

# Pohnime rozumom! – 27. časť

## Tvorivosť a medicína

**MVDr. Peter HOLAKOVSKÝ**  
Veľký Šariš

**Ing. Štefan HOLAKOVSKÝ**  
patentová a známková kancelária GENiUM®, Bratislava

„Najväčšie objavy často urobili tí,  
o ktorých si ostatní mysleli, že idú  
nesprávnym smerom.“

(P. Holakovský)

Napriek tomu, že sme už mali v úmysle sériu článkov zameraných na bioniku ukončiť, pokračujeme v nej ďalej. Robíme tak preto, lebo od nášho predchádzajúceho článku pribudlo v tejto oblasti toľko novinek, že by bola škoda o nich neinformovať. Aj tento fakt potvrdzuje naše presvedčenie, že bionika nie je mŕtva veda a stále má čo ľuďom ponúknuť.

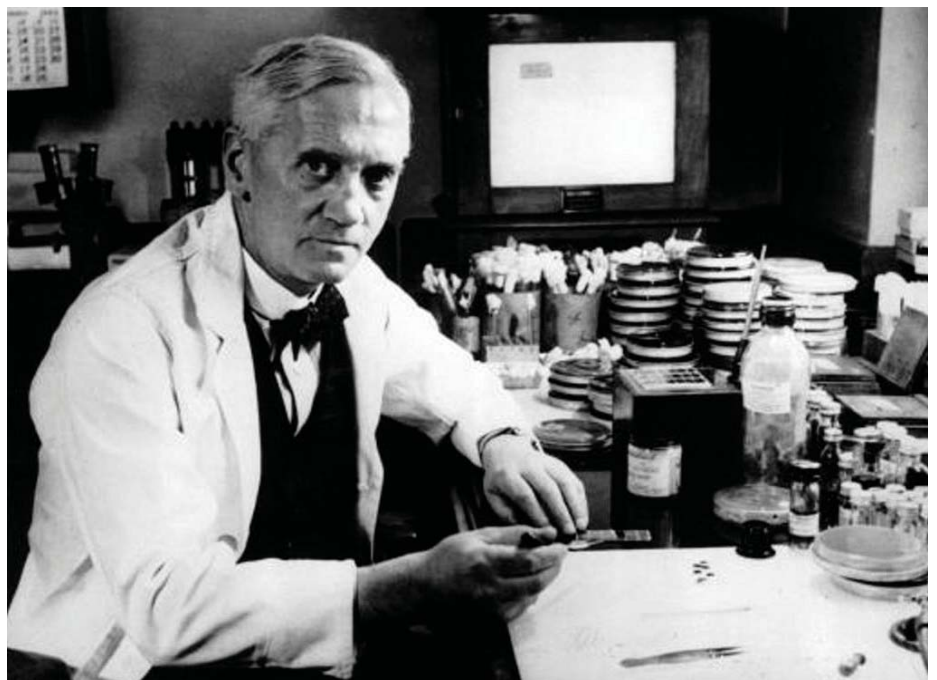
Tentoraz sme sa zamerali hlavne na novinky z oblasti medicíny, pretože zdravie je to najcennejšie, čo človek má.

### Penicilín a bionika

V súčasnej dobe lekárska veda už našla riešenia aj na liečenie viacerých chorôb, ktoré boli v minulosti neliečiteľné a často končili smrťou chorého. Napríklad penicilín pomohol zachrániť milióny ľudí, ktorí by zomreli na infekciu. **Aj samotný objav penicilínu môžeme priradiť k bionike.** To, že pleseň *Penicillium notatum* dokáže ničiť baktérie, fungovalo v prírode už dávno predtým, ako to spozoroval Alexander Fleming. Nie je pravdou, ako uvádzajú niektoré zdroje, že Fleming penicilín objavil iba náhodou. Náhoda zohrala svoju rolu iba v tom, že pred dovolenkou neumyl misky, v ktorých kultivoval baktérie, a tak sa na nich mohla pomnožiť pleseň. **Neodškriteľnou zásluhou Fleminga je však skutočnosť, že náhodne získané informácie dokázal správne vyhodnotiť** (pohol rozumom) a využil ich na získanie lieku, ktorý významne ovplyvnil spôsob liečby bakteriálnych infekcií.

Penicilín sa stal natoľko populárnym liekom, že ho v počiatočnom nadšení pridávali aj do potravín, aby boli „zdravšie“. Časom sa však zistilo, že **penicilín nie je všeliekom** a nezaberá na všetky choroboplodné organizmy. Veľmi nepríjemným zistením bola skutočnosť, že penicilín postupne strácal účinnosť i pri baktériách, ktoré spočiatku úspešne ničil. Ak sa penicilín podával v malých dávkach, prípadne kratšiu dobu, a niektoré baktérie kontakt s penicilínom dokázali prežiť, stali sa na penicilín rezistent-

nými – voči nemu odolnými. Aj **preto sa vedci zamerali na vývoj množstva nových antibiotík** účinných aj na tie mikroorganizmy, ktoré dokázali penicilínu vzdorovať. Žiaľ, postupom času sa problémy s rezistenciou zopakovali aj pri nových antibiotikách. Takto sa „podarilo vypestovať“ **multirezistentné kmene, na ktoré už nezaberá skoro žiadne antibiotikum.** Napriek intenzívnemu výskumu a vývoju v tejto oblasti sa nové účinné antibiotiká hľadajú čoraz ťažšie.



Obr. 1 Alexander Fleming vo svojom laboratóriu<sup>1</sup>

1 <http://zivot.azet.sk/clanok/7129/objav-vdaka-nahode-fleming-nasiel-to-co-nehladal.html>

## Objav vďaka žabe v mlieku

Až donedávna bola stará ruská ľudová múdrosť, že **ponorenie žaby** (konkrétne skokana hnedého) **do nadojeného mlieka zabráni jeho skysnutiu**, považovaná za poveru. Vedci sa však presvedčili, že má racionálne jadro. Samotný fakt, že skokany žijúce vo vlhkom, nečistom, infekčnom prostredí plnom baktérií, plesní a vírusov dokážu odolávať kožným ochoreniam, je prekvapujúci. Medzinárodný tím vedený ruským chemikom Albertom Lebedevom z Moskovskej štátnej univerzity sa rozhodol preveriť túto poveru a dospel k zaujímavému záveru – **v sekrétoch z kože skokanov objavili takmer stovku peptidov a proteínov majúcich vlastnosti antibiotík**. Niektoré z nich dokonca dokázali spoľahlivo **likvidovať i nebezpečné rezistentné kmene baktérií z rodu Salmonella a Staphylococcus**.



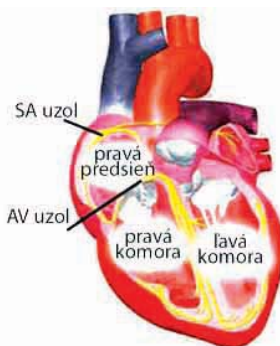
Obr. 2 Skokan hnedý<sup>2</sup>  
Foto: Adriana Krobová

Problémy so srdcom a srdcovým rytmom spôsobuje nielen láska, ale často ich zapríčiňujú aj rôzne ochorenia, prípadne vývojové poruchy. Ich výskyt sa neustále zvyšuje a choroby srdca a krvného obehu patria medzi takzvané civilizačné ochorenia. Aj preto vedci hľadajú rôzne riešenia, ako pomôcť týmto ľuďom. O transplantácii srdca a jeho umelých náhradách sme písali v predchádzajúcej časti nášho seriálu. Srdcové transplantáty a implantáty síce pomôžu pacientovi prežívať, ale väčšinou mu neumožňujú žiť plnohodnotným životom. Ideálnym riešením by bola oprava chorého srdca alebo jeho náhrada srdcom vypestovaným z vlastných buniek, kedy by nehrozila odmietavá reakcia organizmu.

V tejto oblasti však tiež svitá na lepšie časy.

## Oprava srdca pomocou vírusu

Poruchy srdcového rytmu často ohrozujú životy ľudí postihnutých týmto ochorením. Väčšinou sú zapríčinené poruchou sinoatriálneho uzla pôsobiaceho v srdci ako prirodzený kardiostimulátor. V súčasnosti sa tento problém najčastejšie rieši implantovaním elektronického kardiostimulátora. Napriek tomu, že operačný záťah sa na špecializovaných pracoviskách úspešne vykonáva už dlhšiu dobu, nie je úplne jednoduchý a bez rizika. **Kardiostimulátor síce človeku pomáha prežívať, neumožní mu však plnohodnotný život bez obmedzení**. Stále zostane cudzím predmetom v organizme, jeho elektronika je citlivá na zdroje elektromagnetického vlnenia a okrem toho potrebuje zdroj napätia, ktorý je potrebné raz za čas operatívne vymeniť. Kardiostimulátor by sa nemal priblížiť ku zdroju elektromagnetického vlnenia (mikrovlnná rúra, mixér, holiaci strojček, mobil a pod.) na vzdialenosť kratšiu ako 15 – 20 cm.



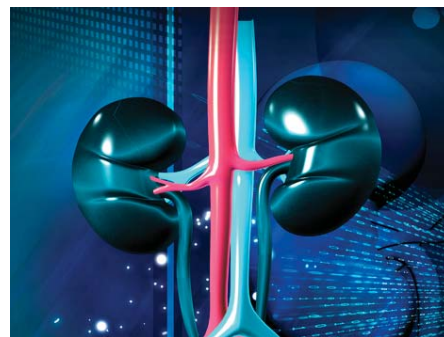
Obr. 3 Srdce, SA uzol – sinoatriálny uzol<sup>3</sup>

Vedci z amerického Inštitútu srdca Cedars-Sinai úspešne vykonali na zvieratách **opravu srdca s poruchou rytmu pomocou vírusu**. Vírus im poslúžil na prenos génu, ktorý pri vývoji plodu riadi vývoj buniek sinoatriálneho uzla. U piatich zo siedmich pokusných morčiat takto geneticky zmenené bunky dokázali prirodzene riadiť

činnosť srdca. Napriek tomu, že táto metóda je ešte pomerne ďaleko od praktického využitia u ľudí, pre chorých s poruchou srdcového rytmu sa do budúcnosti javí ako veľmi perspektívna.<sup>4</sup>

## Obličky z bioreaktora

Na viacerých vedeckovýskumných pracoviskách sa tiež viac či menej úspešne pokúšajú o vytvorenie bionáhrad za poškodené alebo nefunkčné orgány. Napríklad **výskumníci z Massachusettskej všeobecnej nemocnice vypestovali bioobličku potkana**. Ako podklad použili obličku od potkana – darcu, z ktorej odstránili mäkké tkanivá tak, že zostala iba jej väzivová kostra. Na túto kostru nasadili bunky potkana – príjemcu a dvanaásť dní ju kultivovali v **bioreaktore**. Po odskúšaní jej funkčnosti na mechanickom zariadení ju transplantovali príjemcovi. Oblička fungovala, hoci o niečo menej efektívne než zdravá oblička. Keďže bola oblička vytvorená z vlastných buniek príjemcu, nevyvolala nijakú odmietavú reakciu organizmu. Význam takéhoto postupu pri získavaní obličky na transplantáciu je hlavne v tom, že vylúčením odmietavej reakcie by sa výrazne skrátila doba čakania na vhodného darcu obličky a po transplantácii by nebolo potrebné dlhodobé podávanie imunosupresív (liekov potlačujúcich imunitnú reakciu organizmu). **Vedci predpokladajú, že podobným spôsobom by bolo možné vypestovať aj iné orgány vhodné na transplantáciu, napríklad pečeň, pľúca, prípadne aj srdce**.



Obr. 4 Obličky  
Autor: SHUTTERSTOCK<sup>5</sup>

2 [www.rozhlas.cz/leonardo/clovek/\\_zprava/objev-diky-zabe-v-mlece--1151001](http://www.rozhlas.cz/leonardo/clovek/_zprava/objev-diky-zabe-v-mlece--1151001)

3 [www.kardioklub.biznisweb.sk/info/o-srdci/kardiodefibrilator/rytmus/](http://www.kardioklub.biznisweb.sk/info/o-srdci/kardiodefibrilator/rytmus/)

4 <http://tech.sme.sk/c/6642576/virus-dokaze-opravit-srdce.html>

5 <http://vat.pravda.sk/zem/clanok/277670-potkany-dostali-nahradne-oblicky/>



### Priedušnica z kmeňových buniek

Výskum zameraný na vytvorenie nových orgánov sa však nezastavil iba pri experimentovaní na laboratórnych zvieratách. Najnovšia informácia na túto tému je z Južnej Kórey. Dievčatko Hannah sa v roku 2010 narodilo bez priedušnice. Lekári jej zachránili život tak, že chýbajúcu priedušnicu nahradili umelou dýchacou trubicou, ktorá viedla od úst až do pľúc. Rodičov informovali, že s trubicou v tele nemôže žiť dlhodobo. Pomoc však prišla od Dr. Macchiariniho z nemocnice v USA, štát Illinois, ktorý už viacerým pacientom pomohol operáciami priedušnic, pri ktorých použil vlastné kmeňové bunky pacientov. Aj v prípade Hannah Dr. Macchiarini použil jej vlastné kmeňové bunky extrahované z kostnej drene, z ktorých vytvoril chýbajúcu priedušnicu.



Obr. 5 Hannah Warren po operácii  
Foto: Healthcollege.edu.pl<sup>6</sup>

### Slovenskí vedci vyvinuli bionáhradu kože

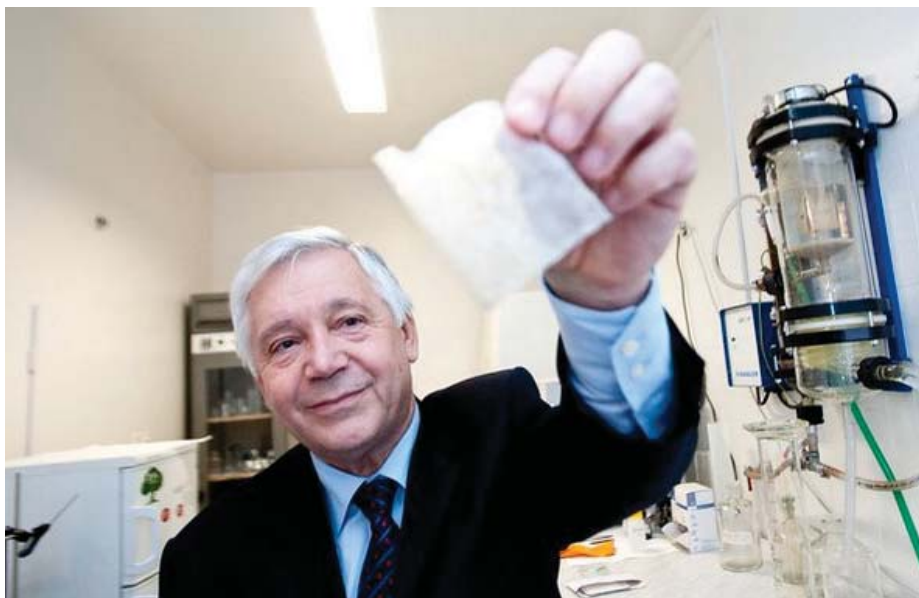
Vývoj bionáhrad orgánov nie je doménu iba zahraničných vedeckých pracovísk. TASR 30. apríla 2013 zverejnila správu s titulkom „Náhrady kože, ktoré vytvorili vedci z bratislavskej Slovenskej technic-

kej univerzity (STU), už prešli klinickými štúdiami na Klinike popálenín a rekonštrukčnej chirurgie Univerzitnej nemocnice v Ružinove“.<sup>7</sup> V správe sa píše o práci tímu profesora Dušana Bakoša z Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU, ktorý vytvoril **náhradu kože založenej na biomateriáloch**. Na „výrobu“ biosyntetic-

kej náhrady kože použili kolagén, hyaluronan a škrob – materiály, ktoré nevyvolávajú odmietavú reakciu organizmu. Na tomto „lešení“ potom kultivujú vlastné bunky pacienta, čím vznikne náhrada jednej kožnej vrstvy (dermy), na ktorej sa pri hojení vytvorí nová povrchová vrstva kože (epiderma).

### 3D tlač živých tkanív

Neuplynulo veľa času odvtedy, keď sa objavili prvé informácie o 3D tlačiarňach. Názory na ich praktické využitie boli spočiatku dost' skeptické. Málokto očakával, že okrem hračiek alebo nejakých modelov dokážu vytlačiť aj iné, zložitejšie a prakticky použiteľné predmety. Problém spočíval vo vlastnostiach materiálu (médiu), ktorým tieto tlačiarne tlačili. Postupom času sa však proces tlače a použitie materiálov natoľko zdokonalili, že americký študent **Cody Wilson 3D tlačou vyrobil dokonca funkčnú zbraň**.<sup>9</sup> Holandský architekt Janjaap Ruijsseenaars a taliansky konštruktér Enrico Dini sa zamerali na rozumnejšie využitie technológie a **pracujú na projekte výstavby budov s použitím princípu 3D tlače**.<sup>10</sup>



Obr. 6 Profesor D. Bakoš s biosyntetickou náhradou kože  
Foto: SME – GABRIEL KUČHTA<sup>8</sup>

6 <http://vysetrenie.zoznam.sk/cl/1000648/1348620/Unikatna-operacia-dievcatka--Pozrite-sa--co-jej-zachranilo-zivot>

7 <http://skolskyservis.teraz.sk/skolstvo/vedci-z-stu-vyvinuli-bionahrady-koze/2828-clanok.html>

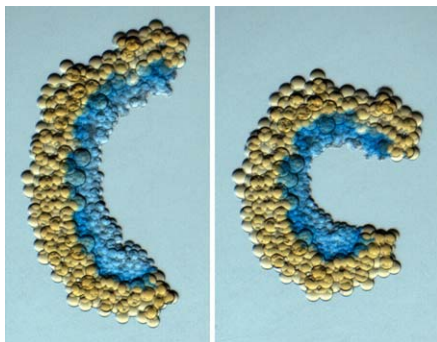
8 <http://tech.sme.sk/c/6783816/bakos-robime-nahradu-koze-moze-hojit-pacientovi-rany.html>

9 <http://tvnoviny.sk/sekcia/zahranicne/archiv/nova-hrozba-3d-tlaciaren-dokaze-vyrobiť-funkcnu-zbran.html>

10 <http://tech.sme.sk/c/6674838/na-stavbu-budovy-chcu-pouzit-3d-tlaciaren.html>

Nové možnosti, ktoré 3D tlač ponúka, však zaujali aj výskumníkov z oblasti medicíny. Veľmi lákavou je predstava „výroby“ náhrad za chýbajúce alebo poškodené orgány pomocou 3D tlače. Prvé **neživé náhrady (protézy, implantáty) zubov a kostí** vyrobené na mieru 3D tlačou už boli úspešne použité. Oveľa väčším prínosom by však bola možnosť vytlačiť náhrady živých orgánov alebo ich častí s použitím vlastných buniek pacienta.

Prvé kroky týmto smerom urobili vedci z Oxfordskej univerzity, ktorí pomocou 3D tlačiarne vytlačili sieť kvapiek obalených lipidmi. Sieť má podobné vlastnosti ako živé tkanivo.<sup>11</sup>



Obr. 7 Vytlačená 3D sieť kvapiek – syntetické tkanivo

Autor: G. VILLAR/OXFORD UNIVERSITY

Najväčší (publikovaný) pokrok v 3D tlači živých tkanív však asi urobili vedci z Cornellovej univerzity (USA). **Potrebu náhrad chýbajúcich orgánov, konkrétne ušnej chrupavky, sa snažia vyriešiť pomocou 3D tlače.** Vonkajšie ucho okrem sústredovania zvuku do zvukovodu je aj dôležitým estetickým prvkom. Deformovaná alebo chýbajúca ušnica sa nedá nevšimnúť a postihnutého významne hendikepuje. Doteraz zaužívaný postup pri plastike ucha používal chrupavku získanú z tela pacienta, ktorej tvar by mal čo možno najpresnejšie zodpovedať tvaru originálnej chrupavky. Nie vždy sa to však podarí a takýmto spôsobom vytvorené ucho ma neprirodený tvar. Spomínanému tímu vedcov sa však **podarilo** z kravskej chrupavky a telových buniek **pomocou 3D tlačiarne vytlačiť živú chrupavku požadovaného**

**tvaru.** Chrupavka z kravských buniek síce nie je použiteľná na plastickú operáciu u človeka, no vedci majú v úmysle použiť namiesto kravských buniek vlastné bunky pacienta.

#### Vzory z prírody pre vývoj lekárskeho nástrojov

Príroda má stále čo ponúknuť aj vývojárom lekárskeho nástrojov. Urzon kanadský je hlodavec podobný dikobrazovi. Podobne ako dikobraz aj urzon používa na svoju obranu **ostne**, ktoré môžu dosahovať dĺžku až 15 cm. Pre vedcov sú zaujímavé najmä **vlastnosti týchto ostňov.** Sú veľmi ostré, **lahko prenikajú cez kožu nepriateľa a veľmi ťažko sa z nej dajú vytiahnuť.** Vedci vedení Jeffreyom Karpom (Brigham and Women's Hospital z amerického Bostonu) a Robertom Langerom (z Massachusetts Institute of Technology – MIT-u) predpokladajú, že tento objav spôsobí prevrat vo výrobe lekárskeho nástrojov.

**Ostne urzonov** môžu slúžiť **ako vzor pri výrobe injekčných a chirurgických ihlích**, ktoré by ľahšie prenikali do tkanív a spôsobovali by menej bolesti, alebo pri výrobe rôznych svoriek, stehov, prípadne kanýľ, ktoré by sa dokázali lepšie v tkanive zachytiť.<sup>13</sup> Jeffreyho Karpa inšpirovali nielen urzony, ale aj červovité endoparazity z kmeňa háčikohlavcov (lat. Acanthocephala, česky vrtejší). Tieto parazity žijú v črevách zvierat, ale aj ľudí. Aby sa mohli na tomto klzkom povrchu zachytiť, používajú svojský trik. Na prednej strane tela majú chobotovitý **výbežok (proboscis) pokrytý mikroskopickými ostňami.** Tento chobôtik po zasunutí do črevnej steny napučne, preto sa z nej dá iba veľmi ťažko vytiahnuť. Na základe tohto poznatku Jeffrey Karp **vyrobil chirurgickú záplatu**, ktorej adhézna strana je pokrytá mikroihlami **v tvare miniatúrnych kuželovitých hrotov.** Každý z kuželov má hydrogélovú špičku, ktorá pri styku s vlhkosťou zväčší svoj objem. Takéto záplaty použité v chirurgii **držia niekoľkonásobne**



Obr. 8 Chrupavka ucha vytvorená pomocou 3D tlačiarne

Autor: SITA/AP, Lindsay France<sup>12</sup>

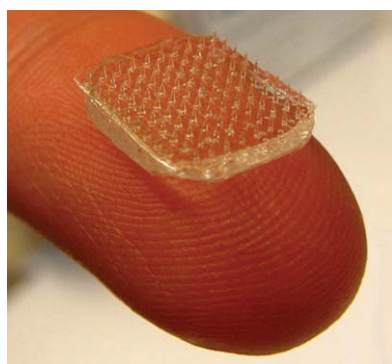
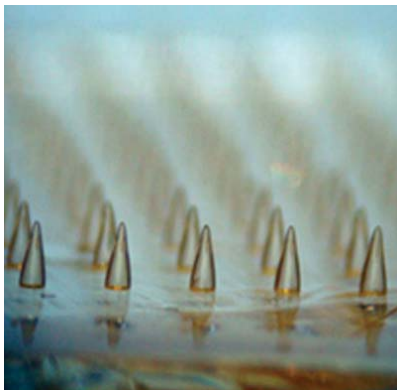
11 <http://vat.pravda.sk/technologie/clanok/276556-3d-tlaciarne-dokazu-vytlacit-synteticke-zive-tkaniva/>

12 <http://vat.pravda.sk/clovek/clanok/273468-vedci-vytvorili-zive-ludske-ucho/>

13 [www.national-geographic.cz/detail/tajemstvi-urzona-kanadskeho-odhaleno-pomuze-vylepsit-lekarske-nastroje-35700/](http://www.national-geographic.cz/detail/tajemstvi-urzona-kanadskeho-odhaleno-pomuze-vylepsit-lekarske-nastroje-35700/)



pevnejšie než bežné chirurgické svorky, hoci prenikajú do oveľa menšej hĺbky.



Obr. 9 Umelá chirurgická záplata podľa vzoru háčikohlavcov

Autor: The Karp Lab/ BWH<sup>14</sup>

### Včelí jed proti HIV

O tom, že včelie produkty majú tiež svoj podiel na vývoji liečivých prípravkov a postupov, sme už písali. No iba nedávno sa zistilo, že **včelí jed môže pomôcť pri prevencii pred smrteľným ochorením**, na ktoré sa zatiaľ ešte nenašiel spoľahlivý liek. Zistilo sa, že toxín mellitín nachádzajúci sa vo včelom jede **dokáže úplne deaktivovať vírus HIV** tým, že naruší jeho vonkajšiu štruktúru. Mellitín zdravé bunky nepoškodzuje a ničí iba obal vírusu. Zatiaľ sa počíta

s jeho použitím iba na prevenciu vo forme lubrikačného gélu, ďalší výskum možno prinesie nové prevapenia.<sup>15</sup>

### Vírus tabakovej mozaiky a neurodegeneratívne ochorenia

Zaujímavú skutočnosť zistil tím Roberta Friedlanda z Univerzity v Louisville, štát Kentucky. Pri imunologickom vyšetrení ľudí prichádzajúcich do styku s tabakom boli nájdené v ich krvi **protilátky** proti rastlinnému vírusu nazývanému vírus tabakovej mozaiky. No to, že **imunitný systém ľudí reagoval tvorbou protilátok proti rastlinnému vírusu** nebolo najväčším prevapením. Zistili totiž, že **povrch vírusu tabakovej mozaiky obsahuje proteín TOMM40L**, ktorý je **rovnaký ako proteín TOMM40L v ľudskom organizme**. A práve tento proteín sa podieľa na neurodegeneratívnych ochoreniach, ako sú Parkinsonova alebo Alzheimerova choroba. Nález protilátok objasňuje záhadu, prečo sa u ľudí prichádzajúcich do styku s tabakom, teda aj u fajčiarov, tieto ochorenia vyskytujú v menšej miere ako u ostatných ľudí.<sup>16</sup> Možno práve toto zistenie môže byť základom úspešnej liečby neurodegeneratívnych chorôb.

### Literatúra a internetové zdroje<sup>17</sup>

[http://zivot.azet.sk/clanok/7129/objav-  
vdaka-nahode-fleming-nasiel-to-co-  
nehladal.html](http://zivot.azet.sk/clanok/7129/objav-vdaka-nahode-fleming-nasiel-to-co-nehladal.html)

[www.rozhlas.cz/leonardo/clovek/  
\\_zprava/objev-diky-zabe-v-mlece-  
-1151001](http://www.rozhlas.cz/leonardo/clovek/_zprava/objev-diky-zabe-v-mlece-1151001)

[www.kardioklub.biznisweb.sk/info/o-  
srdci/kardiodefibrilator/rytmus/](http://www.kardioklub.biznisweb.sk/info/orsrdci/kardiodefibrilator/rytmus/)

[http://tech.sme.sk/c/6642576/virus-  
dokaze-opravit-srdce.html](http://tech.sme.sk/c/6642576/virus-dokaze-opravit-srdce.html)

[http://vat.pravda.sk/zem/clanok/  
277670-potkany-dostali-nahradne-  
oblicky/](http://vat.pravda.sk/zem/clanok/277670-potkany-dostali-nahradne-oblicky/)

[http://vysetrenie.zoznam.sk/cl/1000648/  
1348620/Unikatna-operacia-dievcatka-  
-Pozrite-sa-co-jej-zachranilo-zivot](http://vysetrenie.zoznam.sk/cl/1000648/1348620/Unikatna-operacia-dievcatka-Pozrite-sa-co-jej-zachranilo-zivot)

[http://skolskyservis.teraz.sk/skolstvo/  
vedci-z-stu-vyvinuli-bionahrady-koze/  
2828-clanok.html](http://skolskyservis.teraz.sk/skolstvo/vedci-z-stu-vyvinuli-bionahrady-koze/2828-clanok.html)

[http://tech.sme.sk/c/6783816/bakos-  
robime-nahradu-koze-moze-hojit-  
pacientovi-rany.html](http://tech.sme.sk/c/6783816/bakos-robime-nahradu-koze-moze-hojit-pacientovi-rany.html)

[http://tvnoviny.sk/sekcia/zahranicne/  
archiv/nova-hrozba-3d-tlaciaren-dokaze-  
-vyrobit-funkcnu-zbran.html](http://tvnoviny.sk/sekcia/zahranicne/archiv/nova-hrozba-3d-tlaciaren-dokaze-vyrobit-funkcnu-zbran.html)

[http://tech.sme.sk/c/6674838/na-stavbu-  
budovy-chcu-pouzit-3d-tlaciaren.html](http://tech.sme.sk/c/6674838/na-stavbu-budovy-chcu-pouzit-3d-tlaciaren.html)

[http://vat.pravda.sk/technologie/clanok/  
276556-3d-tlaciarne-dokazu-vytlacit-  
synteticke-zive-tkaniva/](http://vat.pravda.sk/technologie/clanok/276556-3d-tlaciarne-dokazu-vytlacit-synteticke-zive-tkaniva/)

[http://vat.pravda.sk/clovek/clanok/  
273468-vedci-vytvorili-zive-ludske-  
ucho/](http://vat.pravda.sk/clovek/clanok/273468-vedci-vytvorili-zive-ludske-ucho/)

[www.national-geographic.cz/detail/  
tajemstvi-urzona-kanadskeho-odhaleno-  
pomuze-lekarske-nastroje-35700/](http://www.national-geographic.cz/detail/tajemstvi-urzona-kanadskeho-odhaleno-pomuze-lekarske-nastroje-35700/)

[www.osel.cz/index.php?clanek=6859](http://www.osel.cz/index.php?clanek=6859)

[www.cas.sk/clanok/245344/prevratny-  
objav-vcelie-zihadlo-dokaze-zastavit-  
siren timer-virusu-hiv.html](http://www.cas.sk/clanok/245344/prevratny-objav-vcelie-zihadlo-dokaze-zastavit-siren timer-virusu-hiv.html)

[www.osel.cz/index.php?clanek=6867](http://www.osel.cz/index.php?clanek=6867)

*Pokračovanie v Duševnom vlastníctve  
č. 3/2013*

THINK IT! – PART XXVII  
Creativity and Medicine  
HOLAKOVSKÝ, P., HOLAKOVSKÝ, Š.  
Bionics and antibiotics. Frog in the milk.  
Heart reconstruction with the virus. Bio-  
substitutes of kidneys, trachea and skin. 3D  
printing of live tissues and organs. Surgical  
instruments inspired by nature. Tobacco  
mosaic virus and neurodegenerative di-  
seases.

<sup>14</sup> [www.osel.cz/index.php?clanek=6859](http://www.osel.cz/index.php?clanek=6859)

<sup>15</sup> [www.cas.sk/clanok/245344/prevratny-objav-vcelie-zihadlo-dokaze-zastavit-siren timer-virusu-hiv.html](http://www.cas.sk/clanok/245344/prevratny-objav-vcelie-zihadlo-dokaze-zastavit-siren timer-virusu-hiv.html)

<sup>16</sup> [www.osel.cz/index.php?clanek=6867](http://www.osel.cz/index.php?clanek=6867)

<sup>17</sup> Všetky odkazy na elektronické pramene v tomto článku vo vzťahu k jeho obsahu platné k 20. 5. 2013.