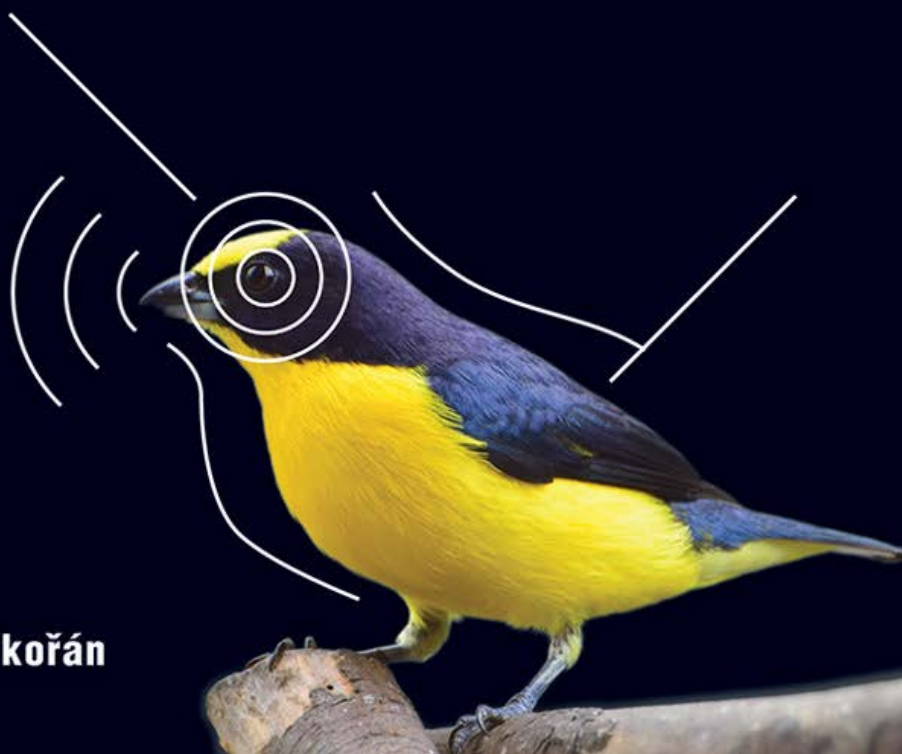


Jaroslav Petr

DESATERO SMYSLŮ

Jak lidé a zvířata vnímají okolní svět



argo / dokořán

Jaroslav Petr

DESATERO SMYSLŮ

Jak lidé a zvířata vnímají okolní svět

ARGO / DOKOŘÁN

Jaroslav Petr

DESATERO SMYSLŮ

Jak lidé a zvířata vnímají okolní svět

Copyright © Jaroslav Petr, 2021

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).

Odpovědný redaktor Marek Pečenka.

Redakce Alžběta Knappová.

Obálka, sazba podle návrhu Pavla Růta

a konverze do elektronické verze Michal Puhač.

Vydalo v roce 2021 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,

Holečkova 9, Praha 5,

dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,

jako svou 1107. publikaci (357. elektronická).

ISBN 978-80-7675-014-2

OBSAH

Úvod	9
Zrak	13
Sluch	51
Echolokace	91
Chuť	105
Čich	127
Feromony	157
Hmat a další opomíjené smysly	179
Orientace	219
Magnetorecepce	233
Smysl pro elektrické pole	249
Přehled použité literatury	261
Rejstřík	295

*Věnováno Toníkovi a Rostovi s přáním,
aby je nikdy nepřestalo bavit
odhalování tajů světa všemi smysly.*

ÚVOD

Za všechno, co víme a umíme, vděčíme svým smyslům. Vedle znalostí budících respekt, jako je výpočet diferenciální rovnice nebo transplantace srdce, nám přinášejí i bezpočet vjemů, které bereme jako samozřejmost, i když jsou ve své podstatě stejně úžasné jako vyšší matematika či kardiochirurgie. Pryskyřičná vůně linoucí se z borového lesa za prosluněného letního dne. Příjemná hořkost doušku čaje z hrnečku svíraného ve zkřehlých dlaních. Svěží zeleň lístků deroucích se z pupenu na větvičce břízy. Tlukot slavíka zaznívající z rákosin na břehu rybníka. Navlhlá měkkost mechu pokrývajícího kameny u potoka. To všechno nám předkládá „velká pětka“ smyslů tvořená zrakem, sluchem, čichem, chutí a hmatem.

Živočichové toho vnímají mnohem více než lidé. Soví uši nabízejí poslech v prostorovém provedení, před kterým blednou i ty nejmodernější zvukové aparatury. Hlubinné ryby si prohlízejí okolí v pestrých barvách, i když člověk si v temnotě oceánu bez umělého světla nevidí ani na špičku nosu. Madagaskarští lemuři si sdělují rodinné novinky tělesnými pachy a americký krtek se světem prohmatává pomocí dvaadvaceti prstíků, které si proti všem zvyklostem nenese na končetinách, ale na nose. Broukovi vrubounovi kutálejícímu kulíčku z trusu ukazuje správný kurz pás Mléčné dráhy protínající noční oblohu.

Svět však nevnímáme jen „velkou pětkou“ smyslů. Pokud bychom se opravdu snažili, napočítali bychom smyslů i několik desítek. Vnímáme bolest, chlad i horko. Smysl označovaný česky jako polohocit nám dává jistotu, že i když se probudíme uprostřed temné noci, okamžitě víme, jestli máme ruce u těla, nebo jsme se jimi roztáhli přes celou postel. Vjemy z těchto smyslů bereme s ještě větší samozřejmostí, než s jakou přijímáme dary „velké pětky“. O to hůře pak neseme, když nás některý z těchto podceňovaných smyslů nechá na holičkách.

Zvířatům jsou mnohé z našich smyslových vjemů cizí. Jeskynní ryby jsou slepé, delfínům zbyla z chutí pouze slaná a kyselá a včely registrují ve srovnání s člověkem jen třetinové spektrum pachů a vůní. Na druhé straně však živočichové disponují dovednostmi, které jim můžeme jen závidět. Paúhoři si zahrávali s elektrickými výboji dávno před italským fyzikem Voltou. Mořským želvám ukazuje cestu při transoceánských plavbách vnitřní kompas. Včely hravě zjistí, že někde blízko jejich družka tasila žihadlo, a je to pro ně

signál k mobilizaci před blížícím se nebezpečím. Mnohá zvířata využívají smysly s překvapivou rafinovaností. Americký sysel odpuzuje nepřátele tím, že se navoní pachem chřestýše.

Z překvapení nevycházíme ani nad výkony pětice základních smyslů. Jak je například možné, že sépie navzájem komunikují barevnými změnami kůže, když jsou barvoslepe? Jak zjistí ptáci lesňáčci blížící se živelní pohromu s předstihem, který jim umožní prchnout před katastrofou stovky kilometrů daleko? Cítí hroch něco přes svou pět centimetrů tlustou kůži? Jak najde motýl danaus stěhovavý cestu z rodiště v jižní Kanadě na mexická zimoviště, když tuto cestu naposled v celku absolvovali jeho pradědečkové a prababičky? A kdo by čekal, že čichat umí i srdce a že mícha má své vlastní chutě?

Homo sapiens čili člověk moudrý si smysly „prodloužil“ a zpřístupnil si místa, která zůstávala pro dlouhé generace našich předků *terra incognita*. Prostřednictvím Hubbleova vesmírného teleskopu jsme nahlédli do nejvzdálenějších hlubin vesmíru. Tajе subatomárního světa nám odhaluje obří urychlovač částic zbudovaný na pomezí Švýcarska a Francie. Lidským smyslům jsme moderními technikami zpřístupnili dokonce i dění v nekomplikovanější hmotě, jakou jsme zatím ve vesmíru našli, tedy v lidském mozku.

K vzestupu člověka a vzniku lidské civilizace významně přispěla „konzervace“ smyslových vjemů. Řeč, jako jeden z nejúžasnějších lidských vynálezů, zprostředkovává vjemy, které se odehrály bůhví kdy a kde. Zvířata žijí přítomností. Lidé si však zážitky vyprávěním předávali z pokolení na pokolení a také je hromadili. Objev písma „konzervaci“ vjemů pozvedl na novou úroveň. Dnes ukládáme obrovské objemy dat na servery počítačů a zažehli jsme informační explozi. Do roku 1900 potřebovalo lidstvo na zdvojnásobení objemu všech znalostí zhruba jedno století. Od roku 1950 jsme ke stejnému nárůstu znalostí docházeli každých 25 let. Počínaje rokem 2006 už nám k tomu stačí pouhých 13 měsíců. A daleko prý není doba, kdy se objem dat nashromážděných lidstvem zdvojnásobí každých 12 hodin.

Mnohem dál než v získávání informací „prodloužením“ smyslových orgánů a „konzervací“ smyslových vjemů jsme zašli v „krmení“ svých smyslů. Náš zrak, sluch, čich, chuť či hmat nejsou lepší, než byly smysly prvních lidí *Homo sapiens* žijících v Africe před 300 000 lety. Vládneme však podstatně účinnějšími prostředky pro zásobování smyslů vjemy. Po tisíciletí jsme je „přikrmovali“ uměním, Shakespearovými dramaty, fugami Johanna Sebastiana Bacha nebo plátny Vincenta van Gogha. Dnes dominuje menu pro lidské smysly produkce zábavního průmyslu a obsah sociálních sítí. Smyslovými vjemy jsme přehlcní. A nešetříme ani živočichy. Smyslové vnímání jim svými aktivitami komplikujeme. Tažným ptákům putujícím v noci jsme zamotali hlavy, když jsme hvězdy na obloze přesvítili září lidských sídel. Přízemní ozón znečišťující

ovzduší odbourává chemickými reakcemi molekuly tvořící vůni květů a znesnadňuje včelám a čmelákům pátrání po pylu a nektaru. Samice žab v rybníce u rušné silnice už v hluku projíždějících automobilů neslyší kvákání žabáků.

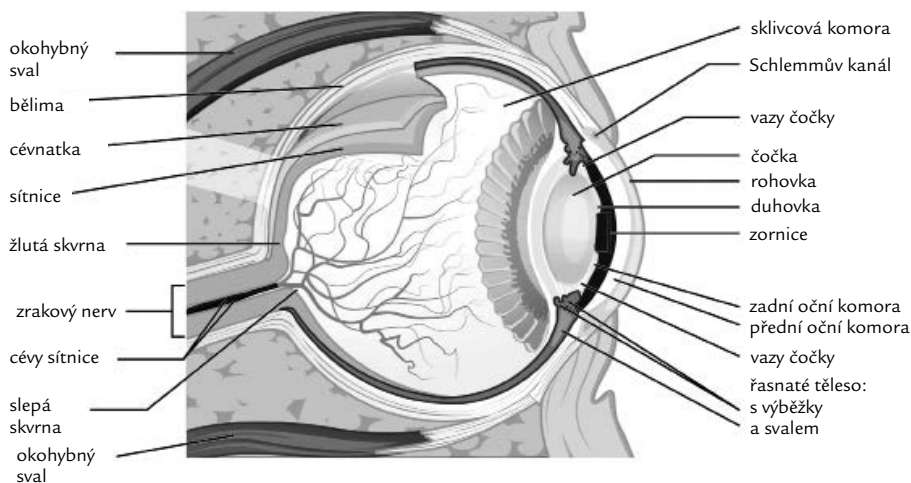
Není na čase se zastavit a zamyslet se nad tím, k čemu byly naše smysly miliony let dlouhou evolucí předurčeny, a porovnat to s tím, k čemu je užíváme nyní? Má zrak sloužit k tomu, abychom na sociálních sítích pásli po epizodách ze života pochybných celebrit? Máme sluch na to, abychom ho zahlcovali banálním žvaněním, fámami a dezinformacemi? Vybavila nás příroda chutěmi proto, abychom je zaměstnávali dalšími a dalšími porcemi pokrmů? Nehodí se hmatové receptory v kůži našich prstů víc k pohlázení někoho blízkého, než ke kochání se hebkostí kůže na sedačkách luxusního auta? Neměl by nás čich varovat před stavem znečištěného ovzduší místo toho, aby se oddával deliriu nejrozumnějších osvěžovačů vzduchu?

Svět smyslů a smyslových vjemů je úžasný i ve své prapůvodní prostotě. Neodehrávají se tu bulvární skandály, a přesto tu není nouze o neuvěřitelné příběhy plné lásky a sebeobětování, stejně jako úkladů, intrik a machiavelistických manipulací. Tyto příběhy nabízejí příležitost k zamyšlení se nad tím, k čemu všemu své smysly využijeme a čemu je už nepropůjčíme.

ZRAK

Oko má tak komplikovanou stavbu, že mu Charles Darwin ve svém přelomovém díle *O původu druhů* věnoval zvláštní pasáž. Slavný biolog se předem obával, že právě objasnění evoluce oka a zraku bude pro jeho teorii nepříjemně tvrdý oříšek. Na druhé straně byl Darwinův současník, německý fyzik a lékař Hermann von Helmholtz, trpce zklamán nevalnou kvalitou oka z hlediska optiky a došel k závěru, že tu příroda nijak skvělou práci neodvedla.

Ať už v oku vidíme evoluční brak, nebo naopak mistrovské dílo, nic to nemění na skutečnosti, že jeho prostřednictvím přijímáme informace o okolním



Oko člověka

V přední části kryje oko rohovka, za kterou se nacházejí oční komory vyplněné tekutinou, tzv. komorovou vodou. Mezi přední a zadní komorou se nachází duhovka, přes kterou otvorem zornice prochází světlo do nitra oka.

Zornice se stahuje nebo roztahuje jako clona a reguluje množství světla vstupující do oka. Za zornicí prochází světlo čočkou. Ta je upnutá na řasnaté těleso, které tahem svých svalů mění tvar čočky a dovoluje nám zaostření obrazu na sítnici. Zadní strana oka je na vnější straně kryta bělímou, na kterou se upínají okohybné svaly. Pod bělímou se nachází cévnatka prostoupená tepénkami a žilkami zajišťujícími prokrvení oka. Cévy prostupují až do řasnatého tělesa, kde se z krve tvoří komorová voda. Ta se dostává do očních komor Schlemmovým kanálem. Na cévnatku nasedá sítnice se světločivnými buňkami. Z těch putují nervové vzruchy zrakovým nervem do mozku.

Tam, kde zrakový nerv prostupuje sítnicí, chybí světločivné buňky a vzniká tzv. slepá skvrna. Nejvyšší nahromadění světločivných buněk se nachází v malé oblasti sítnice označované jako žlutá skvrna. Když dopadá světlo do žluté skvrny, vidíme nejostřeji.

Betts J. G. et al.: *Anatomy and physiology*. Houston: Rice University, 2017.

světě v neuvěřitelném množství i kvalitě. Zrak nám dovoluje rozlišit bezpočet tvarů a miliony barev a jejich odstínů. Vděčíme za to sítnici oka, která funguje jako jedinečný převodník, v němž se mění fotony světla na elektrický náboj. Elektrický stimul je následně zrakovým nervem odveden do mozku, kde na něj reagují podrážděním neurony zrakového centra.

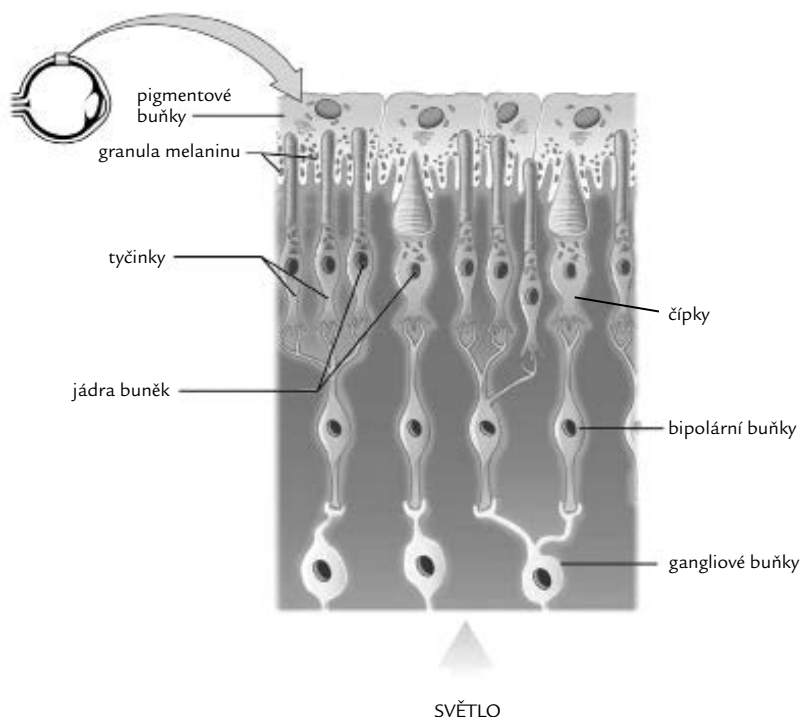
Zrak nám nezprostředkovává jen přímo nabyté zkušenosti. Dovoluje nám čerpat ze zkušeností a myšlenek, které nasbíraly předchozí lidské generace a „zakonzervovaly“ je pro další pokolení. Díky tomu můžeme dnes číst Epos o Gilgamešovi vyrytý do hliněné tabulky babylónským písařem před bezmála čtyřmi tisíci lety. Můžeme si prohlížet z harddisku počítače vyvolané snímky povrchu Jupiterova měsíce Europa pořízené v roce 1996 kosmickou sondou Galileo. Zrak nám dovolí, abychom se potěšili Shakespearovým sonetem, filmovým westernem *Tenkrát na Západě* nebo malbami Šestatřicet pohledů na Fudži japonského mistra Kacušky Hokusaie. Za to všechno a mnohé další vděčíme zraku.

MISTŘI OSTRÉHO ZRAKU

Na vzdálenost tří kilometrů rozezná člověk s dobrým zrakem objekt velikosti lidské postavy. Ve tmě na stejnou vzdálenost rozliší, jestli auto svítí jedním, nebo dvěma reflektory. Orel skalní (*Aquila chrysaetos*) zahlédne na tři kilometry králíka přikrčeného k zemi. Proč máme oproti orlům tak chabý zrak?

Už zběžný pohled prozradí, že člověk má oči ve srovnání s orlem poměrně malé. Velké druhy orlů s hmotností kolem deseti kilogramů mají oko stejně velké jako urostlý muž, který měří bezmála dva metry. Největšíma očima se v poměru k rozměrům těla pyšní orel klínoocasý (*Aquila audax*). Tento australský dravec s třímetrovým rozpětím křídel váží až šest kilogramů. Jeho oko měří v průměru přes tři centimetry a v předozadním směru dokonce tři a půl centimetru. Větší oko má už jen africký pštros dvouprstý (*Struthio camelus*). Bez mála čtyřcentimetrové pštrosí oko předčí velikostí dokonce i mozek uložený v pštrosí lebce. V poměru k velikosti těla ale oko pštrosů nijak mimořádné není, protože tito ptáci často dorůstají výšky přes dva metry a hmotnosti přes sto kilogramů.

Zdatnost orlího zraku netkví jen ve velikosti oka. Zadní stěna oka dravců je znatelně zploštělá. Díky této inovaci se obraz vzdálených předmětů promítá orlovi na větší plochu sítnice, než když dopadá na kulovitou sítnici v oku člověka. Dravci mají navíc na sítnici nácpano mnohem víc světločivných buněk. Zatímco sítnice lidského oka má na milimetru čtverečním asi 40 000 buněk reagujících na světlo, poštolce obecné (*Falco tinnunculus*) se jich na stejnou plochu vejde skoro dvakrát tolik. V místě, které zajišťuje nejostřejší obraz, se nám na jednom milimetru čtverečním tísní kolem 200 000 světločivných



Sítnice oka

V sítnici oka probíhají reakce, které převádějí energii světelného záření na nervový vzruch. Ten pak putuje zrakovým nervem do zrakových center mozku. Na vnějším okraji sítnice se nacházejí pigmentové buňky s granuly barviva melaninu. Tato granula pohlcují světlo a brání jeho odražení zpět do oka. Na pigmentované buňky nasedají světločivné buňky, které jsou v sítnici zastoupeny tyčinkami a čípkami. Tyčinky reagují na slabé světlo, ale nerozlišují barvy. Pomáhají nám vidět za zhoršených světelných podmínek. Čípky reagují odlišně na světlo různých vlnových délek a dovolí člověku rozlišit tři základní barvy – modrou, zelenou a červenou. Pro svou práci potřebují čípky intenzivní světlo.

Vzruchy vzniklé ve světločivných buňkách převádějí bipolární buňky do gangliových buněk, které pak tento vzruch svými výběžky předají do zrakového nervu.

Betts J. G. et al.: *Anatomy and physiology*. Houston: Rice University, 2017.

buněk. Orel jich má v milimetru čtverečním této tzv. žluté skvrny kolem jednoho milionu. Rozdíl mezi lidskou a orlí sítnicí můžeme přirovnat k zrnitému obrazu na monitoru starého televizního přijímače a vysokému rozlišení obřích moderních obrazovek.

Ani teď ale nejsme ve výčtu evolučních zlepšováků oka dravců u konce. Lidské oko obdařila příroda jen jednou žlutou skvrnou o průměru asi pěti milimetrů. K ptákům byla mnohem štedřejší. Některým opeřencům dala do vínků protáhlou žlutou skvrnu, díky které pták vidí ostře celý obzor, a nikoli jen jeho malý výsek. Na sítnici dravců se nacházejí hned dvě žluté skvrny spojené pásem hustě nahloučených světločivných buněk.

Mezi ptáky jsou dravci výjimeční i tím, že mají podobně jako člověk trojrozměrné tzv. binokulární vidění. Oči mají otočené dopředu a jejich zorná