

Pohnime rozumom! – 26. časť

Bionika a ľudské telo

MVDr. Peter HOLAKOVSKÝ

Veľký Šariš

Ing. Štefan HOLAKOVSKÝ

patentová a známková kancelária GENiUM®, Bratislava

*„Nikto nie je dokonalý,
raz sa to možno bude dať vylepšiť.“*

(P. Holakovský)

V predchádzajúcom pokračovaní nášho seriálu sme sa venovali aj odstraňovaniu poškodení a porúch ľudského tela pomocou bionických pomôcok alebo bionických náhrad orgánov. V tejto súvislosti sme vás informovali o niektorých biologicko-medicínskych, biologicko-technických a technických riešeniach. Podrobnejšie sme opísali hlavne využitie týchto technológií v spojitosti s ľudskými orgánmi, akými sú koža a zrak. No veda a výskum pokročili aj vo vývoji iných bionických náhrad orgánov.

Umelé srdce

Choroby srdca väčšinou patria medzi **život ohrozujúce ochorenia**. Ich výskyt je na vzostupe najmä vplyvom súčasného životného štýlu ľudí. Patria medzi civilizačné choroby.¹ Napriek tomu, že sa veľká nádej vkladá do liečby kmeňovými bunkami, ich praktické využitie je zatiaľ iba v začiatkoch.

Niektoré neliečiteľné choroby alebo poškodenia srdca sa v súčasnosti dajú riešiť aj transplantáciou srdca. Vyvíjajú sa rôzne zariadenia na pomoc chorému srdcu, aby sa pacient dožil termínu transplantácie. Na tento účel sa už dlhší čas používa i mechanické čerpadlo, ktoré je ľahké, dá sa umiestniť priamo v tele pacienta a mimo tela je iba zdroj jeho energie. Samotné čerpadlo však činnosť nedokáže nahradiť úplne a chorému, menej výkonnému srdcu iba pomáha.²

Vývoj umelého srdca a prvé pokusy s jeho praktickým použitím sa začali už pred dvadsiatimi piatimi rokmi.³ Väčšina doteraz vytvorených prototypov umelého srdca sa snažila kopírovať to, čo vytvorila príroda. Až donedávna umelé srdce bolo iba analógickou „technickou kópiou“ ľudského orgánu. Tak ako ľudské srdce, aj to umelé malo predsieň, komory a chlopne. Princíp čerpania krvi bol pulzný a pacient s umelým srdcom mal tep.



Obr. 1 Klasické umelé srdce⁴

To znamená, že takto konštruované umelé srdcia boli zložené z technických zariadení, v ktorých sa krv dostávala do styku s rôznymi telu cudzími materiálmi. Obranný sys-

tém živých organizmov sa však snaží cudzorodé látky z tela za každú cenu eliminovať. Liekmi sa táto reakcia síce dá tlmieť, je to však spojené s rizikom zníženia celkovej obranyschopnosti organizmu, teda aj proti infekciám. Ďalším problémom je skutočnosť, že poškodené miesta v krvnom obehú sa organizmus snaží „zaplátať“ zrazenou krvou. Aj napriek tomu, že na výrobu umelého srdca sa použijú materiály, ktoré organizmus do určitej miery toleruje, pri tak komplikovanej konštrukcii je riziko vytvorenia krvnej zrazeniny stále vysoké. Toto riziko sa liekmi na zníženie zrážanlivosti krvi síce dá tlmieť, no aj nízka zrážanlivosť krvi je riziko pre organizmus.

Čakateľom na transplantáciu srdca však svitá do budúcnosti nová nádej. Českí lekári v apríli tohto roku úspešne vykonali výnimočnú operáciu. Hasičovi Jakubovi Halíkovi bol diagnostikovaný rozsiahly neoperovateľný nádor na srdci. Život mu mohla zachrániť iba transplantácia, ale hrozilo, že sa v krátkom čase nenájde vhodný darca a pacient sa transplantácie nedočká. Jeho život bol bezprostredne ohrozený. Lekári sa rozhodli pre unikátnu operáciu. Srdce mu nahradili dvomi mechanickými čerpadlami. Dosiaľ sa o takýto operačný zákrok pokúsili iba lekári v americkom Houstone, ich pacient však prežil iba sedem dní. Napriek tomu, že Jakub Halík v čase písania tohto článku zomrel na zlyhanie pečene, stal sa prvým človekom, ktorý žil bez srdca iba s jeho umelou náhradou viac ako pol roka.⁵

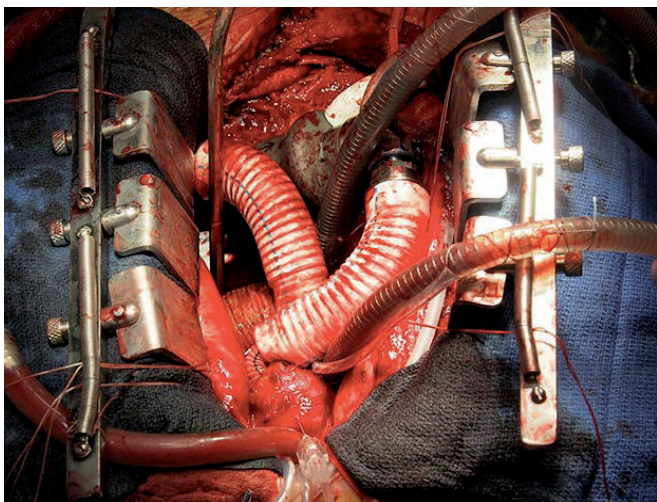
1 www.equark.sk/index.php?cl=article&iid=2020

2 <http://crepiny.noviny.sk/zdravie/17-07-2011/umele-srdce-pumpa-zachranuje-zivoty-aj-na-slovensku--2.html>

3 www.cas.sk/clanok/5127/pred-25-rokmi-zomrel-pacient-s-prvym-umelym-srdcom.html

4 <http://juliushajek.blog.idnes.cz/c/92383/Jak-dlouho-zije-clovek-s-umelym-srdcem.html>

5 www.teraz.sk/magazin/pacient-s-cerpadlami-namiesto-srdca-pre/25676-clanok.html

Obr. 2 Pohľad na čerpadlá (umelé srdce) počas operácie⁶Obr. 3 Röntgenová snímka čerpadiel v hrudníku⁷

Operácia českých lekárov je výnimočná v tom, že **namiesto komplikovaného umelého srdca použili dve čerpadlá**, ktoré sa už dlhší čas používajú na podporu krvného obehu u ľudí s poškodeným srdcom. Takto vytvorené umelé srdce sa však svojou konštrukciou vôbec nepodobá srdcu, ktoré „skonštruovala“ príroda. **Nemá nijaké predsieň, komory ani chlopne.** Krv nie je čerpaná pulzovaním, ale kontinuálne. Zjednodušene povedané, čerpadlo pozostáva z rúrky, ktorá sa operačne napojí jedným koncom na žilu privádzajúcu krv do srdca a druhým koncom na tepnu vychádzajúcu zo srdca.

Na čerpanie krvi slúži turbínka umiestnená v rúrke, ktorá je poháňaná bezkontaktné, magnetickým poľom.⁸ Veľkou výhodou tohto riešenia je, že krv preteká hladkou rúrkou bez záhybov a zbytočných spojov, kde by sa mohli vytvárať krvné zrazeniny. Pri použití dvoch takýchto čerpadiel namiesto srdca (jedno pre veľký a druhé pre malý krvný obeh) nie je potrebná synchronizácia pulzov medzi čerpadlami, pretože nepulzujú. Riadenie činnosti takejto náhrady srdca je preto jednoduchšie. **Pacient** s takýmito čerpadlami však **nemá pulz**, a preto monitorovanie jeho životných funkcií a krvného tlaku bežnými prístrojmi nie je možné. Napriek tomu prevažujú výhody nad nevýhodami. Takýto model umelého srdca je konštrukčne menej náročný oproti klasickému modelu. Jeho jednoduchosť znižuje možnosť výskytu porúch alebo iných komplikácií a zároveň sa znižujú aj nákla-

dy na výrobu. Pacient s takýmto umelým srdcom nie je pripútaný na lôžko, no musí pravidelne dobíjať akumulátory alebo vymieňať batérie, ktoré nosí pri sebe.

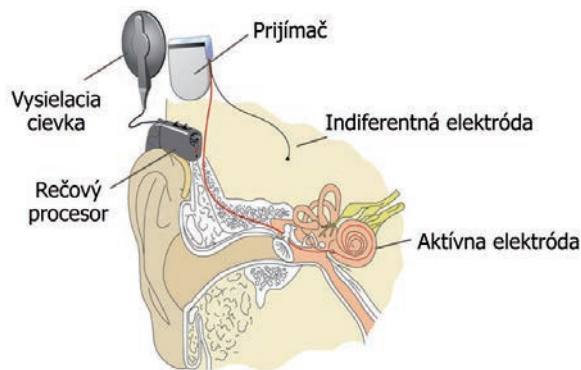
Kochleárny implantát – bionické ucho

Predstava sveta absolútneho ticha je pre počujúcich hrozná. V minulosti mnohokrát ľuďom, ktorí prišli o sluch pre chorobu, úraz, prípadne sa už narodili hluchí, nebolo možné pomôcť. Pri oslabenom sluchu pomôžu rôzne zosilňovače zvuku, ale **pri úplnej hluchote nijaké zosilňovanie zvuku nepomôže. Vedci však našli riešenie** aj v takom prípade. Ak je zachovaná funkčnosť sluchového nervu, pomôže bionické ucho – **kochleárny⁹ implantát**.

Sluch zdravého človeka funguje tak, že chvenie vzduchu sústredené vonkajším uchom (ušnica a zvukovod) sa dostane k strednému uchu, ktoré začína ušným bubienkom. Vlnenie vzduchu rozochveje bubienok. Jeho chvenie sa prenáša prostredníctvom sluchových kostičiek stredného ucha nazývaných kladivko, nákovka a strmienok na oválne okienko vnútorného ucha – slímáka. Orgán vnútorného ucha – slímák, bol takto pomenovaný, pretože má tvar podobný ulite slímá-

ka. Labyrint vnútorného ucha je vyplnený kvapalinou a vystlaný membránou, v ktorej sa nachádzajú nervové vlákna. Na povrchu membrány sú takzvané vláskové bunky, ktoré chvenie tekutiny (endolymfy) v slímáku premieňajú na elektrické impulzy. To znamená, že chvenie bubienka prenesené sluchovými kostičkami do slímáka rozochveje vláskové bunky, ktorých elektrické impulzy prenesú nervové vlákna cez sluchový nerv do príslušného centra mozgu. Mozog tieto nervové impulzy ďalej spracuje na sluchový vnem.

V rôznych literárnych zdrojoch sa uvádza, že vláskové bunky umiestnené bližšie k oválnemu okienku (cez ktorý vstupuje chvenie do vnútorného ucha) sú citlivejšie na vysoké tóny a vzdialenejšie na nižšie. Čím ďalej sa vlasové bunky nachádzajú, tým na nižšie tóny reagujú. Podrobnosti o fungovaní vnútorného ucha uvádzame preto, lebo tieto jeho vlastnosti využíva aj kochleárny implantát.

Obr. 4 Princíp kochleárnej implantácie¹⁰

6 <http://xiexiaorong08.com/tag/jakub-halik/>

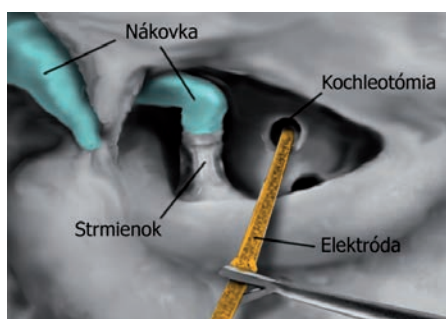
7 www.teraz.sk/magazin/pacient-s-čerpadlami-namiesto-srdca-pre/25676-clanok.html

8 <http://crepiny.noviny.sk/zdravie/17-07-2011/umele-srdce-pumpa-zachranuje-zivoty-aj-na-slovensku--2.html>

9 Lat. cochlea, od čoho je odvodený názov kochleárny.

10 www.scki.sk/ki.php

Kochleárny implantát pozostáva z dvoch hlavných častí. Je to vonkajšia časť – **rečový procesor s mikrofónom** a vnútorná časť – **prijímací stimulátor**, ktorý je voperovaný do tela pacienta. Mikrofón zvukové signály prijíma a procesor ich spracuje na elektrický signál, ktorý vysiela vysielačou cievkou. Moderné kochleárne implantáty sú natoľko miniaturizované, že sa dajú umiestniť ako závesný prístroj za ucho. Prijímací stimulátor prijíma signál z vysielačej cievky pomocou prijímača voperovaného pod kožu v oblasti ucha. Elektrické signály sú z prijímača vedené jemným zväzkom elektród do vnútorného ucha, slímáka.



Obr. 5 Zavedenie elektródy do kochleotómie¹⁰

Koncová časť zväzku elektród sa pri operačnom výkone zasúva do slímáka a jednotlivé elektródy sú so zväzku vyvedené v rôznych vzdialenostiach. Tak je možné elektricky stimulovať špecifické skupiny vlákien sluchového nervu a **preniesť do mozgu informáciu aj o výške tónu**. Pri stimulácii elektródou vzdialenejšou od oválneho otvoru to mozog vyhodnotí ako nízky tón a naopak.

Umelý pankreas

Diabetes – cukrovka je tiež jedným zo závažných civilizačných ochorení. Jej výskyt je vplyvom nezdravého životného štýlu stále častejší. **Počet diabetikov sa neustále zvyšuje**. Doc. MUDr. Emil Martinka, PhD., na otázku „Aký je podľa vás skutočný počet diabetikov na Slovensku?“ odpovedal takto:

„Diabetes mellitus veľmi rýchlo narastá a nadobúda rozmery epidémie. Kým v roku 1985 bolo vo svete evidovaných asi 30 mi-

liónov diabetikov, v roku 2003 ich už bolo 194 miliónov a ak sa tento trend nepodariť spomaliť, prognózy uvádzajú, že v roku 2025 počet evidovaných pacientov presiahne 333 miliónov. **Na Slovensku pribudne každoročne 6 – 8-tisíc pacientov**. Ak však berieme do úvahy demografický vývoj, t. j. ak odrátame mŕtvych, každoročne pribudne cca 11 000 – 13 000 nových pacientov. Podľa skríningovej štúdie realizovanej Slovenskou diabetologickou spoločnosťou je podiel občanov s diabetom na Slovensku až 7 %, čo je viac, než sme sa dosiaľ domnievali (5,3 %). Ide však o výskyt porovnateľný s inými krajinami EÚ. **Pri súčasnom počte obyvateľov Slovenska to predstavuje asi 380 000 – 400 000 pacientov.**“¹¹

Pankreas je žľaza, ktorá okrem iných funkcií produkuje inzulín¹². V prípade, že pankreas produkuje málo, prípadne neprodukuje žiadny inzulín, vznikne diabetes¹³. Napriek tomu, že v liečbe diabetu sa dosiahol výrazný pokrok, drvivá väčšina pacientov je odsúdená na celoživotné aplikovanie liekov, najmä injekčné podávanie inzulínu, a diétu spojenú s rôznymi ďalšími obmedzeniami životného štýlu. **Injekčné aplikovanie inzulínu diabetikom nielen znepríjemňuje život, ale nie vždy sa im musí podariť odhadnúť potrebnú dávku**. Ak diabetik zle odhadne dávku inzulínu, môže si spôsobiť ťažké poškodenie zdravia, prípadne až **ohrozenie života**. Z uvedeného dôvodu si diabetici kontrolujú hladinu cukru v krvi, čo je spojené s odobratím krvi, teda tiež pichaním.

Aký je názor odborníkov na možnosť úplného vyliečenia z cukrovky?

„**Cukrovku nie je možné vyliečiť, ale je možné ju úspešne liečiť**. Dodržiavaním diéty, primeraným pohybom a pomocou liekov zaistíme normálnu hladinu cukru v krvi (4,1-6,4 mmol/l). Cukrovka je celoživotné ochorenie, ktoré od vypuknutia sprevádza pacienta po celý život.“¹⁴

Aj v prípade diabetu však svitá na lepšie časy. Výskumné laboratória intenzívne skúmajú možnosť využitia kmeňových buniek na „opravu“ poškodeného pankreasu. Tento výskum sa však zatiaľ nedostal ani do štádia klinických pokusov, preto jeho použitie v praxi neprichádza zatiaľ do úvahy.

Veľkou nádejou pre diabetikov je **bionic-**

ký umelý pankreas. Umelý pankreas v sebe v podstate spája dva doteraz známe prístroje. Jedným je prístroj na sledovanie cukru v krvi a druhým inzulínová pumpa. Umelý pankreas dokáže kontinuálne udržať hladinu krvného cukru na požadovanej úrovni. Keď senzory umelého pankreasu zaznamenajú zvýšenie hladiny cukru, inzulínová pumpa uvoľní do krvného obehu potrebné množstvo inzulínu. Veľkou výhodou je, že umelý pankreas sa dá operačným zákrokom umiestniť do tela pacienta. Diabetik s umelým pankreasom je ušetrený od častého pichania inzulínu a od odberu krvi na zistenie hladiny cukru. Umelý pankreas má zásobník inzulínu, ktorý si diabetik podľa potreby dopĺňa.



Obr. 6 Umelý pankreas¹⁵

Umelý pankreas už bol úspešne odskúšaný v Anglicku. Aplikovali ho **desiatim tehotným ženám**.¹⁶ Tehotenstvo diabetičiek je rizikové a v dôsledku kolísania hladiny krvného cukru často končí odumretím plodu, predčasným pôrodom alebo inými komplikáciami. Výsledky použitia umelého pankreasu splnili očakávania, **umelý pankreas dokázal udržať hladinu krvného cukru na normálnej úrovni**.

Optická korekčná pomôcka

V minulom čísle časopisu Duševného vlastníctva (DV 3/2012) v rubrike Spektrum dobrých nápadov a riešení (s. 32) nás zaujal článok s názvom Optická korekčná pomôcka. Je v ňom prezentovaný nápad Ing. Petra Urbánka, z Trenčína, ktorý okrem iného uviedol: „Je všeobecne známe, že neostrý

11 http://dia.hnonline.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=360:emil-martinka-prioritou-je-register-pacientov-a-celospoloenska-edukacia&catid=2&Itemid=3

12 Inzulín je hormón, ktorý sa produkuje v pankrease a reguluje hladinu cukru v krvi.

13 Diabetes – cukrovka.

14 www.medicus.sk/icukrovka.htm

15 www.sme.sk/c/5192029/nadej-pre-diabetikov.html

16 <http://zdravie.pravda.sk/zdravie-a-prevencia/clanok/13159-tehotnym-zenam-s-cukrovkou-pomohol-umely-pankreas/>

Obr. 7 Dierované okuliare¹⁷

obraz na sietnici je možné urobiť ostrejšim, ak sa pred oko umiestni nepriehľadná dosťička s malým otvorom tzv. stenopeická štrbina.“ Tento princíp sa používa už dávnejšie a aj v súčasnosti nie je problém kúpiť si **dierované okuliare** v rôznom vyhotovení. Napriek tomu, že takéto okuliare majú i veľa nevýhod, veľa ľuďom so zrakovými chybami dokážu pomôcť. Reklama ich však preceňuje a pripisuje im vlastnosti, ktoré v skutočnosti nemajú. Možno preto je ich cena premrštená, napriek jednoduchosti ich výroby.

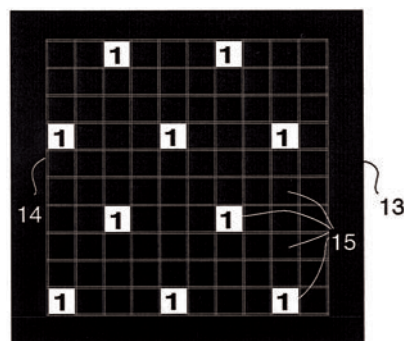
Podstata vynálezu P. Urbánka nazvaného optická korekčná pomôcka, ktorý je chránený patentom P SK 287976, je v článku vysvetlená takto: „Uvedená pomôcka pozostáva z transparentného monochromatického LCD displeja so sústavou usporiadaných segmentov prepúšťajúcich svetlo. Segmenty majú geometrický tvar a ideálne je, keď ho majú v tvare včelieho plástu.“

Nahliadnutím do patentového spisu zistíme, že optická korekčná pomôcka je oveľa sofistikovanejšie zariadenie ako dierované okuliare. Využíva síce podobný princíp, no LCD displej na rozdiel od pevnej dierkovej platničky dokáže meniť polohu priehľadných bodov (stenopeických štrbín) tak, že sa postupne spriehľadní celá plocha displeja. Ak je frekvencia preblikávania bodov rovnaká alebo vyššia ako 13 Hz (uvádza sa v patentovom spise), oko to nevníma ako blikanie, pretože zrakový vnem na sietnici nezaniká ihneď, ale pretrváva určitý čas. Pri takejto frekvencii blikania bodov sa LCD displej javí ako priehľadný. Veľkou výhodou takého riešenia je, že pomocou tejto pomôcky je možné zobrazit' väčší počet menších otvorov ako pri dierovaných okuliaroch. Použitím displeja s preblikávajúcimi bodmi sa oproti dierovaným okuliarom zvýši aj množ-

stvo svetla prichádzajúceho do oka.

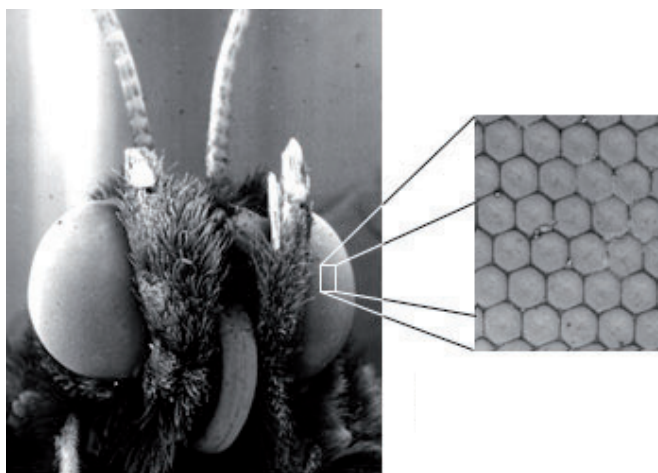
Poznámka autora P. H.: „Prečo píšeme o optickej korekčnej pomôcke v článku o bionike? Keď som prvýkrát videl dierované okuliare, ale aj návrh LCD displeja optickej korekčnej pomôcky, zaujala ma ich podobnosť so zloženým (facetovaným) okom hmyzu. Môžeme sa o tom presvedčiť porovnaním obrázkov 7 a 8 so zväčšeným detailom zloženého oka motýľa (na obrázku 9).

V súvislosti s okom hmyzu som si spomenul na moju prvú skúšku na vysokej škole. Väčšina študentov veterinárov, ako sa ľudovo hovorí, nemala bunky na techniku a skúška z fyziky bola pre nich postrachom. Ja som sa však okrem živej prírody od malička zaujímal aj o fyziku, a preto som sa na túto skúšku prihlásil v predtermíne. Najťažším bodom skúšky bolo absolvovať niekoľkostranový písomný test. Po vyhodnotení testu sa skúšajúci zaujímal hlavne o otázky, ktoré neboli v teste správne zodpovedané. V celom teste som podľa profesora urobil jednu chybu. Na otázku, či má zložené oko hmyzu schopnosť akomodácie, som v teste uviedol, že áno. Podľa profesora to bola nesprávna odpoveď, pretože hmyz v zloženom oku nemá šošovky, ktorými by dokázal zaostriť zrak na rôzne vzdialenosti. Oponoval som mu tým,

Obr. 8 Jeden z navrhovaných tvarov segmentov displeja¹⁸

že oko hmyzu síce nedokáže zaostrovat' na rôznu vzdialenosť, no je schopné prispôbovať sa intenzite svetla a akomodácia všeobecne znamená prispôbovanie sa. Moju odpoveď profesor uznal a bez ďalšieho skúšania som odchádzal s jednotkou v indexe. Píšem o tom preto, lebo s odstupom času si uvedomujem, že **zložené oko zaostrovanie na rozličné vzdialenosti ani nepotrebuje.**“

Keď sa pozrieme na obrázok oka motýľa, akoby sme sa pozerali na platničku so stenopeickými štrbinami. Z optiky vieme, že čím je vyššia clona²⁰ na objektíve, tým je aj väčšia hĺbka ostrosti. To znamená, že hĺbka ostrosti zloženého oka vzhľadom na miniatúrnú veľkosť otvorov, ktorými svetlo do jeho jednotlivých segmentov (omatídí)²¹ vstupuje, je obrovská a oko je fixne zaostrené na krátku i veľkú vzdialenosť (**fixfokus**²²).

Obr. 9 Zložené oko motýľa, vpravo zväčšený detail¹⁹

¹⁷ www.infinito.sk/produkt-13-374/Dierovane_okuliare.html

¹⁸ <http://registre.indprop.gov.sk/registre/pdf/patenty/287/287976.pdf>

¹⁹ www.monarchwatch.org/biology/sense1.htm

²⁰ Otvor, ktorým prechádza svetlo do objektívu.

²¹ U niektorých druhov hmyzu je počet omatídí v zloženom oku až 30 000.

²² Pevné zaostrenie fotografického prístroja.

„Zrkadlové“ 3D

„Sniečko sa snažilo tak, ako keby vrcholilo leto, kalendár však už naznačoval blížiaci sa koniec októbra. Nádherné nedeľné predpoludnie... a ja (Š. H.) som, už riadne spotený, tak, ako skoro každú nedeľu, mal za sebou viac ako polovičku túry okolo štadióna bratislavského Interu... Ak si myslíte, že tam chodím behať, ste na omyle. Na Interi sú každú nedeľu burzy (až na pár výnimiek, keď sa tam naozaj športuje). Prichádzajú tam stovky, možno tisíce predávajúcich a ešte viac kupujúcich. Môžete tam kúpiť všetko, od ihly po nákladné auto... Minule mi ponúkali prídavnú nádrž z Migu (aj by som ju kúpil, keby som ju mal kam dať).

Spozornel som pri ďalšej hromade kníh. Hľadal som knihy o starej technike alebo kuchárske knihy pre manželku (aby som ja mohol domov prinášať rôzne technické predmety, manželke som založil zbierku kuchárskych kníh – má ich už viac ako 500). Moju pozornosť na tejto hromade zaujala zvláštna kniha, v ktorej sa nelistovalo sprava doľava, ale zdola hore. Ako fanúšika 3D moju pozornosť upútali dvojice na prvý pohľad skoro rovnakých obrázkov. Moje oči, natrénované na pozeranie 3D dvojíc fotografií aj bez nejakých ďalších pomôcok, sa ihneď pokúsili pozrieť „3D pohľadom“ na nádherné farebné fotografie kvetín tak, aby som z tých dvojíc vnímal 3D obrázok (tento postup sme opisali v DV 3/2010). Oстал som sklamaný, keď sa mi to ani na viackrát nepodarilo. Potom som si uvedomil, že sme v návode písali, že by stredu obrázkov nemali byť vzdialené viac, ako je vzdialenosť očí. A medzi týmito obrázkami bola vzdialenosť viac ako dvojnásobná... a boli aj väčšie ako tie na pozeranie 3D dvojíc. Čo teraz?

Zaľhľadel som sa pozornejšie a zbadal som ďalší rozdiel. Obrázky síce boli skoro rovnaké, ale zrkadlovo pootočené okolo vertikálnej osi.

A vtedy som pochopil, o čo ide... K tomu, aby som si to mohol overiť, mi chýbalo zrkadlo. Keď som knihu dolistoval, bolo mi jasné, že sa nemýlim, a **dokonca nechýba ani zrkadlo**. Bolo špeciálne tvarované a zasunuté do puzdra na vnútornej zadnej strane obalu. Ako skúsený zberateľ som ho ani nevyberal a nič nevyšvetľoval predávajúcemu. Len som sa ho opýtal, čo tá čudná kniha stojí. Zobral ju do rúk, zalistoval, pokrútil hlavou a povedal 50 centov. Schoval som 5 eurovku, ktorú som mal pripravenú v zatvorenej dlani, a z vrečka vylovil 50 centov...

Zostatok burzy som už len tak preletel. Tašku som mal plnú všeličoho, ale najviac som sa tešil z tej knihy. V aute na parkovisku som netrpezlivo vybalil túto nevšednú knihu,

vybral z nej zrkadlo a založil ho do špeciálneho držiaka v strede hornej časti knihy. Chvilku mi trvalo, kým som našiel správny uhol pohľadu (očí)... **a žasol som nad nádhernými 3D obrázkami.**



Obr. 10 Prezeranie „zrkadlových“ 3D obrázkov

Teraz sa pozrime na tento skoro neznámy spôsob 3D zobrazovania trochu technickejšie. Doteraz sme vás oboznámili s viacerými spôsobmi tvorby a prezerania 3D (stereo) obrázkov (dvojice obrázkov, anaglyfy, lentikulárne fólie, pasívne (polarizačné) okuliare, aktívne okuliare...).

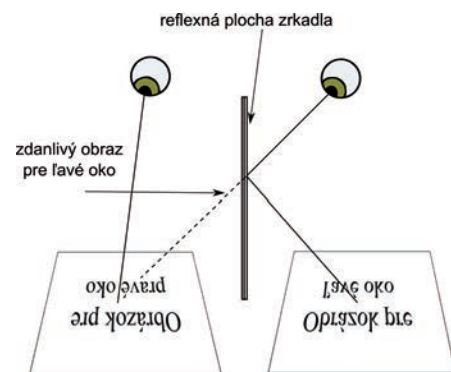
Základný princíp je v podstate rovnaký. Treba vytvoriť dvojicu (minimálne) obrázkov (jeden pre ľavé a druhý pre pravé oko) a zabezpečiť to, aby ľavé oko videlo obrázok, ktorý bol vytvorený pre ľavé oko, a pravé oko videlo obrázok vytvorený pre pravé oko.

Pri oboznamovaní sa s rôznymi technickými postupmi a pomôckami sme sa už dávnejšie oboznámili s jedným doteraz skoro neznámy **postupom využívajúcim zrkadlo**. Dosiaľ sme však o ňom nepísali preto, lebo sme sa nestretli s jeho praktickým používaním.

Skúsme si ho stručne opísať.

Niektorou zo známych techník, ktoré sme už dávnejšie opísali, vytvoríme dvojicu obrázkov (najčastejšie fotografie). Potom **urobíme zrkadlový obraz ľavého obrázku** (spravidla) a obrázky umiestnime vedľa seba s medzerou medzi nimi niekoľko centimetrov. Kolmo na rovinu obrázkov, **medzi obrázky umiestnime zrkadlo** s reflexnou vrstvou na jeho ľavej ploche. Zo vzdialenosti bežnej na čítanie či pozeranie obrázkov (25 – 30 cm) sa na dvojicu obrázkov pozráme tak, že pravým okom vidíme pravý obrázok a ľavým nepozeralme na ľavý obrázok, ale na jeho prevrátený obraz v zrkadle.

Výsledkom je, že pravé oko vidí to, čo by pri bežnom pozeraní zobrazovaného predmetu videlo pravé oko, a **ľavé oko vidí (v zrkadle)** to, čo by videlo ľavé oko. Mozog informácie z očí spracuje tak, že **pozorovateľ vníma priestorový (3D) obrázok**.



Obr. 11 Schematické znázornenie „zrkadlového“ princípu prezerania 3D obrázkov

Porovnajme si teraz systém „zrkadlového“ princípu s tými, ktoré sme v minulosti opísali.

„Zrkadlový“ princíp má v porovnaní s prezeraním dvojíc fotografií pomocou prehliadačiek výhodu v tom, že zrkadlo je jednoduchšie ako prehliadačky, ktoré spravidla musia mať šošovky. Ďalšou výhodou je, že **„zrkadlové“ obrázky môžu byť väčšie**.

Výhodou oproti anaglyfom je, že nie sú potrebné farebné okuliare (kde je problém zladit' použité filtre pri tvorbe obrázkov s filtermi okuliarov) a **nedochádza pritom k žiadnemu skresleniu farieb**.

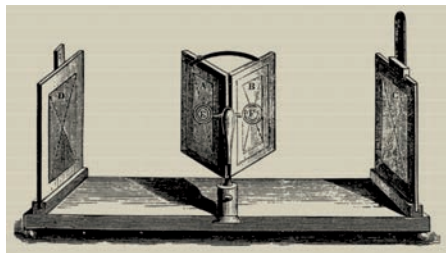
V porovnaní s lentikulárnymi šošovkami je zjavná výhoda v tom, že **jedno zrkadlo stačí na prezeranie mnohých fotografií**. Každý 3D obrázok zobrazovaný pomocou lentikulárnych šošoviek musí byť špeciálne spracovaný (ľavý a pravý obrázok sú vertikálne „rozstrihané“ na tenké pásiky a vystriedane uložené vedľa seba) a musí mať fóliu s lentikulárnymi šošovkami presne umiestnenú nad obrázkom. Pri pozorovaní obrázkov s lentikulárnymi fóliami je spravidla vnímaná aj štruktúra lentikulárnych fólií (vertikálne pásiky). „Zrkadlové“ obrázky sa vytvárajú oveľa jednoduchšie a nie sú vôbec skreslené.

Technická náročnosť tvorby a pozorovania „zrkadlových“ 3D obrázkov je **neporovnateľne nižšia**, ako je to s 3D obrázkami pozorovanými pomocou pasívnych či aktívnych okuliarov.

Až teraz som si uvedomil (Š. H.), že prvý prakticky využiteľný princíp 3D (už v roku 1613 jezuita Francois d' Aguilion použil vo svojom spise pojem „stéréoscopique“), ktorý

vymyslel v roku 1838 Charles Wheatstone (DV 3/2010), využíval tiež zrkadlá (obr. 3)...

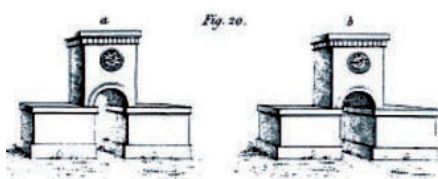
V publikovanom článku²³ podrobne objasnil teóriu stereoskopického videnia a opísal princípy binokulárneho videnia. Možno ešte užitočnejšie bolo, že neostal iba pri teórii a podarilo sa mu svoje teoretické vedomosti využiť na vytvorenie vynálezu stereoprehliadačky umožňujúcej pozorovať špeciálne vytvorené obrázky (naozaj to boli obrázky – fotografia bola ešte v štádiu experimentov). **Prehliadačka bola založená na princípe zrkadiel**, v ktorých pozorovateľ videl odrazy nakreslených obrázkov pre ľavé a pravé oko. Zrkadlá sa dali posúvať tak, aby mierne odlišné obrazy mozog spracoval do priestorového (stereo, 3D) vnemu.



Obr. 12 Wheatstonova stereoprehliadačka využívajúca dve navzájom pootočené zrkadlá v strede prehliadačky

V článku upozornil na to, že takto môžu byť pozorované nielen jednoduché geometrické tvary, ale aj „kvetý, kryštály, busty, vázy, nástroje rôzneho druhu atď. tak, aby sa nedali rozlíšiť od videnia samotných reálnych objektov“.

Z Wheatstonovej publikácie sme uverejnili (DV 3/2010) aj obrázok na pozorovanie pomocou jeho prehliadačky (obr. 4). Vtedy som nevedel pochopiť (Š. H.), prečo sú obrázky navzájom prehodené. Pri bežnom pohľade na obrázky a trochu zamyslenia dôjdeme k záveru, že sa na „bránu“ pozeráme z ľavej strany. Pri pohľade pomocou jeho prehliadačky by sme zistili, že v skutočnosti ide o pozeranie z pravej strany. Dosiahne sa to vďaka zrkadlám (v strede prehliadačky sú zrkadlá, na bokoch prehliadačky sú pozorované obrázky).



Obr. 13 Wheatstonova dvojica obrázkov na stereoskopické pozorovanie

Zaujímavé je, že od prvého Wheatstonovho vynálezu **ďalšie prehliadačky potrebovali zložitejšie optické prvky** (optické hranoly, šošovky, okuliare...).

Ubehlo už veľa rokov, kým si na zrkadlá niekto spomenul a pôvodnú Wheatstonovú prehliadačku ešte zjednodušil – a stačilo mu iba jedno zrkadlo.

V tejto súvislosti mi dovoľte aspoň jednu malú, ale dôležitú poznámku (Š. H.): „*Pri riešení technických problémov (a nielen technických) konštrukčná zložitost' riešenia postupne narastá, až sa dostane na úroveň, keď to už takto ďalej vylepšovať nejde. A potom niekto príde s novým princípom. Niekedy sa tento princíp akoby vrátil na začiatok vývoja a prekvapujúco ho zmenil. Súvisí to zrejme s tzv. vývojom po špirále (ale o tom bližšie niekedy inokedy).*“

Literatúra a internetové zdroje²⁴

PAULOV, Š.: Fyziológia živočíchov a človeka. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1980.

www.equark.sk/index.php?cl=article&iid=2020

www.pluska.sk/plus-7-dni/veda/srdcovu-chlopnu-vam-vymenia-aj-bez-operacie.html

<http://encyklopedia.sme.sk/c/894051/prve-transplantovane-srdce.html>

www.zzz.sk/?clanok=6813

www.cas.sk/clanok/223778/jakubisko-po-operacii-tento-muz-mu-dal-12-rokov-zivota.html

<http://crepiny.noviny.sk/zdravie/17-07-2011/umele-srdce-pumpa-zachranuje-zivoty-aj-na-slovensku--2.html>

www.cas.sk/clanok/5127/pred-25-rokmi-zomrel-pacient-s-prvym-umelym-srdcom.html

<http://juliushajek.blog.idnes.cz/c/92383/Jak-dlouho-zije-clovek-s-umelym-srdcem.html>

www.teraz.sk/magazin/pacient-s-cerpadlami-namiesto-srdca-pre/25676-clanok.html

<http://xiexiaorong08.com/tag/jakub-halik/>

www.teraz.sk/magazin/pacient-s-cerpadlami-namiesto-srdca-pre/25676-clanok.html

<http://crepiny.noviny.sk/zdravie/17-07-2011/umele-srdce-pumpa-zachranuje-zivoty-aj-na-slovensku-2.html>

www.scki.sk/ki.php

http://dia.hnonline.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=360:emil-martinka-prioritou-je-register-pacientov-a-celospoloenska-edukacia&catid=2&Itemid=3

www.medicus.sk/icukrovka.htm

www.sme.sk/c/5192029/nadej-pred-diabetikov.html

<http://zdravie.pravda.sk/zdravie-a-prevenicia/clanok/13159-tehotnym-zenam-s-cukrovkou-pomohol-umely-pankreas/>

www.infinito.sk/produkt-13-374/Dierovane-okuliare.html

<http://registre.indprop.gov.sk/registre/pdf/patenty/287/287976.pdf>

www.monarchwatch.org/biology/sense1.htm

Obrázok č. 10 autor Š. Holakovský
Obrázok č. 11 autori Š. a P. Holakovskí

Pokračovanie v Duševnom vlastníctve
č. 1/2013

THINK IT! – PART XXVI
Bionics and Human Body
HOLAKOVSKÝ, P., HOLAKOVSKÝ, Š.:
Bionic replacements of some human organs – artificial heart, cochlear implant, artificial pancreas. Optic corrective aid – device for elimination of a human eye defect, the principle of stenopeic slit improved electronically – Patent No. 287976. “Mirror” 3D – 3D imaging technique known a little, history and practical experience.

²³ „Philosophical Transactions“ of the Royal Society of London, Vol. 128, pp. 371-394.

²⁴ Všetky odkazy na elektronické pramene v tomto článku vo vzťahu k jeho obsahu platné k 30. 10. 2012.