Debelost – razvada ali bolezen

Nagnjenost k debelosti je močno pogojena z našimi geni

Čezmerna telesna teža ali debelost postaja v razvitih državah vedno večji problem. V ZDA in Veliki Britaniji ima danes že več kot 25 odstotkov prebivalcev čezmerno telesno težo, preostale razvite države pa jim hitro sledijo. Čezmerna telesna teža je ne le psihološki ali morda estetski problem, temveč je močno povezana z resnimi zdravstvenimi problemi. Prav tako nagnjenost k debelosti ni le posledica nezdravih prehranjevalnih in drugih življenjskih navad, temveč je v veliki meri zapisana v naših genih. Zato lahko nekateri ljudje pojedo ogromno sladkarij in drugih visokokaloričnih živil, vendar se ne bodo zredili, nekdo pa se bo zredil zelo hitro brez pretiravanja pri hranjenju. Zaradi genetskih razlogov za debelost je večini ljudi, ki so bili debeli in so shujšali, mnogo teže ohranjati nizko telesno težo kot pa nekomu, ki je vedno bil suh.

Ohranjevanje stalne telesne teže je v organizmu zelo pomembno za samo preživetje – ljudi ali živali. Mehanizme, ki v organizmu uravnavajo telesno težo, si lahko predstavljamo kot tehtnico, pri kateri je na eni strani vnos energije (prehranjevanje) in na drugi strani njena poraba. Če obe skodelici (se pravi, poraba in vnos energije v telo) nista v natančnem ravnovesju, so lahko posledice hude in lahko ogrozijo življenje. Pri zmanjšanem prehranjevanju ali povečani porabi energije organizem prične izgubljati težo in lahko tudi umre zaradi sestradanosti, v nasprotnem primeru, ob zmanjšani porabi in povečanem vnosu hrane, pa se razvije debelost.

Zaradi pomembnosti ohranjevanja telesne teže za preživetje so se med evolucijo razvili številni mehanizmi, ki skrbijo, da tehtnica ostaja skrbno v ravnovesju. Ker pa je v naravnih razmerah, v katerih še vedno živijo divje živali in v kakršnih so živeli naši predniki, navadno težko priti do visokokalorične hrane, so se precej močneje razvili mehanizmi, ki zagotavljajo preživetje človeka ali živali tudi ob zmanjšanih virih hrane. V današnjem času pa to ni več potrebno. V razvitih državah ima večina ljudi neoviran dostop do živil, mehanizmi v organizmu, ki preprečujejo debelost, pa so manj pomembni kot mehanizmi, ki preprečujejo stradanje in izgubo telesne teže, zato je pojav debeloti v današnjem svetu tako razširjen. Danes pa ti mehanizmi delujejo proti nam, saj nam življenje omogoča, da porabo energije z uporabo avtomobilov, dvigal in drugih pridobitev civilizacije zmanjšamo na minimum, hkrati pa imamo nenehno dostop do visokokaloričnih živil.

Zanimiv je tudi družbeni pogled na pojav debelosti, saj se pojavnost debelosti v različnih družbenih slojih spreminja v skladu z razvitostjo družbe. Na določeni stopnji razvitosti družbe, ko so razmeroma bogati le najvišji sloji, je debelost prisotna predvsem pri njih. Z nadaljnjim razvojem družbe, ko veliko ljudi doseže določeno premoženjsko raven in ima večina ljudi pristop do dovolj visokokaloične hrane, pa se navadno zaradi ozaveščenosti o problemu zmanjša debelost v višjih slojih družbe, ki pričnejo spet jesti bolj zdravo hrano in se več gibati, poveča pa se pojavnost debelosti v srednjih in nižjih slojih.

Genetski vzroki debelosti

Nagnjenost k debelosti je močno pogojena z našimi geni, vendar teh procesov v veliki meri še ne razumemo. Poleg inzulina, ki ohranja raven sladkorja v krvi ne glede na hranjenje ali porabo energije, je eden najpomembnejših urejevalcev prehranjevanja in telesne teže pred nekaj leti odkrit hormon leptin. Leptin (ime izvira iz grške besede *leptos* suh) je beljakovinski hormon, ki ga proizvajajo maščobne celice. Te ga izločajo v kri, po kateri potuje do možganov. V delu možganov, imenovanem hipotalamus, leptin preda sporočilo o tem, koliko je maščobnih zalog v organizmu. Če je količina tolšče v našem telesu povečana, se poviša tudi raven leptina v krvi. Ta povišana raven leptina pa v možganih sproži procese, ki privedejo do zmanjšanja prehranjevanja.

Odkritje leptina leta 1994, še posebno pa raziskave, ki so pokazale, da miške shujšajo, če jim vbrizgamo leptin, so zbudile veliko upanja, da bomo kmalu imeli čarobno injekcijo ali tabletko za hujšanje. Na žalost so se ta upanja pokazala za prenagljena, saj danes vemo, da pri večini ljudi s čezmerno telesno težo ni problem, da bi imeli premalo leptina v krvi, temveč se njihovi možgani sploh ne odzovejo na njegov povišani nivo.

V zadnjih letih so sicer odkrili nekaj ljudi, ki trpijo za tako imenovano morbidno ali smrtno debelostjo, pri katerih so ugotovili napako v genu za leptin. Tako so pred kratkim znanstveniki iz Velike Britanije opisali primer punčke, ki je pri devetih letih tehtala več kot 100 kg in imela bolestno slo po hranjenju. Starši so morali vso hrano zaklepati, punčka pa je jedla vse, kar ji je prišlo pod roke, z zmrznjeno ali odpadno hrano vred, če pa ni mogla priti do hrane, je postala izjemno agresivna. Pri tej punčki so ugotovili mutacijo (spremembo v zaporedju DNK) v genu za leptin. Ker zaradi te mutacije ni imela hormona leptina v krvi, so poskusili z zdravljenjem tako, da so ji redno vbrizgavali zmerne odmerke leptina. Punčka se je na to zdravljenje odzvala bolje, kot so pričakovali, izgubila je slo po iskanju hrane za vsako ceno in že po nekaj mesecih tudi shujšala. Vendar so to le zelo redki primeri debelosti pri ljudeh. Kot smo dejali, je pri debelih ljudeh večinoma problem, da so možgani neobčutljivi za leptin. Zato je veliko raziskav v zadnjih letih usmerjeno v procese, ki jih spodbudi leptin in ki privedejo do zmanjšanje hranjenja, pa tudi v raziskave, kako se sploh zgodi, da so nekateri ljudje neobčutljivi za leptin.

Danes poznamo že precej molekul, ki v možganih ali spodbujajo ali zavirajo hranjenje, vendar smo še vedno precej daleč od tega, da bi razumeli, kako številne molekule v različnih delih možganov sodelujejo med seboj. Kot smo dejali, je glavni kraj delovanja leptina najverjetneje hipotalamus, del možganov, ki ureja prehranjevanje in delovanje celotnega endokrinega sistema. Hipotalamus je sestavljen iz več delov, tako imenovanih jeder, med katerimi je za delovanje leptina najpomembnejše arkvatno jedro. To jedro namreč vsebuje številne leptinske receptorje, ki so nujno potrebni za delovanje leptina, poleg tega pa leži tik nad delom možganov, imenovanim mediana eminenca, ki je verjetno eno od redkih mest, kjer leptin lahko vstopi v možgane. Vedeti namreč moramo, da so naši (in živalski) možgani obdani s posebno ovojnico, ki natančno nadzira, kaj vstopi skupaj s krvjo vanje. Skozi to ovojnico, ki jo imenujemo možgansko-krvna prepreka, lahko vstopajo le dokaj majhne molekule. Leptin pa je precej velik beljakovinski hormon, ki ne bi mogel prečkati te ovire. Mediana eminenca je eno redkih mest, kjer lahko v možgane vstopajo tudi večje molekule, in najverjetneje prav tu leptin vanje tudi vstopi.

V arkvatnem jedru leptin nato spodbudi delovanje živčnih celic, ki pričnejo proizvajati nekatere druge snovi, te pa neposredno ali posredno v drugih delih možganov spodbujajo ali zavirajo apetit. Med temi snovmi, katerih proizvodnjo v hipotalamusu spodbudi leptin, so verjetno najpomembnejše nevropeptid Y, ki izjemno močno spodbuja apetit, melanokortin, ki močno zavira hranjenje, ter snov, podobna beljakovini aguti (agouti related protein; AGRP), ki podobno kot nevropeptid Y močno spodbuja hranjenje, deluje pa najverjetneje tako, da preprečuje delovanje melanokortina.

Poleg teh snovi lahko zavirajo ali spodbujajo hranjenje še številne druge snovi, vendar za mnoge med njimi še ne vemo, ali imajo dejansko kakšno vlogo v organizmu pri uravnavanju telesne teže. Zanimiv med temi snovmi je oreksin. Oreksin so prvotno odkrili kot dejavnik, ki spodbuja hranjenje. Presenetljivo je bilo nato odkritje, da miške, ki te snovi nimajo, kažejo znamenja bolezni, imenovane narkolepsija, ki jo poznamo pri ljudeh in živalih. Znaki te bolezni so nenadna zaspanost, ki vodi celo do tega, da ljudje nenadoma, včasih kar stoje, zaspijo sredi kakega dela. To je pokazalo, da ima ta snov drugačen pomen, in danes menimo, da orexin ne spodbuja hranjenja, temveč miške, ki te snovi nimajo, pojedo manj hrane preprosto zato, ker zaradi narkolepsije spijo precej več časa kot normalne miške in imajo tako na voljo manj časa za prehranjevanje.

Miške z genetsko pogojeno debelostjo

V zadnjih letih smo se naučili zelo veliko o mehanizmih urejevanja telesne teže s proučevanjem miš, ki so zaradi genetskih napak zelo debele. Obstaja namreč nekaj sevov miš, ki zaradi naravnih mutacij v določenih genih postanejo zelo debele. Verjetno najbolj znana seva sta ob/ob in db/db miške. Ta dva seva poznamo že precej let in že pred nekaj desetletji so znanstveniki predvidevali, da gre pri teh miškah za genetske napake v hormonu, ki telesu sporoča stanje maščobnih zalog (pri ob/ob miškah) oziroma za napako v receptorju za ta hormon pri db/db miškah. Ta predvidevanja so se izkazala za resnična sredi devetdesetih let, ko so prav s proučevanjem teh miš raziskovalci odkrili hormon leptin, ki je okvarjen pri ob/ob miškah, in njegov receptor, ki je okvarjen pri db/db miškah.

Debelost pri teh miškah spominja na že prej omenjeno smrtno debelost pri ljudeh. Miške postanejo izjemno debele že v rani mladosti in odrasle tehtajo tudi do trikrat več kot zdrave miške. Zelo znane so tudi aguti miške, ki se tako imenujejo zaradi značilne rumenorjave barve kožuščka. Tudi te miške postanejo zelo debele, so pa v nasprotju z ob/ob in db/db miškami tudi nekoliko daljše. Vzrok za debelost pri teh miškah je čezmerna izraženost beljakovine, imenovane aguti, ki ima enako delovanje kot prej omenjena aguti podobna beljakovina, torej zavira delovanje melanokortina in tako močno spodbuja apetit teh miš.

Da je to res vzrok za debelost pri teh miškah, je bilo potrjeno z vzgojo miš brez receptorja za melanokortin, pri katerih se pokažeta enaka čezmerna rast in debelost kot pri aguti miškah. Presenetljivo je bilo odkritje, da miške, ki nimajo snovi nevropeptid Y, ne kažejo nobenih motenj v prehranjevanju ali vzdrževanju telesne teže. Vendar to najverjetneje ne pomeni, da nevropeptid Y nima vloge pri uravnavanju teh procesov, pač pa so se pri ljudeh in živalih razvili mehanizmi, ki lahko nadomestijo delovanje nevropeptida Y.

Poleg omenjenih sta znana še seva miš, imenovana Fat in Tubby. Pri prvem gre za okvaro encima, ki je udeležen pri nastanku več hormonov, ki sodelujejo pri urejanju telesne teže, med drugim inzulina in melanokortina. Natančnega vzroka za debelost pri miškah Tubby za zdaj še ne poznamo, najverjetneje pa gre pri njih za nepravilen razvoj nekaterih delov hipotalamusa.

V našem laboratoriju smo v zadnjem letu razvili nov model miš z genetsko pogojeno debelostjo. Te miške nimajo gena, imenovanega steroidogeni faktor 1 (SF-1), ki ima pomembno vlogo pri razvoju in delovanju endokrinih organov. Zelo zanimiva značilnost miš brez steroidogenega faktorja 1 je, da se v njihovem hipotalamusu ne razvije samo en natanko določen majhen del, vsi drugi deli pa so popolnoma normalni. Zaradi odsotnosti tako imenovanega ventromedialnega jedra te miške pojedo več hrane in odrasle postanejo precej debelejše (tehtajo enkrat več) kot njihove normalne vrstnice.

Dragocena »mišja« spoznanja

Opisani živalski modeli debelosti nam veliko pomagajo pri razumevanju procesov nastanka debelosti, niso pa neposredno povezani z nastankom debelosti pri večini ljudi, saj so podobne mutacije, kot so bile opisane pri teh miškah, pri ljudeh zelo redke (tako tudi pri miškah). Kot smo že dejali, je bilo do zdaj opisanih le nekaj primerov ljudi s spremenjenim genom za leptin, podobno pa je pri drugih genih, tako do zdaj poznamo le enega pacienta z okvaro v genu za steroidogeni faktor 1.

Kljub temu so raziskave teh miš izjemno pomembne. Z njihovo pomočjo so bili odkriti leptin, melanokortin in mnoge druge snovi in te raziskave nam bodo v prihodnosti gotovo pomagale še bolje razumeti mehanizme nadzora telesne teže v organizmu. To bo zagotovo nekoč v prihodnosti pripeljalo do zdravil za hujšanje.

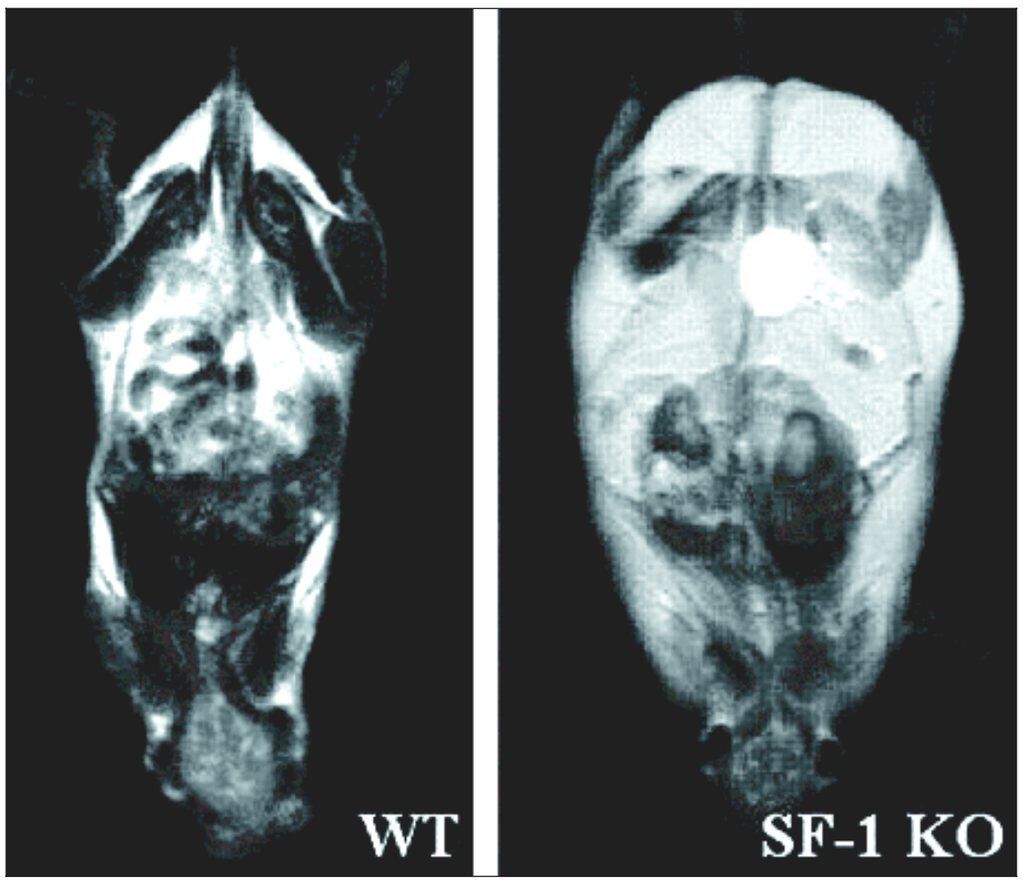
Dandanes več raziskovalnih skupin po svetu poskuša razviti snovi, ki bi delovale podobno kot melanokortin in bi zavirale prehranjevanje, vendar pri večini teh snovi obstaja velik problem, kako zagotoviti, da bodo prešle skozi krvno-možgansko prepreko. Danes namreč poznamo že nekaj snovi, s katerimi lahko pri miškah zavremo hranjenje, zato te miške shujšajo, vendar moramo vse te snovi vbrizgati skozi to prepreko, da bi delovale, kaj takega pa pri ljudeh seveda ne pride v poštev.

Odkritje leptina pred 6 leti je sprožilo veliko optimizma glede čarobne tabletke za hujšanje, a se je izkazalo, da je dosti prenagljen. Raziskave v letih po odkritju leptina so nam kljub temu že razkrile mnoge skrivnosti nadzora nad telesno težo in prehranjevanjem in nedvomno se bo naše znanje v prihodnjih letih še močno povečalo. Napovedovati, kdaj bomo te procese poznali tako dobro, da jih bomo lahko tudi uravnavali in na ta način preprečevali debelost pri ljudeh, pa je nehvaležno.

Za zdaj se zdi, da so ti procesi tako zapleteni, da bo treba še precej let trdega dela, preden jih bomo poznali dovolj dobro, da bomo nanje lahko tudi vplivali, zato pa bo najverjetneje nadzor nad prehranjevanjem in telesno aktivnostjo še nekaj časa najpomembnejši dejavnik za preprečevanje debelosti pri ljudeh.

Gregor Majdič

Normalna miška (levo) in miška brez gena SF-1. Opazna je očitna razlika v velikosti (debelosti med obema miškama).



Slikanje z jedrsko magnetno resonanco. Svetlosiva barva predstavlja maščobo in pri primerjavi slik se različno vidi izjemno povečana količina tolšče pri miški brez gena SF-1 (SF-1 KO).

Popravek

V prilogi *Znanost*, ki je izšla 8. novembra letos, je računalniški škrat poskrbel za napako pri pisanju priimka ene izmed novih doktoric znanosti. Doktorica znanosti s področja farmacije je postala **Pegi Ahlin**. Za napako se opravičujemo.

Uredništvo priloge Znanost

Mnenje

Roman Jerala

Znanstvena (ne)poštenost

Marsikaj je narobe s financiranjem znanosti v Sloveniji, začenši z mačehovskim odnosom izvršne oblasti pri odmerjanju sredstev in očitno le deklarativnim zavzemanjem za nove tehnologije, vendar na določeni točki znanstveniki ne moremo prevaliti krivde na državo in ministrstvo. Gre za ocenjevanje in razdeljevanje sredstev za projekte, programe, opremo in izbor mladih raziskovalcev. O tem odloča ekspertni sistem, ki ga sestavljajo znanstveniki sami, bolje rečeno, tisti, ki so bili kot najeminentnejši predstavniki posameznih področij znanosti imenovani za nacionalne koordinatorje. Žal po tej plati v Sloveniji še vedno kraljujejo balkanske navade. Vedno znova se ponavlja, da se kriteriji oblikujejo poljubno, in namesto strokovnih meril so pomembne le »bližina korita« in še posebno zloglasne »dote« (za nepoučene: število ur, ki jih je prej imel določen projekt oziroma skupina).

Poglejmo, da ne bo vse obstalo le pri abstraktnem razglabljanju, za ilustracijo konkretna primera, kjer so bili strokovni kriteriji grobo poteptani.

Skupina, sestavljena iz raziskovalcev več raziskovalnih inštitutov in fakultet ter velikega slovenskega podjetja, je pripravila predlog aplikativnega projekta, ki je vseboval razvoj moderne metodologije za razvoj novih zdravil na osnovi temeljnih raziskav, torej je združeval tako kvalitetno znanost kot tudi potencialno uporabnost. Projekt je bil, po zaslugi dobrih referenc raziskovalcev in vsebine, celo uvrščen na prvo mesto na določenem raziskovalnem področju. Do tod torej presenetljivo dobro, ustavilo pa se je pri koordinatorju polja, ki je projektu (katerega edina slabost je bila, da ni imel dote) dodelil 200 (z besedo: dvesto) ur, torej manj kot eno osmino raziskovalca, to pa je bilo več kot desetkrat manj kot drugi, slabše uvrščeni projekti na istem področju, ki pa so po inerciji od prej imeli »doto«. Na podlagi pritožbe je projekt kljub dvigu števila ur na slabi dve tretjini raziskovalca (!) ostal pohabljen in ga pri življenju ohranjajo le še raziskovalci, ki mu zaradi svojega lastnega zanimanja posvečajo precej več ur, kot je bilo financiranih, ter podpora podjetja (ki državi prek davkov sicer prispeva zelo veliko denarja) na podlagi dvostranske pogodbe. Kratko sta potegnila predvsem interdisciplinarni pristop in združevanje raziskovalcev z različnih institucij pri tem projektu, ker jih pač ni iz česa plačati.

Drug nedavni primer je zavrnitev financiranja mlade raziskovalke s povprečno oceno študija 8,8 in mentorjem z več kot 500 citati v mednarodni literaturi. Program usposabljanja je bil predlagan na zelo relevantnem področju, kjer preti, da bo programska skupina ostala brez enega samega mladega raziskovalca, vsi mladi raziskovalci na tem področju (tudi takšni s slabšim učnim uspehom in mentorjem s slabšimi referencami) pa so bili dodeljeni v matično organizacijo koordinatorja. Zelo veliko skrb zbuja to, da kljub tarnanju o nezanimanju za naravoslovne in tehnične smeri kandidati, čeprav zelo talentirani, ki ne dobijo mesta mladega raziskovalca, nimajo po propadu financiranja podiplomskega študija prek Slovenske znanstvene fondacije nobene druge alternative za materialno preživetje med podiplomskim študijem in raziskavami, ki zahtevajo celega človeka. V prid objektivnosti moram omeniti, da je v tem primeru pritožba pri MZT uspela, to pa kljub vsemu vliva vsaj nekaj optimizma.

Obe omenjeni odločitvi so žal sprejeli znanstveniki in ne administratorji na MZT. Vsaj deloma se tega problema na MZT očitno zavedajo, saj so postavili določilo, da nihče ne sme biti dvakrat zapored koordinator določenega področja, to pa še vedno ne preprečuje, da znanstveniki, ki odločajo o sredstvih (opravičujem se vsem tistim, ki ne delajo na tak način), ne bi skrbeli predvsem zase in za svoje organizacije. Tudi uporaba zunanjih ocenjevalcev po lastnem izboru za ocenjevanje projektov se v preteklosti ni obnesla, saj je marsikdo dobil prijatelja v tujini, ki mu je, da revež ne bi ostal brez denarja, namenil najvišje ocene. Lahko si mislimo, kakšen vtis o slovenski znanosti nastaja na ta način v tujini.

Osnovni pogoj bi moral biti, da bi bil vsakdo izključen iz dodeljevanja sredstev samemu sebi. V takšnih razmerah, to je, dokler se ne naučimo osnovne etike znanstvene korektnosti, je najbrž edini izhod strogo spoštovanje točk, izračunanih na podlagi merljivih količin, kot so odmevnost dosedanjega dela, število člankov, mednarodnih patentov, ocena študija ali pa za vsako področje posebej najem zunanjih recenzentov, ki nimajo konflikta interesov oziroma povezav z nobenim ocenjevancem. Izbor golih številčnih kriterijev ima seveda številne pomanjkljivosti, ker se za njimi lahko skriva marsikaj, in v osnovi bi znanstveniki morali biti sposobni celostno oceniti kvaliteto svojih kolegov (»peer review«). Očitno bo treba narediti velik kulturni preskok, preden bodo znanstveniki v Sloveniji prenehali gledati na določena področja kot na svoje lastne fevde (saj ni nič drugače kot v politiki) in bodo pripravljeni objektivno oceniti in s tem dodeliti sredstva tudi drugim kompetentnim kandidatom. Še posebno kritičen je položaj za mlade raziskovalce, ki začenjajo samostojno znanstveno pot.

Samo majhnost prebivalstva ne more biti vzrok za omenjene anomalije, saj so mi kolegi iz štirimilijonske Danske zatrdili, da pri njih tovrstnih pojavov ni, čeprav koordinatorje preventivno tudi pri njih menjajo na vsaka tri leta. Res pa je Danska skupaj s Finsko že vrsto let na vrhu lestvice najmanj korumpiranih držav, ki jo pripravlja Transparency International, in mogoče leži del skrivnosti njihove uspešnosti tudi v tem. Saj poznate tisto: lahko gre Slovenija z Balkana, teže pa gre Balkan iz Slovencev.

Odmeven dosežek znanstvenikov z Instituta Jožef Stefan

Feromagnetizem v organskih spojinah

Organskim snovem navadno ne pripisujemo feromagnetizma. Pojav, ki je sicer človeštvu znan že iz antičnih časov, je izrazito kvanten pojav in je prisoten v različnih kovinah, ali v različnih kovinskih oksidih kot je na primer CrO_2, ki ga poznamo zaradi uporabe v magnetnih trakovih. Organske snovi, ki kažejo feromagnetno interakcijo med elektroni v pi orbitalah so zelo redki in izvor tega pojava je bil do zdaj še nepojasnjen.

V članku, ki je 19. oktobra letos izšel v ugledni reviji *Nature* (Bahyt Narymbetov, Aleš Omerzu, Viktor Kabanov, Madoka Tokumoto, Hayao Kobayashi, Dragan Mihailovic, *Nature*, vol. 407, str. 883; 19. oktober 2000, oziroma na www.nature.com), je raziskovalna skupina z Inštituta Jožef Stefan pod vodstvom **prof. dr. Dragana Mihailoviča** objavila pomemben dosežek na področju feromagnetizma v organskih spojinah. Določili so namreč mehanizem za pojav feromagnetne interakcije med molekulami fulerenov C_{60}, ki vodijo do feromagnetizma v organskem feromagnetu tetrakis-dietilamino-etilen-fuleren[60] (na kratko TDAE-C_{60}).

Dosežek slovenskih znanstvenikov je rezultat večletnih raziskav magnetnih lastnosti organskih feromagnetov. V omenjenem delu avtorji najprej pokažejo pojav popolne magnetizacije spinov v kristalu TDAE-C_{60} in s tem nedvoumno določijo prisotnost feromagnetizma v tej spojini. Nato s pomočjo rentgenske strukturne analize pri nizkih temperaturah določijo medsebojno orientacijo molekul C_{60} in pokažejo, da feromagnetizem izhaja izključno zaradi izmenjevalne sklopitve med molekulami C_{60}, pa še to le pri določeni medsebojni orientaciji teh molekul. Na osnovi pridobljenih strukturnih podatkov razvijejo teoretični model, ki uspešno opiše vrsto različnih zagonetnih pojavov, ki so bili razvidni iz obsežnega raziskovalnega dela različnih skupin v ZDA, na Japonskem in v Evropi, ki so se ukvarjale z raziskavami te eksotične, vendar pomembne spojine v zadnjih devetih letih.

Omenjeno spojino so leta 1991 odkrili ameriški znanstveniki z Institute for Polymers and Organic Solids na University of Santa Barbara v Kaliforniji. Feromagnetizem v popolnoma organskih spojinah je sicer zelo redek pojav, ki se navadno manifestira le pri razmeroma nizkih temperaturah. Rekordno visoka temperatura prehoda v feromagnetno fazo pri organski molekularni snovi je 19 K v spojini kobaltocen-aminofenil-fuleren[61], ki so jo pred nekaj leti odkrili v isti skupini na IJS.

Magnete vseh vrst uporabljamo tako v znanosti in tehnologiji kot v vsakdanjem življenju – od računalniških diskov do avtomobilskih delov. Materiale grajene iz molekul pa prav tako srečujemo vsepovsod, od različnih plastik (polimeri) do prikazovalnikov v računalnikih (tekoči kristali) in še marsikje. Področje molekularnega magnetizma združuje ti dve področji. S fundamentalnega stališča se ukvarja z določitvijo osnovnih fizikalnih principov delovanja magnetizma v molekularnih materialih, z uporabnega pa s sintezo povsem novih spojin organskih feromagnetov in molekularnih magnetnih kompleksov. Slednji pa so izjemno tehnološko pomembni, saj se obeta njihova uporaba za magnetni zapis v gibkih diskih, kar je seveda pomembna industrijska panoga visoke tehnologije.

Področje molekularnih magnetov je močno interdisciplinarno, saj združuje vse od organske kemije (sinteza) do kvantne fizike, tako teorijo kot eksperimentalno delo. V primerjavi z ZDA in Japonsko je to področje v Evropi še posebej dobro razvito, saj je bilo veliko pomembnih raziskovalnih korakov narejeno prav v Evropi. V Sloveniji se več raziskovalnih skupin na večih ustanovah že dalj časa ukvarja z organskimi feromagneti in uspešno sodeluje v mednarodnem raziskovalnem programu evropske znanstvene fundacije Molecular Magnets (MOLMAG).

I. K.

www.slowwwenia.com
SLOWWWENIA.COM
Internetni imenik