

## BIOTEROR

# Po anthraxu

Zvýšily větší výdaje na biologickou obranu naši bezpečnost? **JOHN DUDLEY MILLER**

**P**řesně v době, kdy se agenti Federálního úřadu pro vyšetřování (FBI) chystali vtrhnout dovnitř, spáchal vědec biologické obrany Armády USA Bruce Ivins sebevraždu a pravděpodobně tak uzavřel kapitolu prvního – a dosud jediného – smrtelného biologického útoku v dějinách Spojených států. Ivins v té době pracoval v Institutu lékařského výzkumu infekčních nemocí při Armádě USA (USAMRIID) ve Fort Detrick ve státě Madison a FBI jej obvinila, že v září a říjnu 2001 rozeslal anthraxem kontaminované dopisy, které zabily pět lidí. Incident spustil masivní infúzi finančních prostředků do obrany proti civilnímu bioterorismu a do sedmi federálních sekcí a agentur bylo rozděleno 41 miliard dolarů. Někteří pozorovatelé však tvrdí, že spotřebované prostředky proti hrozbě dalšího bioteroristického útoku mnoho neudělaly, zvláště v případě, že má FBI v obvinění Ivinse pravdu.

Ve svém projevu, který mimochodem odráží názory mnoha dalších vědců z oblasti veřejného zdravotnictví, řekl hlavní technolog Kanceláře vládního dozoru Keith Rhodes v kongresovém slyšení v říjnu 2007, že „nyní čelíme daleko vyššímu riziku“ epidemie infekčního onemocnění než dříve, protože se výrazně zvýšil počet biolaboratoří, kterým chybí přiměřená kontrola a dozor. Během minulých šesti let, říká mikrobiolog z Rutgersovy univerzity Richard Ebright, „zvýšila Bushova administrativa počet institucí a jednotlivců s přímým přístupem k živým virulentním agens biologických zbraní 20-30krát,“ na současných 400 institucí a 15 000 lidí. Každý z nich, tvrdí Ebright, „je potenciálním



**POŠTOU DORUČENÝ ANTHRAX** nakazil pracovníky pošty v Brentwoodu ve Washingtonu. To vedlo k rozsáhlému testování a protiteroristickým aktivitám v říjnu 2001. Útok vedl k masivnímu navýšení dotací v oblasti biologické obrany. Odpůrci tvrdí, že tato opatření přinesla více škody než užítku.

zdrojem útoku podobnému tomu z roku 2001.“ Dokonce i před touto administrativní expanzí mělo nejméně 100 vědců přístup ke kmeni anthraxu, s kterým pracoval Ivins. Velký nárůst navíc „mnohonásobně zvyšuje nebezpečí náhodného úniku,“ říká Hillel Cohen, epidemiolog na Lékařské fakultě Alberta Einsteina v New Yorku.

Zásadním prvkem utrácení prostředků na biologickou obranu bylo vybudování desítek nových biolaboratoří. Několik z nich bylo vybudováno pro výzkum onemocnění, která jsou zatím neléčitelná. Tyto laboratoře mají biologickou bezpečnost 4. úrovně (BSL-4), tedy nejvyšší možnou, a vědci v nich musejí nosit speciální neprodyšné oděvy a dýchací přístroje. „Je to klasický případ náhlého zvyšování počtu pracovníků. Dramaticky vám klesne jak jejich od-

borná zkušenost, tak průměrná úroveň výcviku,“ doplňuje Ebright.

Není jasné, zda tak velká úroveň expanze byla nutná. Národní ústav zdraví (NIH – National Institutes of Health) nikdy přesně nespécifikoval, kolik nových BSL-4 je doopravdy potřeba, říká Gigi Kwik Gronwall, profesor z Centra pro biologickou bezpečnost Lékařské fakulty Univerzity v Pittsburghu. V dubnu 2004 NIH oznámil, že zastaví dvacetkrát tolik místa, než doposud má, a ministerstva obrany, zemědělství a civilní obrany plánovala postavit své vlastní rozsáhlé laboratoře. Poslední současný ředitel Národního ústavu pro alergie a infekční onemocnění John La Montagne řekl: „Dokud nebudou celkové požadavky stanoveny, nedokážu vám říct, jestli potřebujeme 6krát víc, 12krát víc nebo 100krát více.“

Vědci, odborníci v oblasti bezpečnosti a zákonodárci nyní zvažují nejrůznější způsoby, jak zabránit terorismu pocházejícímu z biologických laboratoří. Někteří navrhují nepřetržitě kamerové monitorování, armáda zase zvažuje „systém přítele“, kdy žádný z vědců nemůže do laboratoře vstoupit bez doprovodu. Zprávy z Kongresu, Program vybraných agentů a Zpráva o zlepšení biologické bezpečnosti z roku 2008 říkají, že budou zpracovány požadavky na zřízení laboratoří a na jejich pracovní síly; že bude zabezpečen výcvik tisíců nových výzkumníků v oblasti bioteroru; a že Zákon o vybraných agentech, který nařizuje přísná bezpečnostní pravidla pro práci s agens biologických zbraní, aby se nemohla ztratit nebo být zcizena, bude revidován a zpřísněn.

Jeden z bezpečnostních návrhů, který vychází přímo z Ivinsova případu, je psychologický screening, což doposud žádný federální zákon nevyžadoval. (USAMRIID jej vyžaduje pouze v případě, že agent přizná sebevražedný pokus v minulosti). C. J. Peters, virolog z Lékařského ústavu v Galvestonu, pobočky Univerzity v Texasu a dlouholetý výzkumník USAMRIID, který znal Ivinse, o významu takového screeningu pochybuje. „Nemyslím si, že by Bruceho zachytil,“ říká. Ivinse popisuje jako

„druh podivného chlapíka,“ který většinou kolegů připadal prostě jako pitomec. V letech následujících po útocích anthraxem se u dalších tisíců pracovníků biologických laboratoří projevily nepředvídatelné charak-

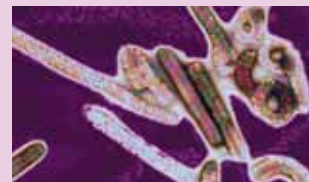
terové vlastnosti – od vražedných sklonů po mnohem horší rysy.

*John Dudley Miller má základnu v Clevelandu. V čísle Srpen 2007 popisuje nárůst nehod v biologických laboratořích.*

### Pomalý vývoj léčiv v oblasti biologické obrany

Navýšení finančních prostředků v boji proti biologickému teroru dosud nepřineslo významnější biomedicínské výsledky. Za šestinásobné zvýšení dotací pro Národní institut pro alergie a infekční nemoci (NIAID – National Institute of Allergy and Infectious Diseases) od roku 2002 do roku 2003 (z 270 milionů dolarů na 1,75 miliardy dolarů) slíbil její ředitel Antony S. Fauci dosažení ambiciózního cíle. V řeči pronesené v říjnu 2002 oznámil, že v příštích deseti letech jeho institut vyvine očkovací látku, léčebný prostředek a doplňující léčiva proti každé z asi dvou tuctů chorob použitých v biologických zbraních, jako jsou mor nebo hemoragická horečka. Mnoho odborníků tento cíl považovalo za zcela nerealistický a po šesti letech se skutečně ani jeden ze zmíněných produktů komerčně nevyrábí. Jeden z vědců, který si přeje zůstat v anonymitě, říká, že mu Fauci prozradil, že tento nereálný plán požadovala Bushova administrativa a že jej akceptoval jen proto, aby navýšené prostředky nedostalo ministerstvo obrany nebo ministerstvo domobrany, které byly také ve hře.

Nicméně Michael Kurilla, ředitel mimoústavního výzkumu v rámci NIAID, řekl: „my jsme na tom o poznání lépe,“ protože jsme od roku 2002 utratili 41 miliard dolarů na výzkum bioteroru. Kurilla dodává, že dva důležité produkty jsou v konečném stádiu vývoje. Minulý září podepsaly Spojené státy s Emergent BioSolutions kontrakt na očkovací látku proti anthraxu připravovanou nejmodernější technikou po té, co malá společnost s názvem VaxGen strávila na řešení tohoto úkolu celé roky a neuspěla. Na konci roku 2008 by Spojené státy měly začít nakupovat bezpečnější očkovací látku nové generace proti pravým neštovicím od dánské firmy Bavarian Nordic, říká Kurilla. Tato vakcína by dokonce měla být modifikovatelná proti ostatním infekcím. To je zcela nový přístup, odlišný od zaběhnuté taktiky „jedno agens – jeden lék“.



**BIOSTRAŠÁK:** virus Ebola je v centru pozornosti biologické obrany.

## NÁDOROVÁ ONEMOCNĚNÍ

# Podpořit sebedůvěru

Zastánci věří, že špatná pověst očkovacích látek proti nádorům se brzy zlepší. **JESSICA WAGNER**

Vědci dlouho doufali, že dokážou stimulovat imunitní systém tak, aby zničil nádorové buňky. Rozbor nedávno dokončených studií však byl pro vědeckou komunitu zklamáním. Klinické testy zaměřené na různé protinádorové vakcíny selhaly; v jednom z nich očkovací látka proti melanomu zvaná Canvaxin nezlepšila přežití pacientů, což vedlo nakonec k odprodeji firmy vyrábějící tento lék jiné farmaceutické společ-

nosti. Spíše, než aby byla imunoterapie nádorových onemocnění odepsána, navrhuje někteří vědci změnit způsob testování těchto léků, aby se předešlo chybným závěrům. Se správným návrhem studie, říkají zastánci, by se mohla účinnost očkovacích látek proti nádorovým onemocněním prokázat.

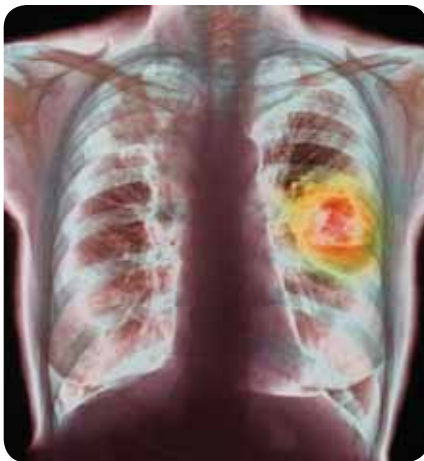
Optimismus pramení z dat získaných z neúspěšných studií. Po ukončení III. fáze studie publikované v roce 2006, která pro

vakcínu Provenge (vyráběnou firmou Dendreon v Seattlu) proti nádorům prostaty skončila zklamáním, ukázala následná analýza dat, že u mužů, u kterých se nádor rozšířil, bylo přežití o 4,5 měsíců delší než u těch, kteří dostali placebo. Pacienti, kteří dostávali vakcínu a pak pokračovali chemoterapií, přežívali ještě déle: v průměru 34,5 měsíce oproti 25,4 měsíce u pacientů, kteří dostali placebo a pak chemoterapii.

Kritéria, používaná obvykle u standardních klinických testů k potvrzení účinnosti léčiva, většinou neplatí pro očkovací látky, zdůrazňuje Jeffrey Schlom, ředitel Laboratoře nádorové imunologie a biologie při Národním ústavu pro výzkum rakoviny. Dále vysvětluje, že na rozdíl od tradičních protinádorových léků očkovací látky nádor nezmenší. Z tohoto důvodu je monitorace pomocí těchto měřítek (jak je v klasických studiích zvykem) negativní a očkovací látky vycházejí jako neúčinné. Místo toho, říká Schlom, „bychom měli sledovat celkové přežití pacientů a ne zmenšení nádoru.“ Experimentální protinádorová léčiva jsou navíc často testována na pacientech, kteří již dostali několikastupňovou terapii a ta obvykle imunitní systém oslabí, poznamenává Schlom. Toto omezení je při testování klasických léků nevýznamné, ale rozhodně snižuje schopnost očkovací látky ovlivnit imunitní systém. A protože očkovací látky fungují lépe po opakovaných dávkách (posilující dávky), jejich příznivý účinek se často projeví až po mnohem delší době, než se předpokládalo.

Vyzbrojení správnými vědomostmi, jak očkovací látky studovat, by nyní měli vědci bez problémů sestavit klinický test správně. Ve skutečnosti však problémy přetrvávají. Jednou z největších překážek je nedostatek pomocných léků, které účinnost očkovací látky podporují. Pokud je vakcína podávána bez pomocných látek, nelze skutečný přínos reálně očekávat. Najít správnou adjuvantní látku je však těžké, protože Výbor pro potraviny a léčiva (Food and Drug Administration) nové adjuvantní látky neschvaluje samostatně, vysvětluje „Mac“ Cheever, ředitel výzkumu solidních nádorů v Centru pro výzkum nádorových onemocnění Freda Hutchinsona v Seattlu. Jak Cheever poznamenává, FDA schvaluje adjuvantia pouze pro použití s očkovací látkou, s kterou byla testována.

Zároveň vědci nemohou spojovat vyzkoušená adjuvantia s experimentálními očkovacími látkami, protože každé z nich je již se specifickou vakcínou svázáno. Některá adjuvantia byla také testována samostatně, ale většinou se ukázala jako neúčinná a jejich další výzkum byl odložen. „Firmy většinou nemají tendenci vyvíjet léky,



**ODPŮRCI ZDŮRAŽNŮJÍ, že testy, které u očkovacích látek sledují zmenšení nádorové tkáně (červené a žluté hmoty), jsou nevhodné.**

kteří slouží pouze jako doplněk výrobu jiné společnosti,“ komentuje situaci Cheever. A tak jsou vědci uzavřeni v bludném kruhu a nemohou se díky nesprávně navrženým studiím pohnout z místa.

Pro jistotu nyní vědci zkoušejí několik kombinací osvědčených adjuvancií a pár dobře navržených studií právě probíhá. GlaxoSmithKline (GSK) nyní testuje očkovací látku s názvem MAGE-3 ve III fázi na 2300 pacientech s rakovinou plic, jimž byl nádor chirurgicky vyoperován a nedostali žádnou nebo jenom velmi malou následnou terapii. Velikost studie vyžaduje sledování alespoň 10 000 pacientů na přítomnost antigenu MAGE-A3, na který je očkovací látka zaměřena. „Mnoho studií je nedostatečně rozsáhlých a špatně kontrolovaných,“ říká Vincent Richard, který v GSK

vede speciální program protinádorové antigen-specifické imunoterapie. „S takhle velkým počtem pacientů budou naše výsledky jednoznačné.“ Pacienti dostanou očkovací látku a tři pomocné léky. Studie nebude hotova dříve než za pět let, a potvrdí, zda vakcína zabrání obnovení tumoru spíše, než jeho zmenšení. Další slibné studie vakcín zahrnují WT1 u leukémie (GSK) a Onyvox-P u rakoviny prostaty (Onyvox v Londýně) jako nástavba na probíhající studii Provenge.

Někteří vědci zůstávají skeptičtí. Existuje názor, že očkovací látky jsou zaměřeny na přirozené proteiny, které by imunitní systém za normálních okolností nikdy ne napadl. „Chceme po těle, aby tyto přirozené kontrolní mechanismy neposlouchal,“ říká Mark Kelley z Vanderbilt-Ingram Cancer Center v Nashville ve státě Tennessee, který se podílel na neúspěšné studii Canvaxin. Tato „vlastní“ imunitní reakce by mohla jako nežádoucí účinek způsobit autoimunitní onemocnění. Kelley také varuje před přirozenou komplexitou očkovacích látek, která znesnadňuje dosažení plného léčebného efektu, než je tomu u ostatních protinádorových léků.

Schlom, který zažil celé desetiletí negativního postoje k monoklonálním protilátkám, vidí tyto odmítavé postoje jako přirozené. Co se týče nových léků, „vždycky existuje období určitého skepticizmu,“ říká. „Jsem si absolutně jistý, že za několik let budeme mít několik schválených očkovacích látek pro několik nádorových indikací.“

*Jessica Wagner sídlí v New Yorku a často píše na téma nádorových onemocnění.*

## Konec nejasností kolem očkovacích látek proti nádorovým onemocněním

Zastánci očkování proti nádorům poznamenávají, že nedávná klinická selhání nicméně potvrdila prodloužení přežití jednotlivých pacientů. Nebyl to však případ studie ze srpna, kdy Cell Genesis z jižního San Franciska zastavila její pokračování v klinickém stádiu testování očkovací látky GVAX proti rakovině prostaty s tím, že zemřelo více pacientů, kteří dostali vakcínu a chemoterapii (67 úmrtí), než těch, kteří dostali pouze chemoterapii samotnou (47 smrtí). Příčiny se stále zkoumají, ale 408 pacientů v této studii mělo nejrozvinutější formu rakoviny prostaty, což je „přesně ta populace pacientů, kterým byste očkování nikdy nedali,“ poznamenává Jeffrey Schlom, ředitel Laboratoře nádorové imunologie a biologie v Národním centru pro výzkum nádorových onemocnění. Další studie GVAX u pacientů s méně rozvinutou rakovinou prostaty by tyto problémy měla osvětlit.

## OCHRANA PŘÍRODY

## Náhodné hrozby

Náhodná katastrofa nám hrozí vyhoubením našeho druhu více, než jsme si mysleli **BARBARA JUNCOSA**

Výzkumníci odhadují riziko vymírání druhů pomocí modelů, které spojují faktory, jež urychlují ubývání populace – včetně ztráty území, lovu a neúměrně intenzivního rybolovu – s pravděpodobností náhodných katastrof, které by danou skupinu tvorů postihly. Dokonce i když činnost lidí druh značně ovlivní, všechny populace, které vymírají, nakonec trpí celou řadou nešťastných náhodných událostí, například požárem, který usmrtí poslední jedince,“ říká Brett Melbourne, matematický ekolog na Coloradské univerzitě Boulderu.

Až donedávna zahrnovaly matematické modely rizika vymírání jen dva typy náhodnosti. První – proměnlivost životního prostředí, na příklad změny deště nebo teploty – ovlivňuje četnost narození a úmrtí napříč celou populací. Druhý typ zahrnuje náhodné jevy, které ovlivňují vybrané jedince ve skupině. Například u dvojčat je stejná pravděpodobnost úmrtí v daném roce, ale jen jedno se může například utopit či zahynout při jiné náhodné události.

Ekologové dlouho věděli, že jiné typy náhodnosti ovlivňují dynamiku populace, ale omezená výpočetní síla na počátku 20. století přiměla vědce k zjednodušení tradičních modelů. Pozorováním skupin potměnků

v laboratoři ukázal Melbourne a s ním Alan Hastings, matematický ekolog na Kalifornské univerzitě v Davisu, že náhodná změna v poměru pohlaví a fyzických rozdílech, jako je velikost těla, silně přispívá k všudypřítomné hrozbě vyhynutí. Velká množství samců narozených do malé skupiny například ovlivňuje reprodukční potenciál populace.

Jak se populace zmenšují, stávají se zranitelnější náhodnými událostmi, které urychlují vymírání. „Na základě svých současných znalostí se domníváme, že populace musí být velmi malá. Ale když přidáte tyto nové faktory, mohou být ohroženy i větší populace,“ vysvětluje Melbourne. Stuart Pimm, ochrannářský ekolog na Dukeově univerzitě. Zdůrazňuje, že model nemůže ukazovat, kterému novému druhu může hrozit vymření. Spíše, říká, „nám sděluje, který ze zachraňovaných druhů je ohrožen nejvíce“ a určuje, kterým druhům hrozí větší nebezpečí, než se původně myslelo.

Z pohledu ochrany přírody „by mohla mít jejich práce potenciálně velký dopad, ale potřebujeme prozkoumat její závěry u skutečných druhů,“ poznamenává Sandy Andelman, starší ředitelka na Conservation International. Nedávno se spojila s Melbournem, aby ověřili, zda se jeho laboratorní výsledky

dají zobecnit pro skutečný svět. Plánují využít nový model u druhů, jako jsou nehumánní primáti a sloni afričtí, u kterých existují rozsáhlé údaje o jejich populaci.

Nakonec vědci prozkoumají celou řadu populací – od ohrožených druhů až po ty, které



**NÁHODNÉ FAKTORY:** Studie potměnků napovídají, že proměnné jako poměr pohlaví a fyzická velikost značně přispívají k tomu, jak je druh ohrožen vyhynutím.

jsou v kritickém ohrožení – aby odhalili vše, co z modelu plyne. S 16 000 druhy živočichů a rostlin, kterým nyní hrozí vyhynutí, by rizika pro globální biodiverzitu nemohla být vyšší.

## ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

## Méně perte, více sušete

Společenské tlaky fungují v hotelích lépe než ekologické apely **MARINA KRAKOVSKY**

Většina cestovatelů se v hotelích setkala s koupelnovou visačkou, která je nabáda, aby šetřili životní prostředí a používali svůj ručník opakovaně. Při denním praní spotřebují velké hotely několik milionů litrů denně a používání tolika detergentů a energie si rov-

něž vybírá vysokou daň. Nyní výzkum ukazuje, že apelování na ekologické svědomí hostů je sotva nejúčinnější cestou k tomu, jak je přesvědčit, aby se sušili úsporněji.

V pokusech, jejichž výsledky potvrdily to, v co experti na přesvědčování věřili už dáv-

no, vytvořila skupina, již vedl Noah Goldstein – nyní na Kalifornské univerzitě v Los Angeles – dva typy profesionálně vyhlážených označení: jedno se standardním ekologickým poselstvím a druhé, které hostům říkalo, že většina z ostatních ubytovaných po-

užívá ručníky vícekrát. „Je to jeden z nejstarších marketingových triků,“ říká Goldstein, když cituje rozsáhlý výzkum, který ukazuje, že v nejednoznačných situacích se lidé snaží následovat příkladu většiny. Je jisté, že toto poselství založené na společenské normě fungovalo o 25 % lépe než poselství ekologické, uvádějí výzkumníci v říjnovém vydání *Journal of Consumer Research*. V následných studiích, které prověřovaly různé vazby na poselství společenských norem, získal Goldsteinův tým ještě pozoruhodnější výsledky. Když se hostům sdělilo, že právě ti, kteří bydleli v *jejich pokojích*, používali ručník opakovaně, fungovalo to lépe než zpráva, že to tak dělali hosté ve stejném hotelu – ačkoli jsou všechny pokoje stejné.

Spořiví cestovatelé si uvědomují, že pokud hosté použijí ručníky vícekrát, hotel ušetří za praní, takže se jim ekologické argumenty mohou zdát neupřímné. Koneckonců, hotel by se mohl rozhodnout, že tyto peníze hostům vrátí. Taková finanční pobídka má však jeden háček: podle Americké asociace hotelů a ubytoven by bylo sledování počtu vícekrát použitých ručníků v každé místnosti finančně náročné. Ale existuje ještě větší problém. Pokud by nebyly finanční pobídky dostatečně vysoké, mohly by mít opačný dopad, domnívá se Goldstein.

Je to myšlenka „přílišné motivace“, teorie, která předpovídá, že finanční motivace za-

hání sklon dělat věci z jiných pohnutek. „Dobrym příkladem je sex,“ říká Uri Gneezy, ekonom na kalifornské univerzitě v San Diegu, který studuje vliv pobídek. Když si dáte práci se sexuální předebrou, může mít váš partner chuť pokračovat, ale také nemusí. Když ale místo toho rovnou nabídnete deset dolarů, bude po hře docela určitě. „Když nabídnete peníze, úplně změníte smysl interakce,“ vysvětluje Goldstein. „Místo vzájemného vztahu, kde se prostě jeden druhému líbíme, jde nyní o výměnný vztah. V často citované studii Gneezy zjistil, že když mateřská školka v Izraeli začala dávat rodičům za pozdní vyzvednutí dětí pokutu ve výši 10 šekelů, tedy asi tří amerických dolarů, tak se počet pozdních příchodů pro děti zvýšil, neboť rodiče vnímali pokutu jako cenu za to, že si jdou pro dítě pozdě. Podobně Gneezy uvádí, že když hostům nabídneme řekněme jeden dolar za vícere použítí ručníku, mohou si mnozí pomyslet: „za jeden dolar bych mohl zrovna tak mít čisté ručníky.“

Ručníky se podle odhadů používají vícekrát v 35–75 % případů. K zvýšení tohoto čísla Gneezy navrhuje, aby si hotely ušetřené peníze ponechaly, ale aby daly najevo svou upřímnost tím, že poskytnou dary na ekologické účely. Goldstein však varuje, že k darům od hotelu se nesmí vázat nic dalšího. Jeho tým zjistil, že když hotel slíbil peníze za



**ZCHLAZENÉ NADŠENÍ:** Hosté jsou ochotnější k opětovnému používání ručníků, pokud to dělají i ostatní.

opakované používání ručníku, nevedlo to k výsledku. Když však hotely uvedly, že peníze již darovaly, zvýšilo se opakované používání ručníků o 45 procent. Goldstein věří, že právě norma vzájemnosti zavazuje hosty k tomu, aby se sami chovali k životnímu prostředí ohleduplněji.

## MATERIÁLY

# Plastikové chladiče

Získávání chladu z polymerů, které reagují na elektrická pole **STEVEN ASHLEY**

**A**ť už mluvíme o ledničkách ve vaší kuchyni nebo chladičích ve vašem počítači či jiných přístrojích, jde vždy o hlučnou a energeticky značně nenasytná zařízení. Tým z Pennsylvánské univerzity nedávno zjistil, že se určité plasty ochlazují až o dvanáct stupňů Celsia, pokud vypneme elektrický proud, který na ně byl předtím přiváděn. Pokud se tuto techniku podaří uvést do praxe, mohly by výsledné pevné chladiče účinně a tiše odvádět

teplo třeba z desek s integrovanými obvody, a tak by umožnily vyrábět menší a rychlejší počítače.

Inženýři dlouho znali tak zvané elektrokalorické látky, jejichž teplota klesá, když odstraníme vnější elektrické pole, ale až dosud byl pokles teploty zanedbatelný pro praktické použití, nebo se odehrával při příliš vysokých teplotách na to, aby mohl být nějak užitečný. Například účinné chlazení čipu vyžaduje

ochlazení z typické provozní teploty asi 85 stupňů Celsia, říká G. Dan Jhutcheson, generální ředitel VLSI Research, společnosti v kalifornském městě Santa Clara, která se zabývá sledováním trhu pro mikroelektronický průmysl. Počítače obvykle potřebují chladiče, radiátory, větráky, chladičí potrubí či další zařízení k odvodu přebytečných stupňů.

V případě úspěchu by měla být nová technologie kompaktní a nejméně desetkrát

energeticky účinnější než běžné chladicí techniky, uvádí elektrotechnický inženýr z Pennsylvánské státní univerzity Qiming Zhang, který tým vedl. Skupina zjistila, že mikrometrová vrstva polyvinylidenfluoridového kopolymeru s polyvinylidenfluorid-trifluorethylenem se zahřívá o několik desítek stupňů, když na ni přivede napětí 120 voltů při vnější teplotě asi 55 °C. Takový vzestup znamená oproti dalším elektrokaloreckým materiálům (převážně keramickým) v daném teplotním měřítku řádový vzestup.

Zhang v minulosti pracoval na plastových „umělých svalech“, které vlivem elektrického pole mění svůj tvar. Říká, že před lety „začal uvažovat o přeměně ledu ve vodu, což je jeden z neúčinnějších způsobů, jak věci ochladit.“ Takový efekt je založen na fázové přeměně, při níž se uspořádaný systém (pevný led) mění neuspořádaný (kapalná voda). Během doby vědci identifikovali několik slibných polymerů, v nichž elektrické napětím způsobilo vyrovnání atomů nebo molekul za sebe, a tak zvýšilo uspořádanost systému.

Elektrokalorecké materiály pole Zhanga sestávají z dlouhých molekulárních řetězců s kladným elektrickým nábojem na jednom konci a záporným nábojem na druhém. Tyto dipolární řetězce, které se mohou volně pohybovat, jsou normálně orientovány zcela náhodně. „Když na ně však aplikujete elektrické pole, snaží se dipóly otáčet, dokud se nevyrovnejí podle pole,“ říká. Z pohledu termodynamiky toto uspořádání molekul snižuje entropii systému, což systém v důsledku zákon o zachování energie kompenzuje zvýšením teploty. Když pole vypneme, uspořádají se řetězce náhodně a polymer se ochladí. „Naproti tomu tuhé struktury elektrokaloreckých keramických materiálů se mohou pohybovat jen málo,“ poznamenává Zhang, a právě to může za jejich slabou teplotní odpověď. Polymery mohou také absorbovat několikrát více tepla než keramické materiály.

V ideální ledničce, založené na pevné látce, chladicí cyklus začíná, když se přeruší kontakt mezi polymerem a objektem, který je chlazený a tepelně izoluje polymer. Přivedené elektrické napětí způsobí nárůst teploty polymeru. Ten se poté na okamžik dostane do styku s chladičem, který pohltí veške-



**TAJÍCÍ LED – fázová přeměna, při které se věci účinně ochladí, inspirovala novou chladicí techniku.**

ré teplo a entropii z polymeru. V dalším kroku je polymer od chladiče izolován: intenzita elektrického pole se poté snižuje, což vede k ochlazení polymeru a umožní mu opět chladit cílový předmět.

Fungující systém by se mohl zvláště dobře uplatnit v počítačovém průmyslu. Křemíkové čipy se zahřívají více, než je pro optimální výkon žádoucí, říká Benson Inkley, starší inženýr ve společnosti Intel v oregonském městě Hillsboro. Ochlazování elektrokaloreckými plasty nabízí nové fantastické možnosti, tvrdí Inkley: „Představte si, že potáhnete celou obvodovou desku vrstvou polymeru, která bude fungovat jako chladičí povlak.“

Zhang však zdůrazňuje, že jeho polymer ještě nelze prakticky využít. Jedním háčkem

je to, že vyžaduje 120 voltů, tedy mnohem více, než kolik je k dispozici od malých přenosných zařízení.

Zůstává však optimistou a cítí, že by se celý přístup mohl povznést nad oblast vyhrazenou mikroelektronice. Vývoj větších chladniček, založených na polymerech, závisí na nalezení různých dalších látek, které mají účinek v sousedních tepelných rozmezích. Tímto způsobem by mohla správná kombinace fungovat jako „teplotní kaskáda“, která rychle odvádí přebytečné teplo. Zhang říká: „Byl by to první krok ve vývoji chladničky založené na elektrickém poli“ – bez objemných trubek a hlučných kompresorů. Jednoho dne si třeba ochladíme piknikový koktejl tak že přepneme páčku, místo abychom do něho házeli led.

### Chlazení krystaly

Další pohyblivé dipolární molekuly by mohly nabídnout chlazení ještě účinnější než to, které poskytují polyvinylidenfluoridové kopolymery, říká inženýr z Pennsylvánské státní univerzity Qiming Zhang. Zvláště slibné jsou molekuly, které vytvářejí obrazce na plochých obrazovkách z kapalných krystalů (LCD; liquid crystal displays). Kapalné krystaly obsahují tyčinkovité dipóly, které se vyrovnávají podle elektrického pole a po jeho vypnutí se vrací do svého původního uspořádání. Zhang si ještě není jistý, zda elektrické náboje na koncích tyčinek budou dostatečně silně reagovat na použitá elektrická pole.

## GENOMIKA

# Objednejte si nové nohy

Závody v sekvenování genomu obnovují výzkum regenerace **CHRISTINE SOARES**

**W**ei Zhu a Gerald Pao se zabývali základními mechanismy, které umožňují některým lidským a zvířecím buňkám změnit svou identitu podobně, jako to dělají kmenové buňky. David M. Gardinger a S. Randal Voss se léta snažili odhalit tajemství mloka – stvoření, jehož buňky se mohou opakovaně měnit ve zcela nové části těla. Když se tedy naskytla příležitost v podobě obrovského množství údajů, které by mohly pomoci rozluštit záhadu, dali dohromady svá data a své myšlenky a s novou energií se vrhli do práce.

Jejich nabídka směřovala do společnosti Roche Biosciences v kalifornském Palo Alto. Roche chtěl ukázat novou levnou technologii rychlého sekvenování DNA a vypsal v minulém roce soutěž, kde nabízel cenu, a Pao a Zhu, oba postdoktorální stážisté na Salk Institute for Biological Sciences v kalifornské La Jolla zaslali ve svém vítězném návrhu projekt, který by využíval různé techniky k zjištění, co se na molekulární úrovni odehrává, když mločí buňky začínají obnovovat ztracenou končetinu.

Otázka je rozumná nejen kvůli mločkům, ale můžeme z ní pochopit i to, zda by lidé mohli získat stejnou schopnost, například tak, že by své buňky dostali do stavu podobného kmenovým buňkám. Nyní, když spolupracovníci vytrídili některé své údaje, získává projekt sekvenování zlatá zrnka informací s obrovskou hodnotou pro všechny zúčastněné, zatímco se postupně oživuje studium regenerace u mločků.

Pao a Zhu se zaměřili na první stadium hojení v buňkách na povrchu amputované mločí končetiny a zkoumali úseky DNA, které se rozvolňovaly a podle všeho obsahovaly geny, které se chystaly aktivovat. Sekvenování tohoto materiálu prozradilo, že gen, které se zdají být zapojené do buněčného regeneračního programu, jsou

stejně jako ty, které jsou aktivní v embryonálních kmenových buňkách. To napovídá, že se buňky vrátily k jednoduššímu stavu. „Máme několik velmi zajíma-



**REGNERACE:** Původní mločí nohy (vrchní část tohoto sledu snímků) byly amputovány a poté dorostly v procesu, který je pokládán za reprízu embryonálního vývoje končetin.

vých genů-kandidátů, které jsou téměř výlučně aktivní v zárodečných buňkách,“ říká Zhu, „a právě se pokoušíme určit jejich funkci.“

„Naším cílem je samozřejmě pochopit, které geny se během regenerace zapínají, a více porozumět celému procesu,“ říká Zhuův nadřízený, Tony Hunter. Zjistit, které geny jsou důležité, by však bylo snadnější, kdyby odborníci věděli, jaké druhy genů mlok vlastní. Bohužel, poznamenává Hunter, „nemáme k dispozici jedinou kompletní sekvenci.“

Je tomu tak proto, že mločí genom je vpravdě obrovský, „desetkrát větší než lid-

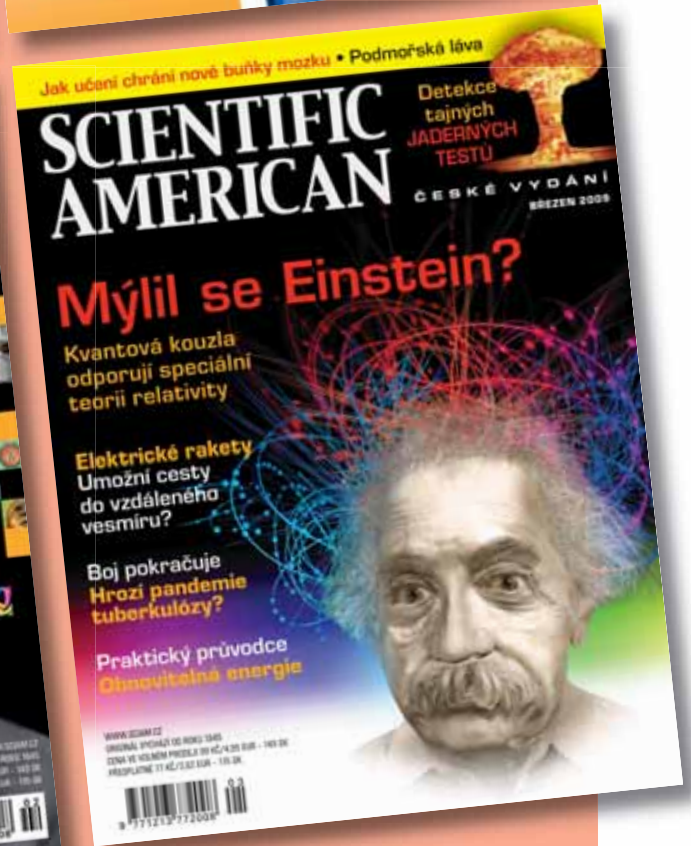
ská genomová sekvence,“ zdůrazňuje Hunter. Jeho velikost vždy možné sekvenátory odrazovala kvůli nákladům na tradiční sekvenování, říká Voss, biolog z University of Kentucky, který udržuje Sal-Site – místo s daty o mločích genech. Použil některé z technik a údajů k přečtení velkých úseků genomu, částečně ke studiu jeho celkové struktury. Výsledky prozradily, že mločí geny jsou uspořádány podobně jako lidské, s úseky DNA, které kódují proteiny a které jsou přerušovány nekódujícími úseky, zvanými introny. U mločků jsou však introny obrovské a jsou zaplněny opakovanými sekvencemi, což konečně pomáhá vysvětlit mimořádnou velikost genomu.

Skupina také katalogizovala nově nalezené geny, které mají zřejmě protějšky u lidí a dalších obratlovců; to je významným krokem ke zjištění, zda v sobě mají mloci něco mimořádného, co jim umožňuje regenerovat. Projekt s Roche nás zavedl od zhrub 1000 genů axolotla, které byly jasně orthologní, tedy oddělené události speciace, k lidským genům – k situaci, kdy jich známe 10 000, říká Gardinger z Kalifornské univerzity v Irvine. „Nejsou to všechny z nich, ale je to zásadní změna.“

Pao a Zhu se například domnívají, že další molekulární studie u mloka by mohly například přispět k porozumění obecnějších mechanismů u embryonálních kmenových buněk. Poté, co se najde levnější způsob sekvenování, odstartuje podle Gardingera tonto projekt novou éru výzkumu mločí regenerace, který se, jak Gardinger připouští, s tradičními metodami biologie dostal do slepé uličky.

„Roche se tu zjevil jako pohádková kmotřička, která kolem sebe rozhodí kouzelný prášek, a nyní můžeme používat nástroje dostupné v komunitě bioinformatiků,“ říká Gardinger.

# PŘIPRAVUJEME PRO VÁS!





## Údaje v bodech Bolí to tak krásně

V první studii svého druhu vědci z Center pro kontrolu a prevenci chorob porovnali odhady počtů zranění z centrálních nemocničních příjmů způsobených při venkovních sportovních aktivitách. Každý rok se ve Spojených státech věnují desítky miliónů lidí sportům sahajícím od plachtění a bobování po sjíždění tobogánů a vodní lyžování. Jak je možné předpokládat jsou nejohroženější skupinou adolescenti a ruce a nohy nesou největší břímě poškození.



### ODHAD POČTU PORANĚNÍ ZA ROK:

**212,708**

### POČET PORANĚNÍ NA 100 000 JEDINCŮ:

**Muži: 99,9**  
**Ženy: 45,1**

### POČET PORANĚNÍ NA 100 000 JEDINCŮ:

**0 až 9 let: 31,9**  
**10 až 14 let: 187,1**  
**15 až 19 let: 214**  
**20 až 24 let: 121**

### POČET PORANĚNÍ NA 100 000 JEDINCŮ:

**Snowboarding: 18,3**  
**Sáňkování: 7,7**  
**Skálolezení: 4,6**

### POČET PORANĚNÍ NA 100 000 JEDINCŮ:

**Nohy: 19,4**  
**Ruce: 18**  
**Hlava/krk: 16,8**  
**Hrudník: 12**

ZDROJ: Wilderness and Environmental Medicine, June 2008

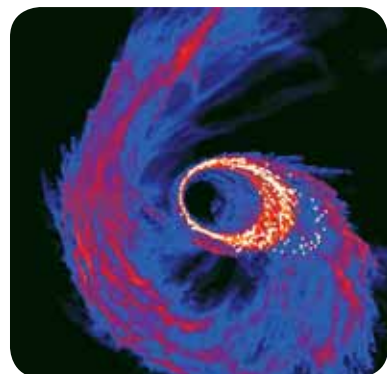


## DROGOVÁ ZÁVISLOST Pryč s kokainem!

Vylepšená verze proteinu, který je v těle zodpovědný za odbourání kokainu, by mohla vést k prvnímu léku na světě, který by dokázal účinně bojovat s předávkováním touto nezákonnou drogou a závislostí na ní. Tělo dokáže odbourávat a deaktivovat kokain s pomocí krevního proteinu butyrylcholinesterázy, ale tento enzym je obvykle pro lékařské použití příliš slabá a neúčinná. Nyní vědci z University of Kentucky a jejich kolegové vyvinuli s pomocí počítačových simulací chování molekul mnohem aktivnější formu tohoto proteinu. Vytvořili ji tak, že stabilizovali jeho reaktivní struktury a odstranili části, které zpomalovaly jeho funkci. V laboratorních studiích mutantní forma enzymu odbourávala kokain zhruba 2000krát rychleji než přirozená verze. Vědci také zjistili, že umělý enzym zabránil křečím a smrti u myši, kterým byla podána jinak smrtelná dávka kokainu. Více v *Journal of the American Chemical Society* z 24. září. —Charles Q. Choi

## ASTROFYZIKA Jak vznikly hvězdy?

Výzkumníci zjistili, jak mohlo vzniknout zhruba sto hvězd okolo supermasivní černé díry ve středě Mléčné dráhy. Hvězdy vznikají, když se molekuly vodíku v oblacích spojují pod vlivem vzájemné gravitace přitažlivosti. Gravitace okolo supermasivní černé díry by však měla taková oblaka rozdrhat dříve, než budou mít šanci utvořit hvězdy. Astrofyzikové simulovali osud vodíkového mračna o hmotnosti 10 000 sluncí, které se náhle ocitlo v blízkosti černé díry. Ačkoli by se většina oblaku rozptýlila, rázové vlny a další turbulence by odčerpaly točivý moment z vnitřních 10 procent. Materiál byl vynesena na oběžnou dráhu okolo černé díry a získal by čas k utvoření hvězd. Tyto výsledky přináší *Science* z 22. srpna. —JR Minkel



**BUDIŽ SVĚTLO!** Ve vodíkovém mračnu (fialově) okolo černé díry mohou vznikat hvězdy v těch oblastech, které se hroubí a stávají se hustšími (červeně a žlutě).

## EXTREMOFILY

### Zvíře ve skafandru

Lidé mohou ve vesmírném prostoru přežít několik minut, než expanduje zduch v jejich plicích, plyn vyblá z jejich krve a sliny v jejich ústech se začnou vařit. Naproti tomu drobný živočich o délce pouhého 1,5 milimetru může v drsném prostředí přežít po celé dny. Tito tvorové, známí jako želvušky, se nacházejí po celém světě, od usazenin na dně oceánu až po lišejníky a vrcholky hor. Při adaptaci na vysychání mohou některé želvušky přežít celé desetiletí bez vláhy. Želvušky vynesena na oběžnou dráhu v minulém roce čelily vesmírnému vakuu po deset dní a přežily. Jen při setkání se zářením většina želvu-



**ŽELVUŠKY** mohou přežít až několik dní ve vesmírném prostoru.

šek kapitulovala – přežilo deset procent. Podobně jako bakterie *Deinococcus radiodurans* musejí mít i želvušky nějaký mechanismus, který opravuje poškozené buňky. Výzkumníci, kteří popisují želvušky ve zdáleném vesmíru v *Current Biology* z 9. září, spekulují o tom, že ostatní tvorové přizpůsobení k přežití extrémního sucha, jako třeba vířníci, hlístice a žábronožky – by mohli sdílet schopnost želvušek k přežití ve vesmíru. —David Biello

## PALEONTOLOGIE

### Nejšťastnější přežili

Dinosauři mohli vládnout naší planetě pouhou náhodou. Dominantní npostavení, kterého si dinosauři užívali po 135 milionů let, napovídalo, že tito tvorové měli nějakou dědičnou výhodu. Aby paleontologové pochopili, jak se dinosauři dobral své výjimečné pozice, zkoumali první roky jejich existence v pozdním triasu, v době před 230 až 200 miliony lety. Výzkumníci zjistili, že jejich hlavní soupeři tehdejší doby, archosauři Crurotarsi (předchůdci krokodýlů), prospívali – fosilní záznam ukazuje, že Crurotarsi vykazovali ve srovnání s dinosaury dvakrát

větší rozmanitost, pokud šlo o typy těla, stravu a způsob života, a v mnoha ekosystémech byli mnohem početnější. Proto vědci z Bristolské univerzity v Anglii a Amerického přírodovědného muzea v New Yorku došli k závěru, že dinosauři nevytlačili archosauři Crurotarsi v konkurenčním boji, spíše Crurotarsi podlehli klimatické změně na konci triasu. Z nějakého důvodu tato změna nepostihla dinosaury, jinak by Crurotarsi mohli snadno zdědit Zemi. Více se dočtete v *Science* z 12. září.

—Charles Q. Choi

## NEUROVĚDA

### Hokej v naší mysli

Při sportu se dá vytrénovat nejen tělo, ale i mysl, pokud jde o porozumění jazyku. Aby vědci viděli, jaký vliv má fyzicky namáhavá hra jako hokej na mozek, využili funkčního magnetického zobrazování ke sledování dvanácti hokejistů, osmi fanoušků tohoto sportu a devíti dobrovolníků, kteří se na hokej nikdy nedívali. Jak se dalo předpokládat, byli hokejisté a fanouškové podstatně lepší než nováčci v chápání vět o hokejových zákrocích, například střílení nebo přihrávání. Výzkumníci z Chicagské univerzity však také zjistili, že u hráčů a fanoušků části mozku obvykle zapojené do plánování a ovládání fyzických akcí se podílejí na lepším chápání řeči; to napovídá, že by mohl být mozek v dospělosti přizpůsobivější, než se dříve myslelo. O objevech informuje online *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* z 2. září.

—Charles Q. Choi



## Stručně

### NOVÁ OBROVSKÁ PRVOČÍSLA

Dobrovolné sdružení Great Internet Mersenne Prime Research (GIMPS), zaměřené na distribuované výpočty, v září formálně oznámilo objev dvou největších známých prvočísel – tedy čísel, která jsou dělitelná jen jedničkou a sebou samým. Větší z obou, zkráceně zapisované jako  $2^{43} \cdot 12609 - 1$ , má téměř 13 milionů číslic a pochází ze stroje Edsona Smithe z Kalifornské univerzity v Los Angeles. GIMPS se tak může ucházet o cenu 100 000 dolarů, kterou Eletronic Frontier Foundation nabízí za objev prvního prvočísla o více než milionu číslic. Menší z obou prvočísel, s kterým přišel německý člen združení GIMPS, má 11,2 milionu číslic. Podmínku by rovněž splnilo, ale bylo objeveno o dva týdny později.

—John Matson

### OHEŇ A VZDUCH

Podle obecných znalostí musí vzduch obsahovat alespoň 12 procent kyslíku, aby v něm něco hořelo. Nové pokusy se spalováním borového dřeva, mechu, papíru, sirek asviček přesvědčily vědce na University College Dublin v Irsku, že oheň potřebuje vzduch s nejméně 15 procenty kyslíku. (Vzduch obvykle obsahuje 21 procent kyslíku). Nízké koncentrace kyslíku, spojené s důkazy podobně dřevěného uhlí z dávných lesních požárů, vedly v historii Země k masovému vymírání. Nové objevy, zveřejněné *Science* 29. srpna, napovídají, že koncentrace kyslíku v některých místech nemohly být tak nízké, jak se předpokládalo, a mohou pomoci k upřesnění modelů dávné atmosféry.

—Charles Q. Choi



### KMENOVÝMI BUŇKAMI PROTI MRTVICI

Podle nejnovějších výzkumů může vstříknutí kmenových buněk do mozků myši, které nedávno utrpěly mrtvicí, snížit poškození neuronů až o šedesát procent. Kmenové buňky však pouze nenahrazují poškozené neurony, jak se doposud věřilo. Místo toho ovlivňují mozkové imunitní buňky zvané mikroglie, které během mrtvice vykazují přestřelenou reakci a napadají zdravou nervovou tkáň. V experimentu s myši kmenové buňky mikroglie zklidnily a v útoku na zdravou tkáň jí zabránily. Léčení myši si v řadě kognitivních, behaviorálních a environmentálních testů vedly daleko lépe, než jejich neléčené dručky.

—Nikhil Swaminthan