

Kitekintés

VEZETŐ GRAFÉNBŐL SZIGETELŐ GRAFÁN

Kibővültek a néhány éve felfedezett, egyetlen atom vastagságú szénréteg, a grafén elektronikai alkalmazási lehetőségei: a szénatomokhoz más, az első kísérletben hidrogénatomokat kapcsolva új anyagok hozhatók létre. Andre Geim professzor és Kostya Novoselov 2004-ben fedezte fel a grafént a Manchesteri Egyetemen. A grafén a grafithez, fullerénhez, nanocsőhöz hasonlóan a szén egyik változata, egyetlen atom vastagságú réteg, tulajdonképpen egy kitekert szén-nanocső. Nagyon jó elektromos vezető, ezért sokféle elektronikai alkalmazásának a lehetősége merült fel. A hatszögű kristályrácsba rendezett szénatomok alkotta grafén a legvékonyabb elektromos vezető anyag. A szénatomok közti kötésekben részt nem vevő elektronokon az összes atom osztozik, ezeknek köszönhető az elektromos vezetőképesség.

A gigahertz tartományban működő mai, tranzistoroknál ezerszer nagyobb frekvencián, a terahertz tartományban működhetnek az új grafén-eszközök. Az ultragyors tranzistorok a távközlésben és a képalkotó eljárásokban kaphatnak szerepet. A grafén felfedezőinek sikerült megváltoztatni a vezetőképességet, a jó elektromos vezetőképességű grafénből szigetelő anyagot hoztak létre. A megoldás elvben nagyon egyszerű: minden szénatomhoz hozzákapcsoltak egy hidrogénatomot, a kétdimenziós anyag, a grafánkristály szigetelő tulajdonságokat mutat. A hidrogénezés

során a hidrogénatom egyetlen elektronját megosztja egy másik atommal. A hidrogénezés nem egyszerű művelet, először atomjaira kell bontani a kétatomos hidrogéngáz-molekulát. A grafén esetében hidrogén plazmakisülést alkalmaztak, a kisülés a grafénlaptól távolabb ment végbe. A hidrogénezés megfordítható, a szigetelő grafánból visszaállítható a grafén. A kutatások több irányban folytatódnak. Keresik a hidrogénezés optimális megoldását és a hidrogéneken kívül megpróbálnak más atomokat is a grafénhez kötni.

Megnyílt az út sokféle új anyag létrehozása, kipróbálása felé. Lehetőséget látnak arra, hogy egyetlen anyagot módosítsanak az elektronikai alkalmazások igényeinek megfelelően, nem lesz szükség különböző anyagok összeépítésére. A kémiaileg módosított, félvezetővé tett grafán tranzisztorként működik, az összeköttetéseket pedig az eredeti, jó vezetőképességű grafén biztosítja. A grafén jó hidrogénmegkötő képessége miatt szerepet kaphat hidrogéntárolóként a jövő hidrogén-fűtőanyag technológiáiban.

Flexibilis elektronikai és optoelektronikai eszközök fejlesztésénél nagy igény van nagyteljesítményű, átlátszó és nyújtható elektródákra, a legígéretesebb anyag a grafén. A mikroméreteken mutatott kiváló tulajdonságokat eddig nem tudták nagyobb méretű felületeken megőrizni. Dél-koreai kutatók megtalálták a megoldást: vékony nikkelrétegre párologatással vitték fel a grafénréteget, majd a nikkelről átvitték más, tetszőleges felületre, például szilícium-oxidra. A szilíciumfe-

lületen kialakított mintázatban a grafén szolgált nyújtható elektródaként. A centiméteres méreteken létrehozott grafén a kisebb felülethez hasonló kiváló elektromos vezetőképességét és optikai transzparenciát mutatott.

Savchenko, Alex: Transforming Graphene. *Science*. 30 January 2009. **323**, 589–590.

Elias, D. C. et al.: Control of Graphene's Properties by Reversible Hydrogenation: Evidence for Graphane. *Science*. 30 January 2009. **323**, 610–613.

Kim, Keun Soo et al.: Large-scale Pattern Growth of Graphene Films for Stretchable Transparent Electrodes. *Nature*. 15 February 2009, **457**, 706–708.

J. L.

HIÁBA SZÓRJUK A VASPORT AZ ÓCEÁNOKBA?

További kétségek merültek fel, vajon ki lehet-e vonni a légkör szén-dioxid tartalmának nagy részét úgy, hogy az óceánba szórt vasporral serkentjük az algák szaporodását. Az RSS Discovery brit kutatóhajón 2004–2005-ben a Dél-Afrikától 2000 kilométerre fekvő Cruzet-szigetek környékét tanulmányozták. 200 méter mélységben, ahol néhány évtizedig megmarad az algák által megkötött szén, nyolcvanszor kisebb hatást észleltek, mint a Kerguelen tartományban korábban végzett méréseknél. Lehet, hogy az óceán vidékenként eltérő módokon reagál a vasporra? Kerguelen környékén egyszerre öntöttek nagy mennyiségben vasport a vízbe, a Cruzet-szigetekenél a szél juttatta folyamatosan a vasban gazdag port a tengerbe. Bármekkora is legyen a vaspor hatása az algák szaporodására, szénmegkötő képességére, a légköri szén-dioxid ezzel a módszerrel nem csökkenthető jelentő-

sen. Becslések szerint, ha a Föld teljes óceáni vízfelszíne kedvezően reagálna a vasporra, akkor sem fejtene az ki nagy hatást az atmoszféra szén-dioxid tartalmára. Nem érdemes a módszer gyakorlati alkalmazásával számolni, a kutatások természetesen folytatódnak.

A Déli-Óceánra készül a német–indiai LOHAFEX-expedíció. Argentína és az Antarktisz között egy 300 négyzetkilométeres területen 20 tonna vas-szulfátot terveznek a vízbe juttatni. A német tudományos minisztérium környezeti és politikai aggályok miatt elhalasztotta a kísérletet, független szakértők véleményére várnak.

Schiermeier, Quirin: Ocean Fertilization: Dead in the Water? *Nature*. 29 January, 2009. **457**, 520.

Pollard, Raymond T. et al: Southern Ocean Deep-water Carbon Export Enhanced by Natural Iron Fertilization. *Nature*. 29 January, 2009. **457**, 577–580.

J. L.

A HOLDNAK VOLT MÁGNESES TERE?

Az Apollo-missziók során a Holdról hozott kőzetminták mágnesség nyomait mutatták, de azóta sem tisztázódott, hogy ez a mágneses tér becsapódások következtében jelent-e meg, vagy a Hold saját, belső terének nyoma volt. A Massachusetts Institute of Technology kutatói, Ian Garrick-Bethell és munkatársai a legidősebb olyan Apollo-mintát elemezték, amely nem szenvedett el becsapódást. A minta 4,2 milliárd évesnek bizonyult. Rekonstruálták a mintát ért hőhatások történetét, történeti keretben hasonlították össze más ásványok maradék mágnességével. Az adatok szerint a Holdnak erős, tartósan fennálló

mágneses tere volt, amelyet minden valószínűség szerint vezető, dinamóként működő belső vasmagja hozott létre. A mágneses tér erőssége 4,2 milliárd éve legalább 1 mikrotesla lehetett. (A földmágneses tér erőssége ma a mágneses pólusoknál 66 mikrotesla, Magyarországon 48 mikrotesla körül van.)

Garrick-Bethell, Ian: Early Lunar Magnetism. Science. 16 January 2009. 323, 356–59

J. L.

VILÁGSZÍNVONALÚ PROSZTATARÁK-DIAGNOSZTIKAI LABOR A SEMMELWEIS EGYETEMEN

A prosztatarák még pontosabb diagnosztikájának lehetőségét teremti meg az a molekuláris biológiai laboratórium, amely február végén kezdte meg működését a Semmelweis Egyetem I. sz. Belgyógyászati Klinikáján. Dr. Lakatos Péter professzor, a laboratórium vezetője elmondta: a világon csak 25 olyan labor van, amely a szükséges amerikai akkreditáció megszerzése után vállalkozhat a PCA3 génről átíródo hírívő RNS vizsgálatára, Közép-Kelet-Európában ez az egyetlen ilyen létesítmény.

A PCA3 fehérjét kódoló gén jelen van az örökítő anyagban, de egészséges sejtekben nem működik. Nemrégén felfedezték, hogy prosztatarákos sejtekben a gén aktív lesz, legalábbis olyan szinten, hogy róla hírívő (messenger) RNS íródik át. Maga a PCA3 fehérje azonban ezekben a sejtekben sem szintetizálódik – ennek oka, illetve jelentősége nem ismert. Az azonban bizonyítottan tekinthető, hogy az RNS jelenléte kb. 80 %-os valószínűséggel prosztatarák jelenlétére utal.

A prosztatarák a férfiak körében a negyedik leggyakoribb rosszindulatú daganat. Ma-

gyarországon évente 2500 új megbetegedést diagnosztizálnak, és a kór 1500 férfi halálát okozza. Jelenleg a diagnózis alapja a fizikális, illetve ultrahangos vizsgálat, valamint az ún. prosztataspecifikus antigén (PSA) mennyiségének vérből történő megállapítása. Ha a PSA érték magas, és megtalálják az elváltozást is, mintavétel, majd szövettani vizsgálattal felállítható a pontos diagnózis.

A probléma azonban az, hogy a PSA szintjét a jóindulatú prosztata megnagyobodás is emeli: a PSA analízis diagnosztikus értéke mindössze 20 %-os, azaz csak minden ötödik emelkedett PSA érték jelez valóban rosszindulatú betegséget. A diagnózis felállítása azokban az esetekben jelent gondot, amikor a PSA szint emelkedett, de nem találunk daganatot. Ilyenkor a szakemberek nem tudják, hogy a magas PSA érték azt jelenti-e, hogy a rákos elváltozás olyan kicsiny, hogy az ultrahang nem képes az érzékelésére, vagy valamilyen jóindulatú folyamatról van szó. Ilyenkor néhány havonta mintát vesznek a prosztataból, és elvégzik a szövettani analízist, ez azonban „véletlenszerű”, hiszen nincs konkrét elváltozás, amelyet megcéloznának a mintavétel során. Magyarországon évi 700–1000 ilyen bizonytalan diagnózis esetén kell meghozni a nehéz döntést, hogy érdemes-e megkezdeni a komoly mellékhatásokat, például férfiklimaxot előidéző hormonkezelést.

Lakatos Péter elmondta: ilyen esetekben érdemes a 20 %-os specificitású PSA kimutató mellett a 80 %-os biztonságot nyújtó PCA3 tesztet is alkalmazni, hisz annak pozitivitása esetén orvos és beteg is sokkal biztosabb lehet abban, hogy érdemes vállalni a daganatellenes terápia mellékhatásait. A PCA3 hírívő RNS kimutatása egyébként nem vérből, hanem vizeletből történik. Jelenleg a tesztet nem fizeti az OEP, hiszen a módszer új, világszerte

most kezd terjedni, ám megkezdődtek a biztosítóval a tárgyalások a finanszírozás érdekében. A laboratórium közép-kelet-európai centrumként kíván működni, azaz nem csak hazánk minden részéből, de a környező országokból is lehet kérni a vizsgálat elvégzését.

Sok országban folynak kutatások azzal kapcsolatban, hogy a PCA3 gén kimutatását milyen egyéb daganatos betegség diagnosztizálásában lehet és érdemes felhasználni.

G. J.

ÁTTÖRÉS AZ ÖSSEJTKUTATÁSBAN

A torontói Mount Sinai Hospital kutatói a magyar Nagy András vezetésével áttörést értek el a testi sejteket összejtké alakító technológiában – írja a *Nature*.

Az összejtkutatások újabb iránya, hogy testi sejteket próbálnak pluripotens összejtké alakítani. Az elképzelés az, hogy sejtpusztulással járó betegségek – infarktus, Parkinson-kór, vagy 1-es típusú cukorbetegség – esetén a páciens elpusztult sejtjeit saját testi sejtjeiből származó összejtek felhasználásával próbálják meg pótolni. Az eljárás személyre szabott kezelést jelentene a regeneratív orvoslásban: például a beteg bőrének néhány sejtjét eltávolítanák, visszaprogramoznák összejtké állapotba, az összejteket olyan sejtjé alakítanák, amilyenre szükség van, és az így kapott sejteket juttatnák vissza a szervezetbe. Mivel a terápiában a páciens saját sejtjeit használnák, nem kellene a kilökődés veszélyével számolni.

Az elmúlt években jelentős eredmények születtek a testi sejtek, például bőrből származó hámsejtek összejtké alakításával kapcsolatos kutatásokban, „de mindnyájan tudtuk, hogy ezeket a sejteket nem lehetne beadni bete-

geknek – mondja Nagy András. Az összejtké válást ugyanis gének bevitelével lehet elérni, és ezek a gének olyankor is aktiválódhatnak, amikor nincs már rájuk szükség. Például tumort idézhetnek elő. Mi olyan módszert dolgoztunk ki, és ezt közöltük most a *Nature*-ben, amellyel az összejtké alakulás után biztonságosan el tudjuk távolítani ezeket a *transzformáló* géneket, mintha sosem lettek volna ott. Tehát csak addig vannak jelen és addig dolgoznak, ameddig szükség van rájuk. Feltevézéseink szerint ez nagymértékben csökkenti a potenciális veszélyeket, ezért reméljük, hogy felfedezésünk eredményeként rövidebb lesz az az idő, amíg ez a fajta összejtké-terápia eljut a klinikai gyakorlatba. Persze addig még nagyon sok munka áll előttünk, hiszen még sok dolgot – egyebek között a veszélytényleges csökkenését – kell bizonyítanunk.”

Idén az Egyesült Államokban megkezdődnek a klinikai vizsgálatok: gerincvelői sérülteket próbálnak majd – egyelőre – embriónális összejtkével gyógyítani.

Nagy András hangsúlyozza: elfogadhatatlan, hogy a világ bizonyos részein gyakorlatban is alkalmazzanak összejtké-terápiát, miközben rengeteg megválaszolatlan kérdés van ezzel kapcsolatban. A kutató a legnagyobb veszélynek a tumorképződést tartja. „Ha a beültetett, bizonytalan eredetű sejtek néhány héten belül elpusztulnak, a beteg értelmetlenül költött el sok pénzt. Ha azonban a sejtek életben maradnak és tumort indukálnak, a betegek életükkel fizethetnek a bizonytalan beavatkozásért” – mondja a torontói Mount Sinai Kórház laboratóriumának vezetője.

Nature, March 1, 2009; DOI: 10.1038/nature07863

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia