiféle féltékenység közöttünk. Új ötleteket adunk egymásnak, ezek néha elvezetnek olyan témákhoz, amiket együtt tudunk kutatni, ilyenkor összejön egy-egy közös publikáció vagy pályázat. Az együtt gondolkozás viszont folyamatos.

Utólag megnézte, kik ültek a díjbizottságban?

Igen, egy nyolcfős nemzetközi tudóscsapat. Egyikük például a Nobel-bizottság egyik korábbi elnöke, Tomas Hökfelt. A bizottság tagja Colin Blakemore is, az oxfordi élettani intézet volt igazgatója, aki az egyik legnagyobb név az idegtudományokban, vagy az amerikai Fred Gage, aki a legidézettebb agykutató, vagy a dán Jes Olesen, aki az Európai Agytanács alapító elnöke volt. De a többiek is világhírű szakemberek.

Ennyi pénzből fordít valamennyit a kutatásaira is?



Nem lenne értelme, ez a díj – mint a többi személyes díj, például a Nobel – nem ezt a célt szolgálja. A kutatási pénzek ugyanis jóval nagyobbak is lehetnek, most például épp egy 3,5 millió eurós kutatási pályázatot adok be a European Research Councilhoz, és jó eséllyel meg is kapjuk. Az egymillió eurós díj egyharmada hatalmas összeg, mégis zsebpénz, annak is szánják. A Nobel-díjából sem állt neki még senki kutatni.

A díj indoklása szerint az agykéreg, illetve különösen a tanulási és memória-folyamatokban kulcsfontosságú hippokampusz ideghálózatainak kutatásáért kapták az elismerést. Beszélne kicsit erről, illetve arról, hogy hármójuk kutatása hogyan függ össze?

Az agykérget közel százmilliárd idegsejt építi fel – ha ezek egyes típusait jól körülírjuk, megismerjük, meghatározzuk a kapcsolódási törvényszerűségeiket, akkor már lehet valamilyen előrejelzést tenni, hogy hogyan is működhetnek együtt, hogy mi a tanulási folyamatok elemi mechanizmusa.

A mechanizmus alapja, hogy a hippokampusz idegsejtjei, amik gazdagon össze vannak kötve egymással, képesek megerősíteni a kapcsolataikat, mégpedig a használattól függő módon. Egy-egy ilyen idegsejt csaknem húszezer másiktól kap bemeneteket, impulzusokat úgynevezett szinapszisokon keresztül. A szinapszis két idegsejt kapcsolódási pontja, ahol áttevődik az elektromos ingerület egy kémiai közvetítéssel, ezek a szinapszisok képesek megerősödni és

gyengülni. Egy szinapszis megerősödése még nem memória, de ha pár százezer vagy millió idegsejt megerősíti egymással a kapcsolatát, az már lehet egy memórianyom.

A felfedezéseink egyik igen lényeges eleme az volt, hogy sikerült meghatározni, hogyan és milyen mechanizmusok révén képesek ezek a hálózatokat alkotó idegsejtek megerősíteni a kapcsolataikat. Rájöttünk, hogy az idegsejtek, amik egy adott pillanatban kódolnak valamit, tehát például feldolgoznak valamilyen érzékszervi információt, hajszálpontosan egyszerre sülnek ki. Ez a kulcsa annak, hogy a szinapszis megerősödjön. Ha az érintett idegsejtek működése nincs tökéletesen összehangolva, akkor nemhogy erősödni nem fog a kapcsolat, de gyengülhet is. Néhány milliszekundumon múlik, hogy a hálózat tanul vagy felejt.



Felfedeztük, hogy ezt a hihetetlenül precíz szinkronizációt gátló sejttípusok végzik, és hogy ezeknek a gátlósejteknek a működése és ritmikussá tétele – és ezáltal az agyhullámok generálása – milyen más sejttípusoktól függ. A serkentősejtek hálózatának egyes elemeit ritmikusan összehangolják a gátlósejtek, ezeknek a ritmikus működését szabályozzák olyan agykérgen kívüli gátló központok, amelyek érzelmekről és motivációról szállítanak impulzusokat.

Ez talán az én csoportom egyik legfontosabb megfigyelése, aminek egy részét már 1988-ban közöltük a Nature-ben. Az a cikk a szerkezeti elemeit tisztázta ennek a gátlás gátlásán alapuló hálózatnak, majd ezután legalább nyolc-tíz évet kellett várni arra, hogy ehhez hozzá tudjuk tenni a funkcionális bizonyítékot is – Buzsáki laboratóriuma in vivo, a mi csoportunk in vitro –, és igazoljuk, hogy a struktúra alapján előállított hipotézisek valóban úgy igazak, ahogy akkor mondtuk.

Az agyi hullámtevékenység, illetve szerepe az idegsejtek szinkronizációjában – ez az a terület, amihez mindhárman jelentősen hozzájárultunk. Buzsáki elsősorban az elektrofiziológiai méréseivel: ő a kísérleteiben élő, viselkedő vagy altatott állatokból vezetett el elektromos jeleket, sok száz idegsejt együttes működését követte egyszerre – ez fantasztikus technikai újítás, nem is nagyon tud vele senki versengeni ezen a téren. Somogyi csoportja és az én laborom inkább ezeknek a hálózatoknak a sejtes és molekuláris szerkezeti felépítését kutatta, illetve az idegsejtek kommunikációjában részt vevő kémiai anyagokat, azok receptorait. Eredményeink alapján megjósolható élettani jelenségeket, tesztelhető hipotéziseket mi is meg tudtunk vizsgálni, tehát mi sem csak anatómiával foglalkozunk, bizonyos fiziológiai bizonyításig, interpretációig el tudjuk vinni a felfedezéseinket.

Amikor hét éve interjút [2] készítettünk önnel, azt mondta, az agyhullámok közül a lassú thétahullámok funkciója még nem ismert, de önök úgy sejtik, hogy zajszűrésre szolgálnak. Ez bebizonyosodott azóta?

Nem, még most is csak teória, de megcáfolni sem sikerült senkinek. Az biztos, hogy ez a lassú frekvenciájú hullámtevékenység nem alkalmas arra, hogy azt a két-három milliszekundumos precizitású szinkronizációt elvégezze, ami az idegsejtek közötti kapcsolat erősítéséhez kell. Ahhoz a lassú thétahullámokon „lovagló” gyorsabb gammahullámok kellenek, ezek frekvenciája 40-100 Hertz közötti, tehát egy-egy fázisuk csupán pár milliszekundum.

Az idegsejtek nagyon zajosak, érzékenyített állapotukban a legkisebb kis ingerre is ki-kisülnek, néha önmaguktól is. Viszont a rendszernek valahogy meg kell különböztetnie a zajszerű kisüléseket az információt továbbítótól, különben a zaj teleírná a memóriát. Az alapötletünk az volt, hogy az agykéreg hullámtevékenysége egy megnövelt és egy lecsökkent gátlás ritmikus változásával képes lenne elválasztani a valódi szignálközvetítés kisüléseit a zajtól. A thétahullámok – amik mindig társulnak a gammához – alkalmasak lehetnek erre az elválasztási feladatra, és azt is sikerült leírnunk, hogy létezik egy gátlósejttípus, ami csak zajfázisban aktiválódik, és blokkolja a szinapsziserősödést. Viszont a hipotézisünk még nincs igazolva, bár azóta is benne van a köztudatban, és néhány plusz információval más kutatások is megerősítették.

Szintén az előző interjúban beszélt arról, hogy új irány a zsírszerű anyagok mint ingerületátvivő anyagok kutatása. Milyen új eredmények születtek ezen a téren?

A lipidoldékony molekulákkal mint potenciális hírvivőkkel hosszú ideig nem foglalkoztak az agykutatók, mert ezek vízben nem oldódnak. Az idegsejtek közti kommunikációban a szignált közvetítő molekulának valahogy át kell jutnia a sejtközi tér folyadékán, ami főleg víz. A vizes fázison egy zsírmolekula csak igen nehézkesen és lassan tudna átjutni, ezért kizártnak tekintették, hogy komoly szerepe lehet az idegsejtek kommunikációjában.



Amikor azonban beindult az agy által termelt kannabiszszerű anyagok, endokannabinoidok [3] kutatása, kiderült, hogy nagyon is kell számolni ebben a folyamatban a lipidoldékony molekulákkal. Az idegsejtek membránjában található az összes olyan receptorfehérje, ioncsatorna, aminek szerepe van a kommunikációban, ott ülnek a lipid membránban és érzékelik az ingerületátvivő anyagokat. A lipidszerű szignálmolekulák pedig vígan beoldódnak ebbe a határolómembránba, odaúszhatnak a receptorokhoz, befolyásolhatják azok működését.

Már csak az a kérdés, hol keletkeznek, hogyan kerülnek be a membránba ezek a szignálmolekulák. Valóban átugrálnak egyik sejtről másikra, vagy eleve a megfelelő helyen keletkeznek? Mindkettőre szolgáltattunk bizonyítékot. Egyik esetben azt igazoltuk, hogy az impulzusokat fogadó idegsejt bizonyos körülmények között képes nitrogén-monoxidot termelni. Ez a gáz irdatlan sebességgel és hatékonysággal terjed, egy pillanat alatt átdiffundál a membránon is, aztán az ingerületet leadó idegsejt végkészülékében egy nitrogénmonoxid-receptoron keresztül képes beindítani az endokannabinoid szignalizációt. Tehát annak az endokannabinoidnak, ami közvetíti ezt a hatást, nem kell vizes fázison átmennie, mert a nitrogén-

monoxid ezt megteszi helyette, és annak hatására helyben keletkezik, és ott a membránban el is végzi a feladatát.

Egy másik esetben pedig olyan endokannabinoidok keletkezési helyét és hatásait sikerült egyszerre bizonyítani, amelyek a serkentő kapcsolatok ingerületátvivő anyagának felszabadulását szabályozzák negatív visszacsatolás útján. Ez az endokannabinoid viszont átkel a vizes sejtközi közegen – azt nem tudjuk, hogy hogyan, de azt igazoltuk, hogy átkel valahogy, hiszen a szinapszis fogadó oldalán keletkezik, és hatását a leadó oldalon fejti ki. Ezt az endokannabinoidot szintetizáló enzimek a szinapszist körülvevő gyűrűben várják, hogy ömlik-e ki annyi serkentő ingerületátvivő anyag, hogy az kicsurogjon a szinapszisból. Ha túlcsordul, az elindítja az endokannabinoid keletkezését, ez pedig visszahat arra a végződésre, ami kiönti a serkentő anyagot, és leállítja azt. Ez amolyan olvadóbiztosíték a folyamatban.

Ezt tavalyelőtt a Nature Medicine-ben írtuk le, és nagy visszhangot váltott ki, mert úgy tűnik, hogy az epilepszia bizonyos típusainál ez utóbb említett gátló visszacsatoló mechanizmus elromlik. Az epilepsziában túl nagy a serkentés, túl sok sejt kerül egyszerre izgalomba – ezt le kellene állítania az endokannabinoid rendszernek, de hibás az olvadóbiztosíték funkció. Együttműködünk az amerikai úti Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet idegsebészeivel, akik rendszeresen műtenek gyógyszerre már nem reagáló súlyos epilepsziás betegeket, kiveszik az agyukból a nem létfontosságú helyen – általában a hippokampuszban – levő epilepsziás fókuszt. A kiműtött agyrészeket mi kapjuk meg, ezekben vizsgáljuk évek óta, hogy mi ment tönkre. Úgy tűnik, hogy az epilepszia egészen korai fázisában lecsökken az endokannabinoidok receptora az idegsejtekben.

A pszichiátriai zavarok [4] jobb megértése már egy konkrét alkalmazási területe az önök kutatásainak?

Így van. A szorongásos viselkedés ideghálózati mechanizmusait is kutatjuk, oda is az endokannabinoid szignálrendszer vizsgálata vitt el minket. Rájöttünk, hogy létezik egy olyan gátló idegsejttípus, ami az agyi hullámtevékenység generálásában, fenntartásában játszik szerepet, de nem ő a fő meghatározója.

Két gátlósejt van, amelyek a hullámokat generálják: az egyikről teljesen egyértelműen látszik, hogy úgy működik, mint egy óramű, ami biztosítja a ritmikusságot, a másik pedig egy finomhangoló rendszer. Ez a finomhangoló rendszer kérgen kívüli bemeneteket is kap, amelyek



például érzelmekről, moltiváltságról szállítanak impulzusokat, másrészt ezeken a sejteken endokannabinoid receptor is van. Azt sikerült igazolnunk, hogy szinte minden olyan ismert receptortípus, vagy idegpálya, ami eddig bizonyítottan szerepet játszott a szorongás kialakulásában, illetve amit kihasználtak a szorongás kezelésében, mind ezen az egy sejttípuson van jelen,

illetve ezen végződik. Egyik-másik receptor máshol is megtalálható, de együttesen csak ezen az egy sejttípuson.

Tehát például van nikotinreceptor ezen a sejten, a nikotinról pedig tudjuk, hogy szorongást old. Aztán megtalálható a szerotonin 3-as receptora, aminek az antagonistái kiváló szorongásoldók. Kannabinoidreceptor is van a sejten, a kannabinoidokról pedig mi bizonyítottuk, hogy szorongást oldanak. Végül a legfontosabb, hogy a már ismert és legelterjedtebb szorongásoldók, például a benzodiazepinek – amilyen a Xanax is – ennek a sejtnek a szinapszisain keresztül fejtik ki szorongásoldó hatásukat.

Legalább öt egymástól független ingerületátvivő anyag- és pályarendszert tudtunk kimutatni, amelyek mind erre a sejttípusra konvergálnak és szorongást oldanak. Ebből azt a konklúziót vontuk le, hogy ez a sejttípus központi szerepet játszik a szorongásos viselkedés kialakulásában, ez pedig egészen új utakat nyithat a jövő gyógyszerfejlesztésében. Hiszen nem egy enzimmolekulát vagy egy receptort, hanem egy idegsejttípust tekinthetünk gyógyszercélpontnak.

Említette a díjat kommentálva, hogy régi nagy idegkutatók, Szentágothai János és Grastyán Endre örökségét viszik tovább. Van önöknek utánpótlásuk?

Örömmel mondom, hogy van, kiváló tehetséges fiatal kutatók jelentkeznek nálam évtizedek óta igen nagy számban. A tanítványaim többsége szerencsére itthon maradt, nagyon komoly karrier áll előttük. Egyikük, Katona István jelentős pénzeket kap az EU-tól felfedező kutatásokra. Szándékosan nem alapkutatást mondok, külföldön is már discovery researchnek nevezik ezt a kutatási tevékenységet, mivel a politikusok szemében az alapkutatás szó egyet jelent a haszontalan kutatással, ami csak pénzkidobás – pedig jelentős felfedező kutatás előz meg minden alkalmazást, minden spin-off cég alapítást.

Katona egyébként a Wellcome Trust senior kutatói ösztöndíját is elnyerte, de az intézetünkben rajta kívül még öt ilyen van. Ez annyira egyedülálló, hogy a Wellcome Trust igazgatója kíváncsiságból el is látogatott hozzánk, mert Angliában sincs olyan intézet vagy tanszék, ahol hat senior ösztöndíjasa lenne a szervezetnek.

Hogyan szokott pihenni, agykutatás után hogyan kapcsolja ki az agyát?

Vannak hobbijaim, illetve a sport is nagyon fontos. A lelket is ki kell kapcsolni, ezt én a muzsikával érem el. Hétéves koromtól klarinétoztam, szaxofonoztam, fél életemben kórusban énekeltem, kisgyerek koromtól fogva szeretem a zenét, a komolyzenét és a dzsesszt is. Az elmúlt tíz-tizenöt évben a borkóstolás lett az egyik újabb hobbim, benne is vagyok egy-két borbíráló bizottságban, versenyeken is bírálhatok. Ez a hobbi annyiban hasonlít is az agykutatáshoz, hogy kutatás során az ember idegsejteket tipizál, és gyönyörködik a diverzitásukban – a sokszínűség pedig a borok esetében is gyönyörködtet.

A marihuána és az emlékezet

Nagy László 2004. december 4.

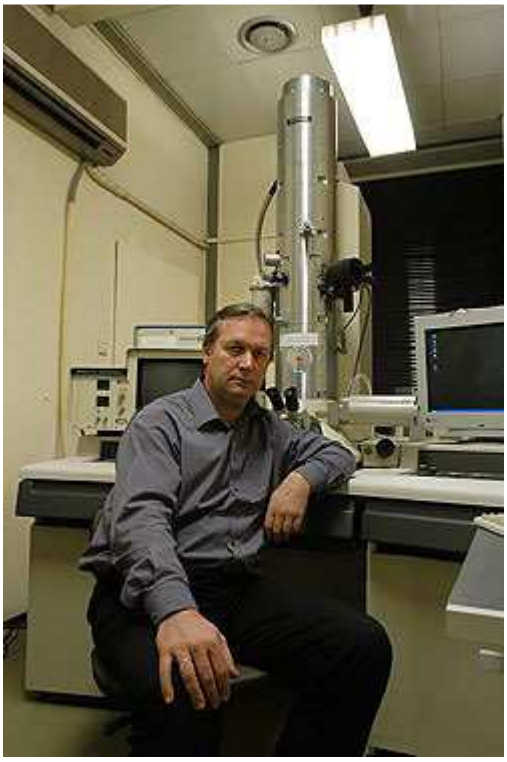
A delta-9-tetrahidrocannabinol, a THC az emléknyomok megerősítését végző gátlósejtekben megakadályozza annak a gátló ingerületátvivő anyagnak a felszabadulását, mely a piramissejtek kisülését szinkronizálja - mondja Freund Tamás agykutató. Az Index interjúja a Bolyai-díjas tudóssal, a Magyar Tudományos Akadémia Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetének igazgatójával.

Professzor úr, először is elmagyarázná részletesen az emléknyomok kialakulásának folyamatát, hogy lássuk, pontosan mibe és hogyan avatkozik be a marihuána?

Az idegrendszerben a tanulási és memóriafolyamatokért az agykéreg felelős. Az agykéregben több milliárd idegsejt található. Mindegyik komplex nyúlványrendszerrel rendelkezik, ami

lehetővé teszi, hogy körülbelül húsz-harmincezer másiktól fogadjon impulzusokat, és ezeket olyan negyven-hatvanezer másiknak továbbítsa. Az idegsejtek közötti kapcsolat egy szinapszisnak nevezett szerkezeten keresztül valósul meg, ahol az egyik idegsejt nyúlványának - axonjának - a vége kapcsolódik egy másik idegsejt fogadónyúlványához.

A szinapszis a tanulás és a memória szempontjából azért érdekes, mert erőssége nem állandó, hanem használattól függően képes megerősödni, és így sokkal hatékonyabb lesz az ingerületátvitel. Egy memórianyomot persze nem úgy kell elképzelni, hogy egy szinapszis megerősödése már kódol valamilyen eseményt. Ilyen megerősödött szinapszisok révén képződnek akár tíz- vagy százezer sejtből álló hálózatok. Ha ebben a hálózatban néhány idegsejt kisül, az magával rántja az összes többit egy szinkronkisülésbe. Ez az úgynevezett potencírozott minihálózat előszeretettel fog együtt kisülni, és ez már jelenthet egy memórianyomot.



Freund Tamás
Fotók: Barakonyi Szabolcs

Tehát a memóriarögzülés kulcsa, hogy a szinapszisoknak meg kell erősödniük. Ennek elemi mechanizmusa az, hogy ha két - egy szinapszison keresztül összakapcsolódó - idegsejt pontosan egyszerre sül ki, akkor megerősödik köztük a kapcsolat. De hihetetlen szinkronitásra van szükség ahhoz, hogy a szinapszis erősítése révén beírhassunk memórianyokat. Ha tíz milliszekundumon belüli a szinkronitás, akkor megerősödik a szinapszis, ha ennél nagyobb, akkor gyengül, hatvan milliszekundum fölött pedig semmi nem történik.

Hogyan képes az idegrendszer egy több milliárd sejtet tartalmazó hálózatban biztosítani néhány milliszekundumos pontosságú szinkronitást? Ehhez kellenek a gátlósejtek. Minden egyes gátlósejt körülbelül ezer serkentősejtet tart ellenőrzése alatt, ezer sejtre küldi el nyúlványait, amelyeken keresztül képes őket gátolni. Gátlás útján pedig úgy lehet szinkronizálni, hogy a gátlósejt egyszerre legátolja az összes sejtet, majd elengedi őket. A gátlás az, hogy eltávolítja őket a kisülési küszöbtől, amikor pedig elengedi őket, a membránfeszültség visszalendül a kisülési küszöb irányába, és a serkentősejtek gyakran átlendülnek rajta. Ez a kisülés az összes legátolt majd elengedett sejtben egyszerre megy végbe. És hogy ne csak ez az egy kisülés történjen egyszerre, hanem az összes, a gátlósejtek ezt az eltávolítást, elengedést ritmikusan végzik. Ezek az agyhullámok. Mivel ez a membránfeszültség-hullámzás az összes sejten egyszerre történik, a hullámok nem kioltják, hanem felerősítik egymást, és így akár koponyán kívüli elektródákkal is el lehet vezetni.

A memórianyomok kialakításában két agyhullám játszik szerepet.

Vannak a lassú théta- és a gyors gamma-hullámok. Ezek mindig együtt járnak.

Ugyanazok a gátlósejtek keltik őket?

Igen, a lassú, 4-8 Hz-es théta-oszcilláción belül van a gyors, 40-től 100 Hz-ig terjedő gamma-oszcilláció. Ha kiszűrjük a lassú hullámokat, egy vízszintes vonal lesz belőlük, és látható, hogy ott lovagol rajta a 40 Hz-es hullám. Ez a 40-100 Hz közötti gamma-oszcilláció alkalmas arra,

hogy két-három milliszekundumos pontossággal összehangolja a sejtek működését. A théta ehhez túl lassú. Annak más funkciója van.

Micsoda?

Erre biztos válasz nincs. A mi hipotézisünk, amit nagyon sokan elfogadnak a világban, az, hogy egyfajta zajszűrő szerepe lehet. Minden biológiai rendszerben van zaj. Ez igaz az idegrendszerre is. Az idegsejtek rendkívül érzékenyített állapotban vannak, a kisülési küszöbükhöz közel tanyáznak, hogy azonnal tudjanak reagálni minden környezeti változásra. Így a kisülési küszöböt néha akkor is elérik, amikor nem is kapnak szignált.

Viszont tudjuk, hogy ha egy idegsejt pontosan egyszerre sül ki a rajta végződő másik idegsejttel, akkor köztük a kapcsolat megerősödik. Ezért az idegrendszernek valahogy meg kell különböztetnie a szignálközvetítéssel kapcsolatos kisülést a zajszerű kisüléstől. Véleményem szerint erre jó a lassú oszcilláció, amely a membránfeszültséget ritmikusan eltávolítja a kisülési küszöbtől, majd visszaengedi. Egyfajta depolarizációs lökést ad egyszerre minden sejtnek, és azokat, amelyek már közel vannak valami zaj folytán a kisülési küszöbhöz, átlöki ezen a küszöbön. Utána jön megint a gátlás, és ebben a fázisban már csak azok fognak kisülni, amelyek valóban kapnak valami specifikus szignált. Így ez a hullámtevékenység időben szét tudja választani a szignálszerű kisüléseket a zajszerű kisülésektől. A zaj mindig a hullám csúcsán történik, a szignál mindig a hullám völgyében.

Egy külön rendszer akadályozza meg, hogy megtanuljuk a zajt?

Erre fejlődött ki a gátlósejtek egy speciális osztálya. Ezek a piramissejtek azon nyúlványait fogják körül, ahol a többi piramissejttől megkapják a serkentő bemenetet. És ugyanazok a piramissejtek idegzik be őket, amelyeknek nyúlványait ők gátolják. Ezt hívják visszacsatolásos gátlásnak. A visszacsatolásos gátlósejtek akkor lépnek működésbe, amikor a legtöbb rájuk konvergáló serkentősejt kisül. És mikor sül ki? Nyilván a zajfázisban. Tehát ezek a gátlósejtek szelektíven a zajfázisban sülnek ki, és megakadályozzák, hogy a szinapszisok megerősödjenek. Amikor viszont a théta völgyfázisában jön a gátlás a piramissejtek sejttestére, ami szabályozza kisülésüket, akkor már csak azok tudnak kisülni, amelyek speciális információt hordoznak. De ezekből mindig olyan kevés van, hogy nem tudják beindítani a visszacsatolásos gátlósejtet. Tehát ez egy tiltó-megengedő rendszer. A théta időben szétválasztja a szignált a zajtól, a viszacsatolásos gátlás pedig megakadályozza, hogy a zajfázisban történjen szinapszispotencírozódás.



A théta völgyi fázisában tehát csak azok a sejtek sülnek ki, amelyek abban a pillanatban tényleg hordoznak valami információt. Ezeknek a kapcsolatát kell megerősíteni, néhány milliszekundumos pontossággal összehangolni ahhoz, hogy létrejöjjön az emléknyom. Ezt a bonyolult feladatot látják el a gátlósejtek, amelyek nemcsak ezt a völgyi fázist produkálják, hanem azon belül két-három milliszekundumos precizitást is. A théta völgyi fázisán ott ül a 40 Hz-es gamma, és biztosítja a tökéletes együttműködést.

Itt avatkozik be a dolgokba a fű?

Igen, itt jön be a képbe a kannabisz. Ugyanis ezeknek a gátlósejteknek az axonján helyezkedik el szelektíven a kannabiszreceptor. Tehát nincsen az agykéreg sejtállományának kilencven százalékát kitevő piramissejteken, csak a tízszázaléknyi gátlósejten. De azok közül sem mindegyiken. Nincs például a visszacsatolásos gátlósejteken, csak azokon, amelyek a

szinkronizációt szabályozzák. Úgy tűnik, a belső kannabinoidrendszer részben erre a ritmusgeneráló gátlómechanizmusra akar hatni.

Az ön nevéhez fűződik az egyik kannabinoidreceptor lokalizációja.

A kannabiszreceptor talán a legelterjedtebb receptor az agyban; egy axon végkészülékén akár két-háromszáz is van belőle, míg más receptorokból csak néhány. Furcsa, hogy csak a 90-es évek elején fedezték fel őket. Egyik fajtájuk, a CB1 elsősorban a központi idegrendszerben található. Másik fajtájukat, a CB2-t eddig csak az immunrendszer elemeiben mutatták ki. Mi azt fedeztük fel, hogy a CB1 receptor az agykéreg gátlórendszerének egyes elemeiben fordul elő nagy mennyiségben, mégpedig azoknak a sejteknek az axonális nyúlványain, amelyek a gamma-aminovajsav (GABA) nevű gátló ingerületátvivő anyagot szabadítják fel.

Hány endokannabinoidot azonosítottak eddig a kutatók?

Egyelőre két fajtájukról, az anandamidról és a 2-arachidonil-glicerolról (2-AG) bizonyították, hogy aktivitástól függően felszabadítható az idegrendszeben. Rajtuk kívül van még vagy három, a nevük most mindegy, amelyik szintén kötődik a kannabiszreceptorhoz, de vagy a felszabadulását nem sikerült bizonyítani, vagy olyan minimális mennyiségben van jelen, hogy nem érdemes vele foglalkozni.

Visszatérve a kannabiszhoz, a Cannabis sativa (ssp. indica) hatóanyaga, a THC ennek a GABA nevű ingerületátvivő anyagnak a felszabadulását akadályozza, mellyel a gátlósejtek a piramissejtek kisülését szinkronizálják?

A GABA kibocsátása a gátlóideg végkészülékéből történik. Ürüléséhez arra van szükség, hogy jöjjön egy akciós potenciál, egy elektromos impulzus, és elérje az idegvégkészüléket. Ott a feszültségváltozás hatására kinyílik egy kalciumcsatorna, berohan rajta a kalcium, és indukálja a gátló ingerületátvivő anyag ürülését.

Ha a kannabiszreceptort aktiváljuk, akkor az egy úgynevezett G-fehérjén keresztül blokkolja a kalciumcsatornákat. Hiába jön a depolarizáció, az elektromos impulzus, és jut el a gátló végkészülékig, nem tudja kinyitni a kalciumcsatornát, és így nem ürül ki a transzmitter. Tehát ha a gátló idegsejten a kannabiszreceptort a THC aktiválja, akkor a gátló idegsejt nem tudja elvégezni a feladatát, nem tudja a piramissejteket legátolni, majd elengedni. Nincs gátló ingerületátvitel. A piramissejtek spontán kezdenek el tüzelni, és így a hullámtevékenység, amelyet el lehetett vezetni, akár teljesen el is laposodhat. De ez "kimosható" hatás: amint a THC eltűnik a receptor környezetéből, a hullámtevékenység helyreáll.

Melyik hullámot rontja el?

A thétát is rontja, de a kritikus a gamma, amely a szinaptikus kapcsolatok megerősítéséhez szükséges.

Kézenfekvőnek tűnik a kérdés, miért van ott a gátlósejteken a kannabiszreceptor, és mi a feladatuk az agy által termelt kannabinoidoknak?

Bizonyították, hogy az endokannabinoidok (az agy által termelt kannabisszerű anyagok) szintéziséhez kalciumnak kell beáramolnia a sejtbe. Ehhez meg kell nyílniuk a feszültségfüggő kalciumcsatornáknak. Ezek pedig akkor nyílnak ki, ha a sejt intenzíven tüzel. Azt már korábban leírták, hogy amikor egy sejt intenzíven tüzel, a sejtre érkező gátlás olyan 3-15 másodpercig drasztikusan lecsökken. És azt is biznyították, hogy azért csökken, mert az intenzíven tüzelő sejt kibocsát egy szignálmolekulát, amely megakadályozza, hogy a sejtre érkező gátló idegvégződésekből felszabaduljon az ingerületátvivő anyag, a GABA. Tíz-tizenöt éven keresztül kutatták, mi lehet ez a szignálmolekula, melyet a sejt az aktivitása során felszabadít. 2001-ben bizonyította be egy San Franciscó-i csoport, hogy nem más, mint egy endokannabinoid.

Hogy miért történik mindez, arra csak feltételezések vannak. A legvalószínűbb az, hogy a szignál-zaj arány növelése érdekében. A sejtek, mint említettem, kisülnek akkor is, ha nem hordoznak szignált. Ebből a háttértüzelő populációból az éppen szignalizáló sejtnek minél jobban ki kell emelkednie. Minél jobban fokozza a háttérhez képest a tüzelését, annál hatékonyabban tudja az információt közvetíteni. Ha intenzíven tüzel, és ezáltal a rá érkező gátlást le tudja csökkenteni, akkor nyilván még jobban fog tüzelni és információt közvetíteni. Tehát ez lehet a szignál-zaj arány fokozása.

A Mindentudás Egyetemén tartott előadásában azt mondta, "napjainkban szinte a szemünk láttára tárul fel az idegsejtek egy új típusú, lipidek által közvetített formája".

Amit az endokannabinoid-rendszer működéséről tudunk, csak a jéghegy csúcsa. Az az igazán új a dologban, hogy lipidek, zsírok részt vehetnek az idegsejtek közötti kommunikációban.



Minden eddigi ingerületátvivő anyag kiválóan oldódik vízben, ami szükséges is ahhoz, hogy az idegsejtek közötti vizes oldaton át tudjon menni. Ezt egy zsírtól nehéz elvárni, hiszen nem oldódik vízben. Hogyan fog akkor a zsír a vizes közegen átdiffundálni az egyik sejtről a másikra? Hiszen a kommunikáció lényege az, hogy az egyik sejtről átjusson egy másikra az információ egy molekula révén. Ezért nem is számított senki arra, hogy van ilyen ingerületátvivő anyag.

Márpedig az endokannabinoidok zsíroldékony anyagok. Vízben nem oldódnak, viszont az idegsejt lipidmembránjába könnyedén beoldódnak. Sőt. A lipidmembránból keletkeznek, a membrád foszfolipidjeiből gyártja őket egy enzim. Ebből a szempontból a lipid ideális kommunikációs molekula, hiszen beleoldódik a sejt membránjába, és ott kiválóan érzi magát, odaúszik a fehérjékhez, és közvetlenül képes modulálni működésüket.

A Richter Gógyszergyárral egy olyan szorongáscsökkentő szer kifejlesztésén dolgozik, amely az agy által termelt endokannabinoid lebontását végző enzim működését lassítaná.

Ha az agy marihuánáját akarjuk kihasználni, azt kell megoldani, hogy ne tűnjön el olyan gyorsan. Mint minden ingerületátvivő anyag, az endokannabinoid is megszintetizálódik, elszabadul, elvégzi a feladatát, majd lebontódik. Az endokannabinoidoknak is megvan a maguk specifikus bontóenzime, amelyik eltünteti őket, mert a rendszer nem akarja, hogy folyamatosan ott legyenek. Hiszen egyik pillanatban ez a sejtünk szignalizál, ez aktív, ez akarja tovább fokozni a tüzelését, a következő pillanatban viszont már egy másik. Abszolút precíz tér-idő viszonyokkal dolgozik ez a rendszer. Ezért jó, hogy ha a belső kannabinoidokra bízzuk a dolgot, mert csak akkor és ott szabadulnak fel, ahol kell. Ez önmagában biztosítja térben és időben a hatás szelektivitását. Mi csak ezt a hatást megnyújtjuk azáltal, hogy lelassítjuk a lebontását.

Mikor a legrosszabb a kávé a szervezetnek?

[origo]|2011. 04. 04., 7:17|

Köztudomású, hogy a zsíros gyorsételek egészségtelenek. Ha ebédre elfogyasztott hamburgerünket délután egy kávéval öblítjük le, azzal tovább rontunk a helyzeten - derült ki kanadai kutatók vizsgálatából.



Egy egészséges ember vércukorszintje zsírban gazdag étel elfogyasztása után kiugrik. Marie-Soleil Beaudoin, a kanadai Guelph Egyetem kutatója és munkatársai kimutatták, hogy a kiugrás kétszer akkora, ha a zsíros étel fogyasztását követően koffeines kávét iszik az illető. Utóbbi esetben a vércukorszint hasonlóan magas értékeket érhet el, mint azokban, akikben fokozott a cukorbetegség kialakulásának veszélye.

Zsíros étel után csak lassan csökken a vércukorszint

A *Journal of Nutrition* című táplálkozástudományi lapban közölt vizsgálatban a telített zsírok és a koffeines kávé vércukorszintre gyakorolt hatását egy csak lipideket tartalmazó "zsírkoktél" alkalmazásával vizsgálták. Ezzel a speciális itallal jól modellezhető a zsíros ételek hatása.

A vizsgálatban résztvevő tíz egészséges férfi testsúlykilogrammonként körülbelül egy grammot ivott a zsíros italból, hat órával később pedig egy cukros italt kaptak. A kontroll kísérletben a zsíros ital helyett vizet kaptak.

Normális esetben a cukrok felszívódását követően a szervezetben inzulin termelődik, amely kivonja a cukrot a keringésből, és a szöveti sejtekbe - például az izomsejtekbe - juttatja. Ám a kutatók azt találták, hogy a zsírfogyasztás után kevésbé volt hatékony a vércukorszint-csökkentő mechanizmus: a kísérleti személyek vércukorszintje 32 százalékkal magasabb volt, amikor a cukoroldat előtt a zsírkoktélt fogyasztották, mint amikor vizet.

Különösen lassan mérséklődik a vércukor, ha még kávéztunk is a zsíros ételre

A kutatók a zsíros étellel kombinált koffeines kávé hatását is vizsgálták. Ehhez a résztvevők két csészényi kávét vagy vizet kaptak öt órával a zsíros ital után, majd újabb egy óra múlva kapták meg a cukros italt.

A zsírkoktél és a koffeines kávé együttes hatására a cukorterhelés után 65 százalékkal magasabb volt a kísérleti személyek vércukorszintje, mint amikor a cukoroldat előtt csak vizet ittak.

Ez azt mutatja, hogy egy magas zsírtartalmú étel hatása órákig is eltarthat, és az, hogy mit ettünk ebédre, befolyásolja, hogy a szervezetünk hogyan reagál különböző ételekre a nap későbbi részében.

A zsír és a koffein gátolják a kommunikációt a bél és a hasnyálmirigy között

A résztvevők vércukorszintjének mérésén kívül a kutatók az emésztőrendszeri változásokat is nyomon követték, konkrétan azoknak a bélben termelődő hormonoknak (az incretineknek) a mennyiségét, amelyek a vércukorszint növekedése esetén serkentik a hasnyálmirigyben az inzulintermelést. A kutatók azt találták, hogy ezek a hormonok kevésbé reagálnak a szénhidrátokra a zsíros ital elfogyasztása után. Végső soron tehát arról van szó, hogy a zsír és a

koffeines kávé gátolják a kommunikációt a bél és a hasnyálmirigy között, lerontva a vércukorszint-szabályozás hatékonyságát.

A vizsgálat eredményei különösen fontosak azok számára, akikben fokozott a kockázata az anyagcserebetegségeknek és a 2-es típusú cukorbetegségnek. Régóta ismert, hogy a 2-es típusú cukorbetegségben szenvedőknek csak mértékkel szabad koffeint fogyasztani. A koffeines kávé koffeinmentesre cserélésén túl érdemes korlátozni a telített zsírsavak fogyasztását, amelyek például a vörös húsokban, a készételekben és a gyorsételekben találhatók.

Különös áramfejlesztő torony a felcsúti mezőn

Megépült a magyar mérnök titokzatos találmányának első ipari teljesítményre képes darabja: a toronyerőmű lapátkerekek nélkül hasznosítja a szélenergiát.

Cseri Péter VESZPRÉM| Népszabadság| 2011. április 4.



Györgyi Viktor saját vagyonát szánta rá a kísérletekre
Fotó: Szabó Barnabás

Felcsút határában nemrég befejeződött az első ipari teljesítményű, függőleges tengelyű szélerőmű megépítése. A Fejér megyei településen – Györgyi Viktor kutatómérnök birtokán – már két éve működik a világújdonságnak számító technológia tízméteres modellje, amelynek mérési eredményei előre jelezték, hogy egy nagyobb méretű, ipari teljesítményre képes változat is működőképes lehet.

A most megépített széltorony átmérője 5,5 méter, magassága 29 méter. Az eddigi mérések alapján 90 kilométeres sebességű szélben az erőmű 96 kilowatt teljesítményre volt képes, a csúcssebességként mért 116 kilométeres szélben viszont már 210 kilowattot ért el a berendezés. A zajszintmérés adatai alapján a széltorony jóval halkabb, mint egy lapátkerekes erőmű. Az egyik legfontosabb mérés szerint 100 kilométeres szélben a létesítmény legmagasabb pontján alig egy centiméter volt a torony kilengése. Györgyi Viktor szerint a berendezés teljesítménye a magasság növekedésével hatványozottan emelkedik: egy 20 méter átmérőjű, 120 méter magas torony teljesítménye például elérné az 5 megawattot, miközben a legmagasabb pontján alig néhány centiméteres kilengéssel kellene számolni.

A felcsúti kutatómérnök szabadalmaztatott találmányának lényegét két tényező adja: az egyik egy áramlástani felfedezés, a másik pedig egy olyan műszaki megoldás, amely stabil térbeli tartószerkezetet ad a szélenergia – a felfedezés nyomán forradalmian új módszerrel történő – hasznosításának. A négy különböző szakmérnöki diplomával rendelkező Györgyi Viktor 1993 óta foglalkozik a függőleges tengelyű szélerőmű kifejlesztésével, elsősorban azzal a céllal, hogy

olyan szerkezetet hozzon létre, amely kiküszöböli a világon legelterjedtebbnek számító lapátkerekes szélerőművek hátrányait.

A függőleges tengelyű szélerőművek turbinája és generátora például nem 80-100 méter magasan, hanem a talajon helyezkedik el, így az összeszerelése és a javítása is jóval egyszerűbb. A felépítmény ultrakönnyű alumíniumötvözetből készül hegesztések nélkül, és pusztán csavarozással felállítható. Formájukban leginkább a felhőkarcolókra emlékeztetnek, ugyanakkor a fix telepítésük miatt nem zavarják a madárvonulásokat. A széltornyok méretét az elvárt teljesítményhez lehet igazítani: átmérőjük 10–20 méter, magasságuk 30–120 méter között változhat.

– A találmány legfőbb erénye, hogy a lapátkerekes létesítményekkel szemben a függőleges tengelyű erőmű kis szélmozgásnál, illetve orkánerejű szélben is működtethető – mondja Györgyi Viktor. – Az is fontos különbség, hogy a lapátkerekes erőművek három megawattos csúcsteljesítményéhez képest a mi berendezésünk lényegesen nagyobb teljesítményre képes. Számításaim szerint a telepítése feleannyiba kerül, mint egy hagyományos szélerőműé, miközben az üzemeltetési költségei a töredékét sem érik el.

A felcsúti kísérleteknek, illetve az első ipari teljesítményű erőmű felállításának a költségeiről Györgyi Viktor csupán annyit árult el, hogy százmilliós nagyságrendről van szó, a pénzt pedig saját vagyonából és szponzori támogatásokból teremtette elő. A hasznosításról szólva elmondta: szerződéskötés előtt áll egy német szakmai befektetőcéggel, amely a függőleges tengelyű szélerőművekből először Magyarországon kíván felépíteni egy parkot, amelynek az engedélyeztetési eljárása már meg is kezdődött.

Györgyi Viktort az elmúlt években sok támadás érte amiatt, hogy a találmányáról még a szakmai közönség számára sem adott részletes tájékoztatást. A feltaláló kérdésünkre ezt azzal indokolta, hogy a fejlesztések befejezése előtt nem lett volna célszerű a nyilvánosság elé állnia. Hozzátette, várhatóan még ebben az évben egy nemzetközi konferencia keretében minden titokról fellebbenti a fátylat, azaz bemutatja a találmány elméleti hátterét, az ehhez kapcsolódó számításokat, valamint a mérési statisztikákat.

Az atomtól nem kell félnetek, jó lesz

Stöckert Gábor 2011. március 28.

A fukusimai atomerőműben történt vészhelyzet újra az atomenergia veszélyeire irányította a világ figyelmét. Németország leállította régi atomerőműveit, több országban elkezdték vásárolni a jódtablettát a gyógyszertárakban. A szakemberek szerint ezek elhamarkodott reakciók, az atomenergia valójában sokkal megbízhatóbb, mint azt a közvélemény gondolja.

Az atomenergia hatvan éve osztja meg a közvéleményt, a Fukusimában történtek hatására tízméteres hullámokkal érkező cunamihoz hasonlóan csapott át a világon a félelem. Ugyanakkor a fosszilis tüzelőanyagok csökkenése, a megújuló energiaforrások magas ára és bizonytalan rendelkezésre állása, valamint az a tény, hogy több mint négyszáz atomerőmű mégiscsak biztonságosan működik, nyilvánvalóvá tették, hogy a jövőben nem nagyon tudunk meglenni atomenergia nélkül. A laikusok többségének azonban csak félinformációi vannak erről a technológiáról, nem árt tehát összeszedni a vonatkozó alapismereteket és rácáfolni néhány tévhitre, mielőtt túlzottan megijedünk.

Egy bonyolult vízforraló

Az atomerőművek működési elve sok ponton hasonlít a fosszilis tüzelőanyagokkal működő hőerőműkéhez. Az utóbbiakban a tüzelőanyaggal vizet melegítenek, a megtermelt vízgőzt turbinákra engedik, az így nyert mozgási energiával pedig generátorokat hajtanak meg – a többlépcsős folyamat végén ezek termelik a villamos energiát.



Egy bonyolult vízforraló

Az atomerőművek lényegében csak az első lépésben, a vízforralás módjában különböznek ettől. (Einstein mondta, hogy az atomerőmű a vízforralás legbonyolultabb módja.) Ezekben a létesítményekben a maghasadás, illetve a nukleáris láncreakció során felszabaduló hőenergia melegíti fel a vizet, a keletkező gőz aztán ugyanúgy turbinára megy, azok pedig generátorokat hajtanak. A láncreakció során egy neutron hatására az urán (többnyire ezt használják fűtőanyagként) atommagja elhasad két kisebb izotópra, a folyamatban neutron és hő keletkezik.

A hasadás alatt keletkezett neutronok a láncreakció következő lépéseiben további hasadásokat tudnak okozni. Az így keletkezett neutronok nagyenergiásak, viszont a ma üzemelő atomerőművek többségében a lassú, kis energiájú neutronok képesek hasadást kiváltani ezért a keletkező neutronokat lassítani kell. Erre szolgál az úgynevezett moderátorközeg, ami többnyire víz, az atomerőművek kisebb részében pedig grafit.

Kivált akár több szénerőművet

Egy atomerőmű energiatermelése a reaktorok (blokkok) számától és azok teljesítményétől függ. A ma üzemelő erőművek többsége a hatvanas-hetvenes években épült, ezek blokkonként általában 500-600 megawattot tudnak termelni. A később épültek többnyire nagyobb villamos teljesítményűek, reaktoronként 1000-1600 megawatt is összejön. A nagyobb teljesítmény irányába azért mozdultak el a későbbi mérnökök, mert gazdaságos volt: egy 1000 megawattos blokk építése nem kerül kétszer annyiba, mint egy 500 megawattosé. Korábban a szovjet erőműveknél a reaktortartály mérete korlátozta a blokkok méretét, mert a tartályt vasúti szállításra tervezték. Manapság már nem ez a fő szempont.

A blokkok száma sok mindentől függ, többek között a területtől és a népsűrűségtől is. Japánban kevés hely és nagy népsűrűség, Fukusimában ezért egymástól alig tíz kilométerre épült egy négy- és egy hatblokkos erőmű. De léteznek egyblokkos erőművek is, sőt ikerblokkosak is, amelyekben

két blokk van, de bizonyos rendszerek közösek, kiszolgálják mindkét blokkot. A paksi erőmű négy blokkja is két ikerblokkból áll össze, teljesítménye blokkonként 500 megawatt.



A paksi erőmű

A fosszilis (szén-, gáz- vagy olajtüzelésű) erőművek között léteznek néhányszor tíz megawattosak is, de inkább a néhányszor száz megawatt a jellemző. Egy atomerőmű tehát ki tud váltani egy szénerőművet (akár többet is), sőt a jelenlegi erőműfajták közül az atomerőműben a legnagyobb a teljesítménysűrűség: kis helyről jön akár több ezer megawatt. Ráadásul az atomerőművek általában folyamatosan, száz százalékos teljesítményen termelnek áramot, míg más erőműtípusoknak nem ilyen jó a kihasználtságuk. Különösen a szél- és naperőművekkel összehasonlítva látszik a különbség, melyeknél a 20%-os kihasználtság már nagyon jónak mondható.

A csernobili veszélyes konstrukció volt

A fukusimai, a csernobili és a paksi atomerőmű eltérően működik. Attól függően, hogy a termelődő hőt elvezető vízközeg elforr-e a reaktorban, megkülönböztetünk nyomottvizes és forralóvizes reaktorokat. A nyomottvizes típusban a víz olyan nagy nyomáson van, hogy kétszáz-háromszáz Celsius-fokon sem tud elforrni. A forralóvizes reaktorok esetében a víz elforr, a primer körben gőzt termelnek, és azt engedik közvetlenül a turbinára.

A nyomottvizes erőművekben a primer körben áramló víz nem érintkezik a turbinával: egy hőcserélőn (gőzfejlesztőn) keresztül adja át az energiát a szekunder körben áramló víznek, és az ott keletkező gőz kerül a turbinára. Ez azt jelenti, hogy a nyomottvizes reaktorok tisztábbak, mert a primer közeg radioaktív gőze nem éri a turbinát – ez biztonsági kérdések mellett a karbantartás szempontjából sem mindegy. A fukusimai erőművek forralóvizesek, a paksi nyomottvizes.

Az atomerőműveket a moderátorközegük szerint is megkülönböztetik. A világ atomerőműveinek többsége vízmoderálású, a volt Szovjetunióban viszont épültek olyan erőművek, amik grafitot használtak moderátornak. A csernobili baleset óta a forralóvizes, grafitmoderálású erőműveket

gyakran csernobili típusú erőműként emlegetik. Ezekben nincs reaktortartály, ezért kevesebb korlátozással építhető, viszont a grafit óriási biztonsági kockázatot jelent. A csernobili katasztrófa hatása is ezért volt olyan pusztító: a grafit kigyulladt és hosszú ideig égett. Ilyen baleset Fukusimában a legrosszabb forgatókönyv esetén sem történhetett volna.

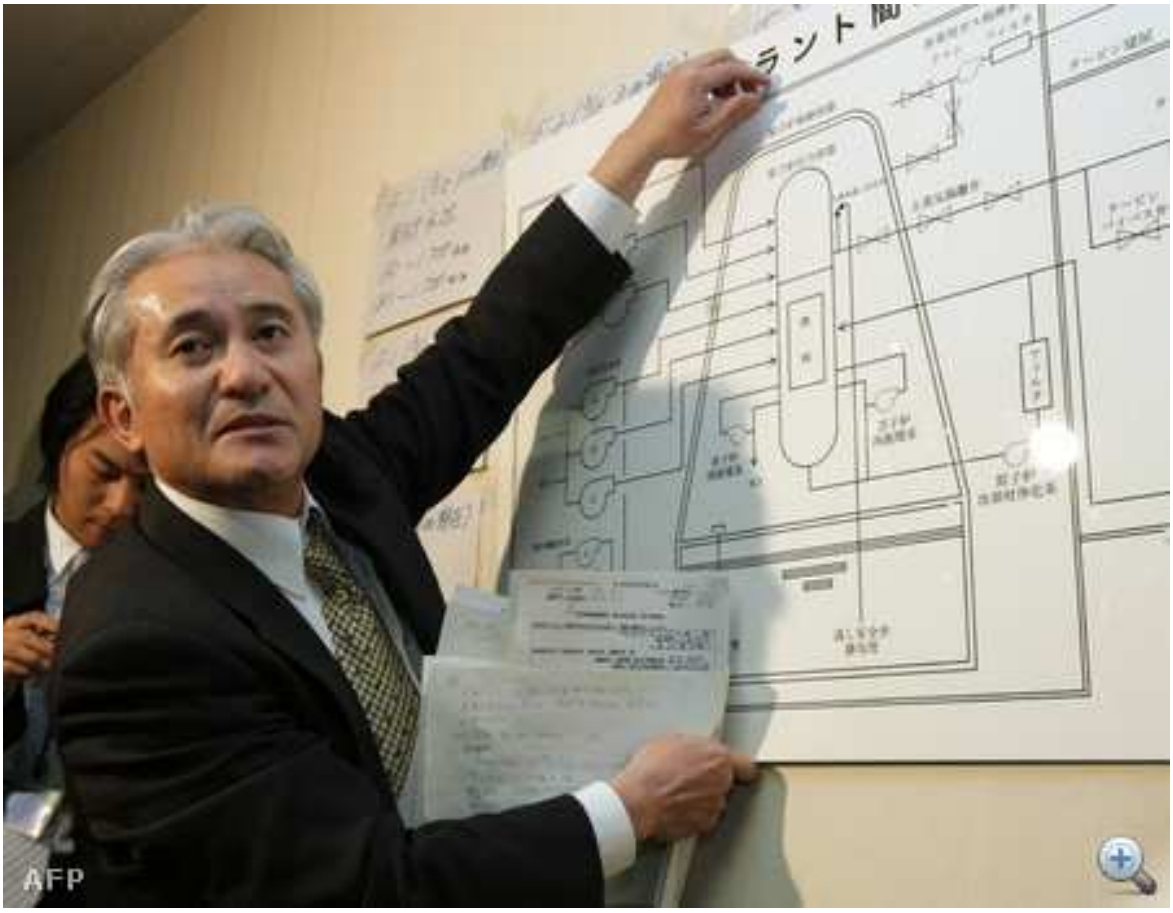


A csernobili veszélyes konstrukció

A biztonságos atomerőművek esetében alapelv, hogy negatív legyen bennük a visszacsatolás, vagyis egy ponton túl a maghasadások számának növekedésére a rendszer automatikusan, külső beavatkozás nélkül a teljesítmény csökkentésével válaszoljon. Negatív visszacsatolású erőművek így nem tudnak begerjedni, a csernobili erőműről viszont már a baleset előtt kimutatták, hogy bizonyos üzemállapotaiban pozitív visszacsatolású.

Atomerőművek esetében három alapvető cél, hogy a hasadások számát szabályozni lehessen, a hűtés folyamatosan biztosítható legyen, illetve hogy ne kerüljön a környezetbe radioaktív anyag. Az utóbbit többek között különféle fizikai gátakkal, védőrétegekkel érik el, ilyen például magának az üzemanyag-kazettának a burkolata, a reaktortartály általában több mint tízcentis vastagságú acélfala vagy a tartályt körülvevő acél- vagy vasbetonszerkezet, a konténment.

A biztonsági funkciókat független rendszerekkel és redundáns módon oldják meg, tehát ha például az atomerőmű leáll, akkor a maradványhőt termelő fűtőelemek hűtéséhez szükséges villamos energiát külső távvezeték-hálózatról biztosítják, ha pedig arra sem lehet számítani, mindig vannak kéznél dízelgenerátorok. Fukusimában a földrengés hatására azonnal leálltak a reaktorok, és ugyan az országos távvezeték-hálózat összeomlott, a hűtés is rendben elindult a dízelgenerátorokról. Azonban ezeket elsodorta a földrengés után érkező cunami, tehát a pót-pótrendszer is kiesett, ezért alakult ki a krízis. Az eddigi információk alapján komoly konténmentsérülés így sem történt egyik blokkon sem.

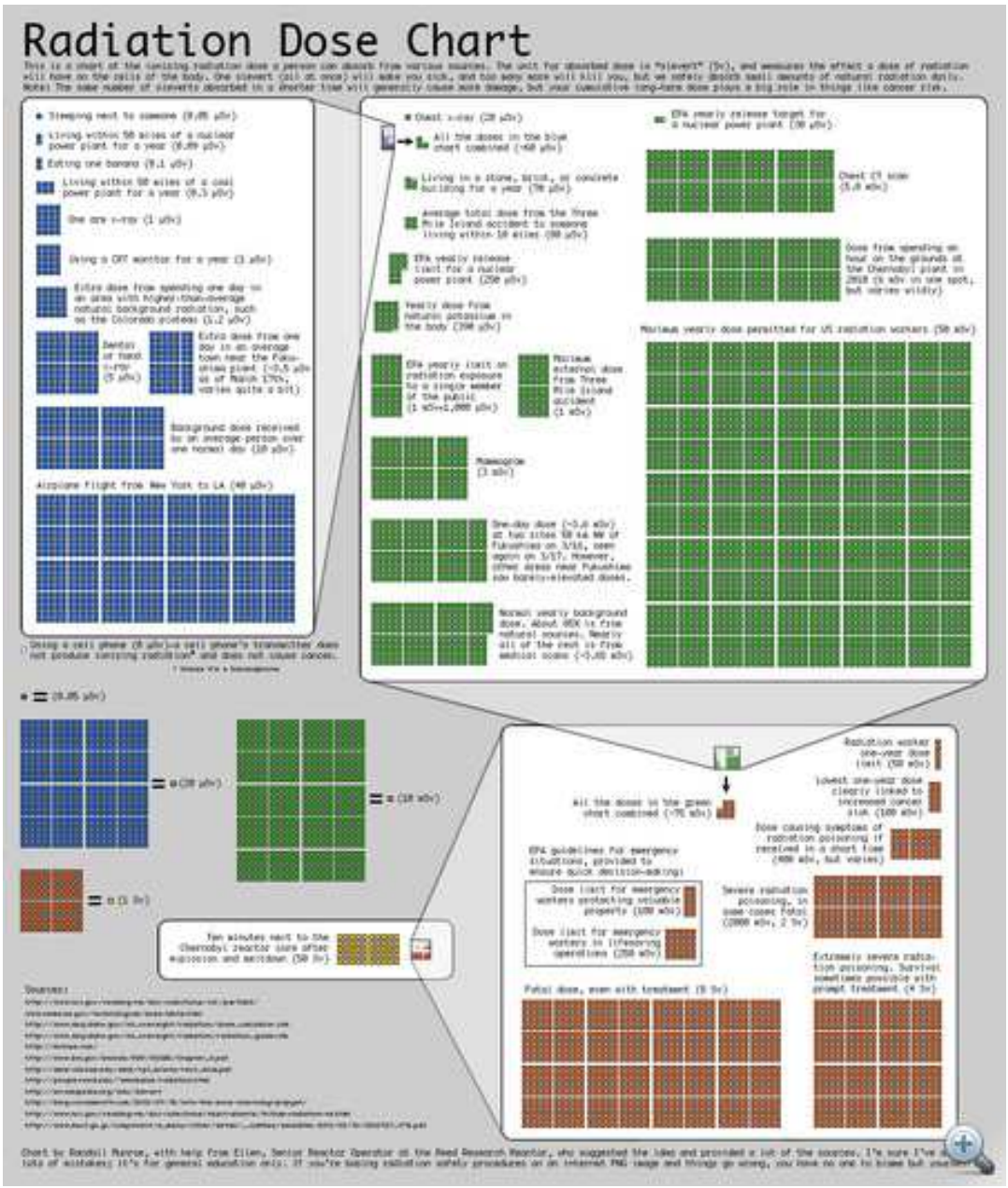


A fukusimai erőmű felépítése

Repülőn nagyobb a sugárzás

Atomerőművekről nem lehet beszélni a radioaktivitás említése nélkül. Ez a jelenség – a nem stabil atommagok bomlása, ami nagy energiájú ionizáló sugárzást kelt – a természetben is előfordul, sőt az emberi szervezetben is 9000 bomlás történik másodpercenként. Radioaktív sugárzás mindenkit és mindenhol ér, életünk során a bennünket ért sugárzás egyharmadát külső forrásból kapjuk, kétharmada származik a belső terhelésből, a bennünk levő természetes eredetű sugárzó anyagokból. A természet átlagos háttérsugárzása nem jelent semmilyen veszélyt az emberre (sőt, az emberiség kifejlődésekor a háttérsugárzás sokkal nagyobb volt).

Ha a szervezetet sugárzás éri, sugárterhelésről beszélünk, nagyságát a dózissal jellemezzük. A dózis azt mutatja meg, hogy a sugárzás mennyi energiát adott le egységnyi tömegű anyagban. Mértékegysége az 1 J/kg dózist jelentő Gy (gray) vagy a Sv (sievert). Előbbi pusztán fizikai mértékegység, utóbbi figyelembe veszi a sugárzás egészségre gyakorolt hatását is, amit a sugárzás fajtája és a besugárzott szerv sugárérzékenysége is befolyásol. Az időegység alatt kapható dózis a dózisteljesítmény (Sv/óra), de sokszor ennek törtrészét használjuk (nSv/óra, mSv/év).



Összehasonlító infografika a sugárterhelésről -

Magyarországon egy ember átlagosan 2,4 milliSievert dózist kap a környezetből egy évben. Ennek körülbelül egyharmada a külső terhelés, ez nagyjából óránként 100 nanoSievertnek felel meg. (A környezeti radioaktivitás legfrissebb méréseit az Országos Sugárzásfigyelő Jelző és Ellenőrző Rendszer honlapján lehet követni.) A lakosságra megadott dóziskorlát évente egy miliSievert a természetes háttér fölött, nem számítva az orvosi beavatkozásból származó terhelést. A földfelszínen minket a légkör árnyékoló hatása is véd az űrből érkező sugárzás ellen, de a magashegységekben élőket nagyobb sugárzás éri, egy tíz kilométer magasságban repülő utasszállító repülőgép utasa pedig már 5 mikroSievert/óra (azaz 5000 nSv/óra, a földfelszínen mért természetes háttérsugárzás ötvenszerese) terhelést kap. Vagyis aki sokat repül, több sugárterhelést kap életében, mint aki máshogy közlekedik, de ennek nincs egészségügyi következménye.

A nemzetközi foglalkozási dóziskorlát öt év alatt 100 milliSievert, de a dózis egyik évben sem haladhatja meg az 50 milliSievertet. Vészhelyzetben ez a korlát megemelhető, a fukusimai baleset elhárításán dolgozó szakemberek egy csoportjánál 250 milliSievertre/évre emelték ezt az

értéket, de valószínűleg ennek sem lesz egészségügyi következménye, és szinte biztos, hogy a krízis után az ott dolgozókat pár évig nem engedik fokozottan radioaktív környezetbe.

Múlt héten a fukusimai erőmű telephelyén 8-10 milliSievert/órás értékeket is mértek, az erőmű szűkebb környezetében azonban már csak néhányszor tíz mikroSievert/óra, Japán távolabbi részein, például Tokióban pedig néhányszor száz nanoSievert/óra volt a legnagyobb terhelés (vagyis a tokióiak egy hónapnyi sugárzásadagot kaptak pluszban egy hét alatt). Ez csak a külső terhelés, a belső terhelés növekedését el lehet és el is kell kerülni, ezért vizsgálják például az élelmiszerek sugárszennyezettségét. Az erőművek közelében dolgozó szakemberek védőfelszerelése is a belső sugárzás megnövekedésétől óv – a külsőtől való védettséghez már vastag ólomfal kellene.

Érdemes ugyanakkor megjegyezni, hogy normál üzemi körülmények között az atomerőművek nem engednek ki radioaktív anyagot, a széntüzelésű erőművekből viszont rendszeresen távozik ilyen, mert a szénben levő, kis mennyiségű radioaktív anyag a szén égetésével feldúsul, és a füsttel a környezetbe kerül. A különböző sugárzásértékeket az Országos Atomenergia Hivatal alábbi táblázata foglalja össze (milliSievertben megadva):

Egy évig élni 80 kilométerre egy normálisan működő atomreaktortól	0,00009 mSv
Egy banán elfogyasztása	0,0001 mSv
Egy évig élni 80 km-re egy széntüzelésű erőműtől	0,0003 mSv
Egy kéz röntgenfelvétele	0,001 mSv
Képcsöves monitor használata egy évig	0,001 mSv
Egy napi külső forrásból eredő természetes sugárterhelés Magyarországon	0,002 mSv
Egy napi természetes eredetű sugárterhelés Magyarországon	0,008 mSv
Egy napi külső forrásból eredő dózis a sérült Fukusima Dai Icsi erőműtől délre 130 kilométerre március 21-én	0,008 mSv
Egy mellkasátvilágítás	0,02 mSv
Egy tengerentúli repülőút	0,05 mSv
Egy napi külső forrásból eredő dózis a Fukushima Dai Ini erőműnél (a sérült Fukushima Dai Icsi erőműtől délre, 10 kilométerre), március 21-én	0,67 mSv
Egy mammográfiás felvétel	3 mSv
Egy évi természetes eredetű sugárterhelés Magyarországon	3 mSv
Egy mellkasi tomográf (CT) felvétel	5,8 mSv
Az évi dóziskorlát a sugárveszélyes helyen dolgozókra	20 mSv
A legkisebb éves dózis, amely már egyértelmű rákkockázat-növekedéssel jár	100 mSv
A baleseti mentésben résztvevők számára megengedett legnagyobb dózis	250 mSv
A legkisebb dózis, amely már közvetlen egészségügyi hatások megjelenéséhez vezethet	400 mSv
A legkisebb dózis, amely már halálos lehet	2000 mSv
Az a dózis, amely már gondos kezelés mellett is nagy valószínűséggel halálos	8000 mSv

Nem kell jódot enni

Egyes elméletek úgy tartják, a sugárzás egészségkárosító kockázata arányos a dózissal, ugyanakkor a szakértők egy csoportja szerint (epidemológiai és laboradatok alapján) a kis dózis akár még előnyös is lehet, mert a védőoltáshoz hasonlóan javítja a szervezet ellenálló képességét. A kérdést a kis dózisok tartományában (200 mSv alatt) nehéz eldönteni, hiszen számos más tényező (táplálkozási és dohányzási szokások, életmód) a sugárzásnál lényegesen nagyobb mértékben befolyásolja egészségünket, így a sugárzás mértékének hatását nem lehet egyértelműen kimutatni.

Gyakran használt analógia a napozás: ha egy alkalommal sokat vagyunk tűző napon, nagyon leégünk és súlyos napszúrást kapunk. Ekkor a hatás kiváltó oka egyértelmű. Ha azonban évtizedekkel később daganatos megbetegedést állapítanak meg, annak oka nem lesz egyértelműen megállapítható.

Jelenlegi ismereteink szerint néhány száz milliSievert összterhelésig nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy káros hatása lenne a sugárzásnak, mert számos más tényező van, ami például daganatos elváltozáshoz vezethet. Ha viszont valaki rövid idő alatt ennél nagyobb terhelést kap, már felléphetnek a sugárzás okozta azonnali egészségügyi hatások, amelyek súlyosságát a megfelelő orvosi ellátás jelentősen csökkentheti. A legkisebb dózis, ami már halálos lehet, körülbelül 2000 milliSievert, 8000 milliSievert pedig orvosi segítség nélkül már gyakorlatilag biztos halált jelent. A sugárbetegséget egyébként a köznyelv gyakran sugárfertőzésnek nevezi – tévesen, mert a sugárbetegek nem fertőznek.



Egymillió emberből két-három jódérzékeny

A fukusimai események után a pánikhíradó több országban elterjesztette, jódot kell szedni, hogy megóvjuk magunkat a radioaktív sugárzástól. Ennek háttere az, hogy a jódnak létezik sugárzó izotópja, ami a pajzsmirigyet károsíthatja, mivel a szervezetbe került jód ott halmozódik fel. Ha azonban a pajzsmirigyet telítjük nem sugárzó jóddal, a szennyezett jód nem tud beépülni a szervezetbe és gyorsabban kiürül. A sugárzó jódizotóp koncentrációja azonban csak a fukusimai baleset közvetlen környezetében nőtt meg, ezért Japánon kívül egyáltalán nem indokolt a jódtabletta szedése – sőt, káros is lehet, mert egymillió emberből két-három esetben súlyos jódallergia léphet fel.

Atomerőművek a jövőnek

Fukusima egyrészt arra volt példa, hogy ha a mérnökök felkészülnek a legrosszabbra, még annál is lehet rosszabb. Másrészt viszont arra, hogy ugyan Japánban összeomlott a villamos energiahálózat, órákig nem működtek a dízelgenerátorok és a kommunikáció is erősen akadozott, nem történt olyan katasztrófa, ami az erőmű közvetlen környezetén kívül meghatározná más térségek sorsát. A nukleáris katasztrófa nem sújtotta Japánt, sem a fővárost, de még Fukusima prefektúra legnagyobb részét sem.

Veszélyes energiák

Az alábbi táblázat a különböző energiafajtákhoz köthető halálesetek számát mutatja. A nukleáris energia számában Csernobil is benne van.

Energiaforrás	1 terawattórára jutó haláleset
Szén (világ)	161
Szén (Kína)	278
Szén (USA)	15
Olaj	36
Földgáz	4
Biomassza	12
Tőzeg	12
Nap	0,44
Szél	0,15
Víz (Európa)	0,1
Víz (világ)	1,4
Nukleáris	0,04

(forrás: NextBigFuture)

Ugyan az atomerőművek biztonságát rendszeres időközönként egyébként is felülvizsgálják, ha valahol történik üzemzavar, az ottani tapasztalatokat az atomerőművek üzemeltetői megosztják egymással. Fukusima után több helyen – így az EU országaiban is – lesznek úgynevezett stressztesztek, amelyek során újra felülvizsgálják a jelenleg üzemelő erőművek biztonságát, különös tekintettel a hűtőrendszerek energiaellátásának többszörös biztosítására. Egy ilyen vizsgálat mindenképpen indokolt, de a katasztrófa után leállítani az atomerőműveket, mint ahogy Németország tette, rövidlátó vagy populista lépés.

Nem, szabad azt sem elfelejteni, hogy a Fukismai erőmű második generációs típus, amelyet a hetvenes években helyeztek üzembe. A ma üzemelő erőművek többsége szintén második generációs, de a most épülők már harmadik generációsok, ezek elsősorban még fejlettebb biztonsági rendszerükben különböznek a korábbi típusoktól. Ezekben már passzív biztonsági rendszer van, ami akár emberi beavatkozás és külső erőforrások nélkül is biztosítani tudja az erőmű leállítását és hűtését. És már tervezőasztalon készülnek a hosszabb távú hasadóanyag-utánpótlást is figyelembe vevő, új elven működő negyedik generációs erőművek, amelyek közül 2030 körül épülhetnek meg az elsők. Az energiapiac elmúlt éveit látva úgy tűnik, szükség lesz rájuk.

(Köszönet a cikkben nyújtott segítségért dr. Pázmándi Tamásnak, a Magyar Nukleáris Társaság alelnökének.)

Élő hidak Indiában

Tücsi a galaktikus | 2011-04-12

Van, a hol nem építik a hidakat, hanem egyszerűen termesztik. Élő építmények India mélyén.



Messze, észak-kelet Indiában, Naghalaya államban találhatók a Khasi-hegyek. Itt él a Khasi népcsoport, amely különleges módszert fejlesztett ki, hogy biztonságban átjussanak a sebes sodrású hegyi folyókon. Élő hidakat építenek, amelyeket egyszerűen növesztenek.



A Cherapunjee városában élők a gumifa gyökereit használják. A bételfa törzsét végig kifúrják, és ebben vezetik a gyökeret, hogy a megfelelőirányba nőjön. Ha a gyökér átért a folyó felett, a túl oldalon legyökerezik, és folytatja a növekedést. A gyökerek az évek során egyre vastagodnak, erősödnek. Körülbelül tizenöt év alatt éri el azt a méretet, hogy az emberek átsétálhassanak rajta.


FUNZUG.COM


FUNZUG.COM



Míg más hidak az évek múltával gyengülnek, ezek a gyökérhidak egyre erősebbek lesznek, élnek, fejlődnek. Épp ezért a legidősebb hidak több mint ötszáz évesek. A leghosszabbak elérik a százméteres hosszúságot, a legerősebbek ötven ember súlyát is elbírják.

Legérdekesebb és legegyedibb a Umshiang kétszintes gyökérhíd. A forgalom itt két szinten halad, egymás felett.




FUNZUG.COM


FUNZUG.COM