

Nejnovější výzkum:

Okem přijímáme
tři čtvrtiny všech

v oku třetí buňky?

informací o okolním světě. Kupodivu není k okolnímu světu slepé ani oko lidí, kteří nikdy nic neviděli.

„Vidím jakýsi přísvit,“ prohlásila nejistě žena, jež slovo »vidím« nevyslovila dlouhých padesát let. V sedmatřiceti ztratila v důsledku dědičné choroby zrak. Do svých sedmaosmdesát let žila ve tmě naprosté slepoty.

Britští neurologové pacientku nijak neléčili. Jen vystavili její oči silnému modrému světlu. Toto záření působí na zvláštní typ buněk v sítnici oka, o jejichž existenci se vědci ještě nedávno přeli.

120 000 000 buněk citlivých na světlo

Lidské oko má velmi komplikovanou vnitřní stavbu. Jednou z jeho nejdůležitějších komponent je bezesporu sítnice. Funguje podobně jako film – zachytává světlo a zaznamenává obraz. Tahle tenká blanka vystylá v zadní



**JSME NA TOM HŮŘE
NEŽ MYŠI**

Lidské oko má méně světločivných gangliových buněk než oko myši. Přesto na nás má modré světlo významný vliv a ovlivňuje dokonce i efektivitu práce lidského mozku. V jednom experimentu nechali vědci dobrovolníky 6,5 hodiny buď jen v modrém, anebo jen v zeleném světle. Poté je podrobili testům, při nichž je třeba správně a rychle zareagovat na různé podněty. Dobrovolníci, kteří pobývali před testem v modrém světle, reagovali rychleji a dělali méně chyb. <<

části vnitřek našeho oka. Tvoří ji vrstva světločivných buněk.

Nejpočetnější je v sítnici populace asi 120 000 000 buněk, které jsou vysoce citlivé na dopadající světlo. Nejsou však s to odlišit světlo různých vlnových délek, a nedovolují nám proto vnímat barvy. Pro podlouhlý tvar jsou tyto buňky označovány jako tyčinky. Při nedostatku světla reagují v lidské sítnici prakticky jen tyčinky. Proto vidíme za šera černo-bíle.

Za barvy děkujeme 5 000 000 čípků

Baňatější buňky označované jako čípky jsou v sítnici mnohem vzácnější než všudypřítomné tyčinky. Napočítali bychom jich asi 5 000 000. K podráždění potřebují mnohem silnější záření než tyčinky. V lidském oku se vyskytují ve třech typech. Každý reaguje na světlo jiné vlnové délky a díky tomu jejich prostřednictvím vnímáme barvy.

Vzruchy z tyčinek a čípků přebírají nervové buňky, kterým se říká gangliové. V oku jich máme něco přes 1 000 000. Z gangliových buněk putují vzruchy zrakovým nervem do mozku.

Buňky vidí modře

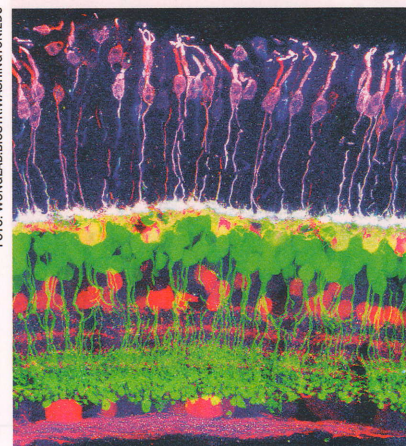
Stavba sítnice je tak trochu paradoxní. Světločivné buňky – čípky a tyčinky – se nacházejí pod vrstvou gangliových buněk. Světlo přicházející do oka projde nejprve gangliovými buňkami a teprve pak dopadne na čípky a tyčinky. Gangliové buňky jsou světlu »první na ráně«.

Přesto je nikdo dlouho nepodezíral z toho, že by dokázaly reagovat na světlo podobně jako čípky nebo tyčinky. A to byla chyba. Asi 200 000 gangliových buněk obsahuje pigment melanopsin, který reaguje nejsilněji na modré světlo. V našem oku tedy existuje třetí typ světločivných buněk. K čemu nám jsou dobré?

Seřízení biologických hodin

Existence třetího typu světločivných buněk – gangliových buněk vybavených melanopsinem – řeší jednu z velkých záhad obestírajících chod našich vnitřních biologických hodin.

Ty sice »šlapou« podle tempa daného aktivitou celé řady genů, ale přitom jsou průběžně »seřizovány« slunečním svitem.



>> Sítnice je vnitřní tenká vrstva oka obratlovců. Její hlavní funkcí je snímání a předzpracování světelných signálů, přicházejících skrze čočku.

Bez korekce sluníčkem by se nám vnitřní hodiny pomalu »zpožďovaly«, protože mají naprogramovanou délku dne zhruba na 24 hodin a 10 minut. Naštěstí se každý den vlivem střídání světla a tmy naše vnitřní hodiny seřizují. Den ukazovaný vnitřními biologickými hodinami se upraví na rovných 24 hodin a kryje se tak s délkou dne a noci určenou rotací Země.

Modré světlo je všude

Čípky se zdají na řízení délky dne příliš citlivé. Tyčinky jsou ještě mnohonásobně citlivější. Pokud by působilo světlo na biologické hodiny prostřednictvím těchto světločivných buněk, pak by byla naše vnitřní časomíra snadno zranitelná.

Reagovala by prakticky na jakékoli výkyvy v intenzitě světla, např. na podmračený den, na dlouhou dobu strávenou v místnostech s chabým umělým osvětlením nebo třeba i na chvilkové šlofiky uprostřed dne,

během kterého mají naše čípky a tyčinky tmu.

K ničemu takovému však nedochází. Vděláme za to světločivným gangliovým buňkám s melanopsinem.

Modré světlo, na které tyto buňky přednostně reagují, je obsaženo jak ve slunečním svitu, tak i v záření umělého osvětlení. Proto se nám biologické hodiny seřídí i v případě,



FOTO: BIO.JHU.EDU

>> Pigment melanopsin, který reaguje nejsilněji na modré světlo

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

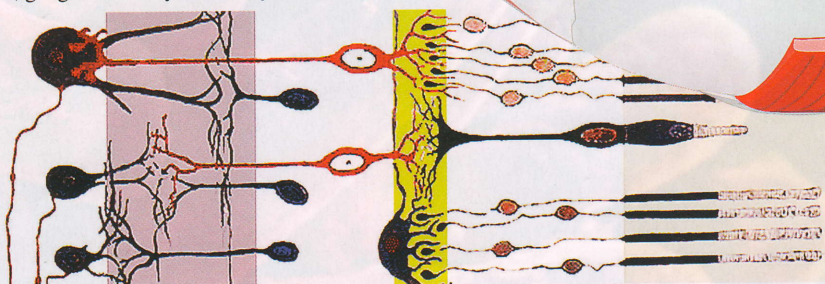
že nevycházíme na slunce. Buňky obdařené světločivným pigmentem melanopsinem jsou v reakci na světlo »líné« a reagují jen na zásadní změny. Díky tomu je systém korekce našich vnitřních biologických hodin odolný k rušivým vlivům a náhodným výkyvům v intenzitě osvětlení.

Třetí buňky vidí

Nejnovější výzkum odhalil, že gangliové buňky obdařené melanopsinem plní v oku i další úlohy. Vědci původně předpokládali, že vzruchy z těchto buněk nekončí v mozku ve zrakových centrech a že pro nás modré světlo zachycené gangliovými buňkami zůstává neviditelné.

Jak dokázal experiment s nevidomou pacientkou, která viděla přisvit potě, co byly její oči vystaveny silnému modrému světlu, gangliové buňky si s lidskými zrakovými

ILUSTRACE: SANTIAGO RAMÓN



>> Působením světelných paprsků pronikajících do oční koule dochází v tyčinkách a čípcích ke vzniku chemické reakce a následnému přenosu nervových impulzů do centrálního nervového systému

centry v mozku rozumějí. Dobrovolnice měla dědičnou chorobou v sítnici zcela zničené jak čípky, tak i tyčinky. Nemohla tedy vnímat světlo tradičními typy světločivných buněk. Jediné, co mohlo v jejím oku reagovat na dopadající světlo, byly gangliové buňky s melanopsinem. Na která místa v mozku gangliové buňky své vzruchy posílají? Prvním odhaleným adresátem bylo »srdce« našich biologických hodin sídlící v mozku v centru zvaném suprachiasmatické jádro. Druhým pak byla zraková centra v mozkové kůře.

Vidíme více, než jsme mysleli

Gangliovými buňkami zřejmě vidíme mnohem více, než jsme si ještě nedávno mysleli. Laboratorní myši lze vycvičit tak, aby vyhledávaly určité vzory sestavené z modrých světél. Myši tuto schopnost neztratí, ani když přijdou v sítnici o všechny tyčinky a čípky a jsou podle tradičních představ naprosto slepé. Světločivné gangliové buňky jim na odhalení vzorů z modrého světla stačí.

Také člověk asi umí »třetími buňkami« koukat. Zdá se, že díky světločivným gangliovým buňkám vnímáme jasnost pozadí světa kolem sebe. Zvláště důležitá se zdá role těchto »třetích buněk« za plného osvětlení jasného dne.

Oko a učení

Řada chorob je ovlivněna světlem. Lidé se silnými migrénami nesnášejí ostré světlo. Na-

opak nedostatek světla v zimních měsících s krátkým dnem mívá za následek zvýšenou náchylnost lidí k duševním depresím.

Narušený světelný režim přispívá významně k nespavosti. O tom se jistě přesvědčil každý, kdo někdy cestoval letecky na velké vzdálenosti napříč časovými pásmy. Když rytmus střídání dne a noci nesouhlasí s tím, co ukazují naše vnitřní biologické hodiny, máme problémy nejen se spánkem, ale i se soustředěním, jídlem a dalšími běžnými aktivitami. Mnohé z těchto procesů podléhají významnému vlivu světločivných gangliových buněk.

Také paměť a proces učení jsou pod silným vlivem světla. Například myši si lépe pamatují negativní zkušenosti získané na světle než stejné negativní zkušenosti ze tmy. Tento efekt světla je zřejmě zprostředkovan přednostně čípkami a tyčinkami sítnice. Podíl světločivných gangliových buněk ale nelze vyloučit. Pokusy na myších, kterým byly v různých fázích dne aktivovány světločivné gangliové buňky, prokázaly, že u nich dochází k poruchám paměti a učení, i když jejich denní režim nebyl nijak narušen a čípky a tyčinky byly drážděny tak, jak je běžné.

>> Oko je smyslový orgán, reagující na světlo

Odvrácená tvář modrého světla

Drážděním nebo utlumením světločivných gangliových buněk bychom mohli v budoucnu dosahovat mobilizace duševních schopností nebo naopak připravit unavený mozek na odpočinek a regeneraci sil.

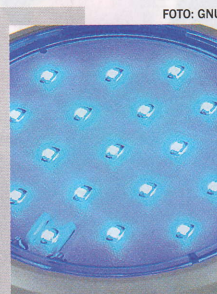
Síla modrého světla má však i svou odvrácenou tvář a lidé by si měli dávat větší pozor na zdroje světla s touto složkou záření. Jeho intenzita může být tak vysoká, že nám světločivné gangliové buňky »spálí«.

Pozor na LED

Pokud se nám stane něco podobného s tyčinkami a čípkami, pak přijdeme o zrak. Ztrátu světločivných gangliových buněk bychom neznamenali jako výraznější zhoršení zraku. Přesto by mohla mít pro náš život dalekosáhlé důsledky. Někteří odborníci proto hledí se znepokojením na světelné diody LED, které se stále víc prosazují jako energeticky úsporné zdroje světla. V jejich záření je mnohdy velmi intenzivní modrá složka. Co udělá svit »ledek« s našimi světločivnými gangliovými buňkami a celým organismem, to zatím netušíme.

Člověk se vyvíjel odedávna v bílém světle slunce a světlo plamene pochodní, loučí nebo svíci na tom mnoho nezměnilo. Teprve v posledním století jsme vyvinuli takové zdroje umělého světla, které jsou s to »znečistit« náš svět zářením vlnových délek, na jaké nejsou naše oči přizpůsobené. Měli bychom proto urychleně zjistit, jaká rizika takhle »světelná špína« přináší. <<

PROF. ING. JAROSLAV PETR, DRSc.
VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY V PRAZE
ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



>> Světelné diody LED s výrazným modrým spektrem

FOTO: GNU