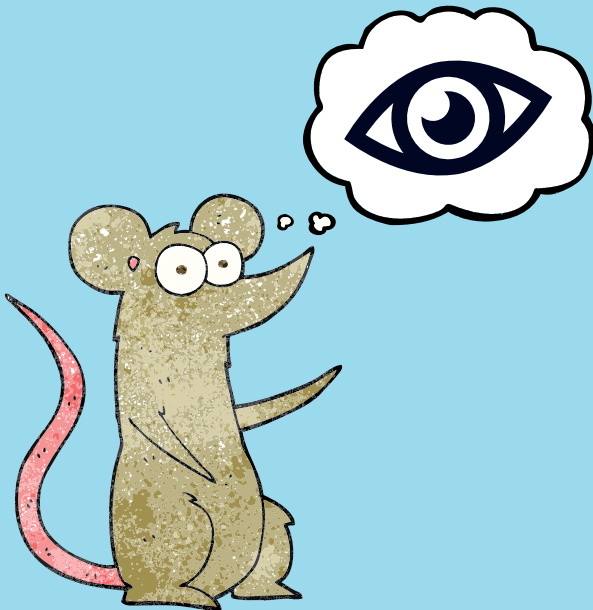


zrak



1/ JAK FUNGUJE OKO?

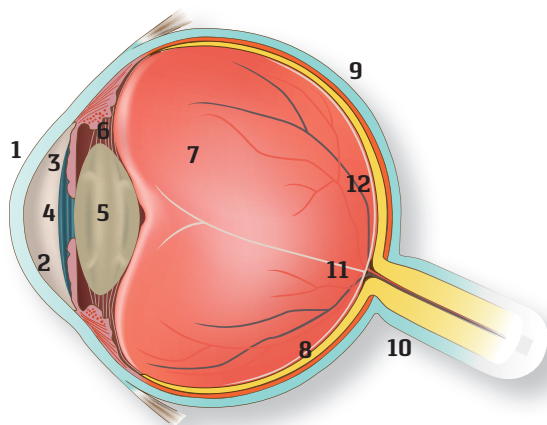
Proč vlastně potřebujeme oči?

Náš orgán zraku, tedy oko, je velice pozoruhodný systém. Díky zraku se dokážeme výborně orientovat v prostoru, ze všech smyslů nám přináší nejvíce informací. Taková schopnost je pro většinu živočichů důležitá při získávání potravy. Zrak umožňuje výbornou orientaci v boji, což je rovněž důležité pro přežití.

Z čeho se skládá naše oko?

Na přední straně oka je tvrdá průhledná vrstva zvaná *rohovka* (1). Prostor za ní je vyplněn *komorovou vodou* (2), takže světlo tudy snadno projde. *Oční čočka* (5) zaostří světelné paprsky, aby vytvořily obraz na *sít-*

nici (8). Na rozdíl od fotoaparátu či dalekohledu, kde se čočka zaostřuje změnou vzdálenosti, oční čočka je pružná a při zaostřování mění svůj tvar, je vypouklá podle potřeby více nebo méně. Vnitřek oka je vyplněn průhlednou rosolovitou hmotou s názvem *sklivce* (7). A zadní povrch pokrývá *sítnice*, jejíž buňky jsou tak citlivé, že je podráždí i dopadající světlo.



Jak oko vnímá světlo?

Buňky na sítnici při podráždění světlem vysílají nervové signály. Z každé buňky sítnice vede nervové vlákno a všechna tato vlákna se spojují do *zrakového nervu* (10), který vede signály do mozku. Citlivé buňky jsou přitom dvojího druhu: *Tyčinky* jsou citlivé jen na různou intenzitu světla, takže slouží pro černobílé vidění, zatímco *čípky* rozliší i barvu světla, a díky nim tedy vidíme barevně. Okem sice vnímáme světlo, ale teprve mozek analyzuje získané informace a rozliší, co vlastně vidíme.

A jak je naše oční bulva velká?

U dospělého člověka má velikost přibližně jako pingpongový míček. Na první pohled nám připadá menší, protože z ní vidíme jen malou část.



Existují i větší oči?

U různých živočichů se můžeme setkat i s větším okem, než je naše. Třeba taková chobotnice nebo obří mečoun mohou mít klidně oči velké jako míč. Vidí s nimi nejen velmi ostře, ale také jim stačí malé množství světla, takže se jejich zrak výborně hodí do mořských hlubin.



K čemu slouží v oku duhovka?

Duhovka [3] reguluje množství světla vstupujícího do oka, aby jej nebylo ani příliš málo, ani moc. Mění totiž svou velikost a tím i velikost zornice [4], otvoru uprostřed duhovky. Při nedostatku světla je duhovka roztažená a velkou zornicí může

vstoupit více světla. Naopak při nadbytku světla, například když jsme venku a svítí slunce, se duhovka stáhne a ponechá jen malou zornici. Na rozdíl od clony ve fotoaparátu není duhovka složena z kovových lamel, ale z živých buněk.



Čím se liší duhovky různých lidí?

Nejvýraznější rozdíl je ve zbarvení duhovky. Kromě modře a hnědě zbarvených existují také zelené, šedivé a jiné odstíny. Navíc jsou i lidé, kteří mají na každém oku duhovku jinak zbarvenou. Jemná struktura duhovky každého člověka je zcela jedinečná, podobně jako otisky prstů, takže se rovněž využívá k identifikaci osob. Duhovka se snímá pomocí počítačového skeneru a je poté uložena do paměti bezpečnostního systému.



K čemu je v oku čočka?

Oko obsahuje spojnou čočku, která má podobnou funkci jako objektiv fotoaparátu. Láme vstupující světelné paprsky tak, aby na citlivé vrstvě sítnice vznikl ostrý obraz.



Nejmenší vzdálenost, na niž jsme schopni oko zaostřit, představuje tzv. blízký bod oka. S narůstajícím věkem se blízký bod stále více vzdaluje. Kojenec totiž potřebuje vidět zejména na blízké předměty, zatímco dospělý člověk se obvykle dívá z větší vzdálenosti.

Jak čočka zaostřuje obraz?

Při zaostřování dalekohledu pomocí ostřicího kolečka posunujete čočkou blíž nebo dál. Oko však zaostřuje jiným způsobem. Oční





čočka [5] totiž není skleněná, ale je z pružné živé tkáně, takže je možné pomocí jemných *ciliárních svalů* [6] měnit její zakřivení. Možná vás překvapí, že stejně jako v případě běžné skleněné spojné čočky je vytvořený obraz převrácený vzhůru nohama. Náš mozek je však zvyklý zpracovávat takto orientovaný obraz, takže si tuto skutečnost ani neuvědomujeme.

Co je slepá skvrna v oku?

Jako slepou skvrnu označujeme místo sítnice, v němž je k oku napojen zrakový nerv. V tomto místě se na sítnici nenacházejí žádné buňky citlivé na světlo, takže v obraze máme tmavý bod. Díky neustálým pohybům očí však toto místo nevnímáme. Pokud bychom si nechránili zrak při pohledu na silný světelný zdroj, jako je například Slunce nebo elektrický oblouk při svařování, mohly by nám oční čočkou soustředěné paprsky světla vypálit na sítnici další takové místo, což by nám už asi trochu vadilo.

Proč máme dvě oči?

Stejně jako některé jiné části těla patří oko mezi párové orgány. Sice je výhodou, že v případě, že o oko přijdeme, stále ještě vidíme druhým, ale to není důvodem, proč jsou oči dvě. Dvě oči umístěné na přední straně hlavy kousek od sebe nám umožňují prostorové vidění, díky němuž snadno odhad-

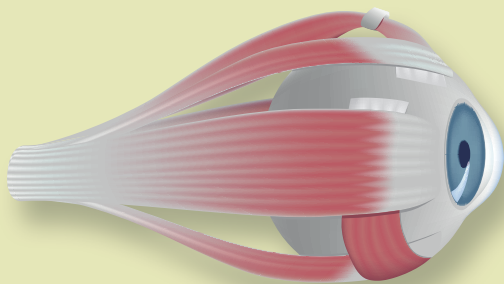
neme vzdálenost předmětů. Každé oko totiž vidí svět z mírně odlišného úhlu, takže obraz získaný levým okem není přesně stejný jako z oka pravého. O tom se snadno přesvědčíte, když zavřete jedno či druhé oko. Rozdíl se projeví zejména u blízkých předmětů. Spojením těchto dvou mírně odlišných obrazů vzniká v mozku prostorový vjem. Pro predátory je důležité dobře rozlišit polohu předmětů.

Jak očima pohybujeme?

Stejně jako k pohybu jiných částí těla slouží i k očním pohybům svaly. Říkáme jim okohybné svaly a jsou k oční bulvě upnuté nahoře, dole i po stranách, aby ji byly schopny natáčet do všech směrů. Oční bulvy jsou v důlcích v lebce, zvaných *očníce*, uloženy v tuku, aby se mohly snadno pohybovat.



Naše oči stále těkají a prohledávají tak zorné pole. Tyto pohyby probíhají automaticky, takže je pro nás obtížné udržet oči nehybné.

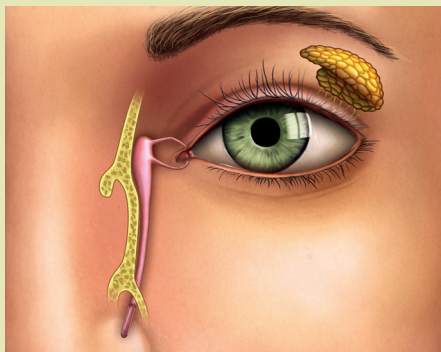


Je možné i oční svaly nějak trénovat?

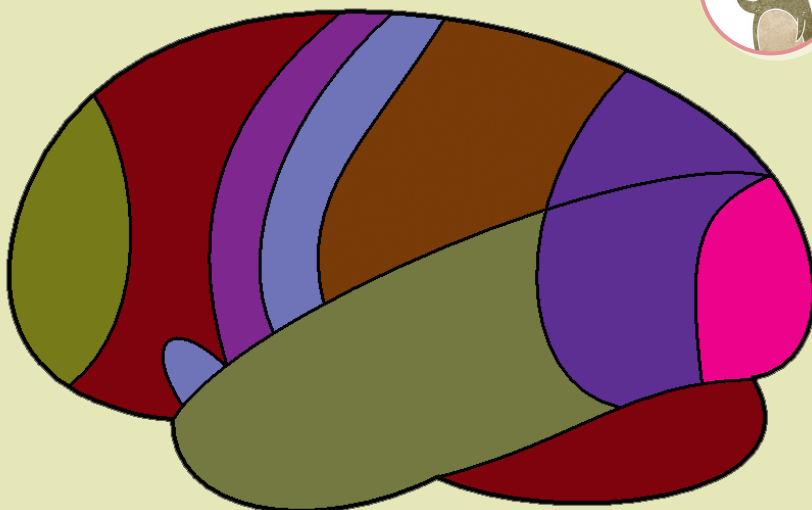
Skutečně je možné provádět „oční rozcvičku“. Ta se dělá tak, že očima nejprve koulíte na jednu stranu a poté na druhou. Samozřejmě oběma stejně, jinak to ani nedokážete. Procvičit můžete i ciliární svaly sloužící k zaostřování oční čočky. Cvičte každé oko zvlášť: Držte asi 20 cm před ním prst a střídatě přeastřujte na prst a na vzdálené pozadí. Tyto oční cviky jsou pro oko prospěšné a pomáhají udržet dobrý zrak.

Proč oko slzí?

Tvorba slz je pro oko důležitá, protože slzy zvlhčují a oplachují rohovku. Slzy se tvoří v slzných žlázách. Dostane-li se nám do očí jemný prach, instinktivně zamrkáme a tím prach ze zvlhčeného oka setřeme víčky. Slzy z oka odtékají trubicí spojující spojivkový vak ve vnitřním koutku oka s nosem. Pokud má někdo s tvorbou slz problémy, musí používat oční kapky napodobující složení slz.



Která část mozku zpracovává zrakové signály přiváděné optickými nervy z očí? To ti ukážou kouzelné brýle. Tato část bude světlá.





Zrakový experiment č. 1

Čípky potřebují ke své činnosti více světla než tyčinky, takže za šera vidíme jen s pomocí tyčinek, proto je naše vidění černobílé. Vyzkoušejte, jak se změní vaše vnímání barev, když večer v pokoji zhasnete.



Zrakový experiment č. 2

Prozkoumejte funkci duhovky. Stoupněte si v šeru před zrcadlo a pozorujte svou duhovku. Pak si posvit'te do oka baterkou a uvidíte, jak na větší množství světla duhovka zareaguje. Sledujte i rychlost této reakce.



Zrakový experiment č. 3



Uprostřed duhovky není černý puntík, ale otvor, kudy světelné paprsky vstupují do oka. Protože je však uvnitř oka tma, jeví se nám tento otvor černý. Při dostatečně silném osvětlení však tudý můžeme vidět sítnici, jež je dobře prokruvená, takže je červená. Taková situace nastává třeba při fotografování s bleskem, kdy silné světlo blesku osvětlí i vnitřek oka. Proto vzniká na fotografiích efekt červených očí. Zvolíte-li na fotoaparátu funkci pro redukci tohoto efektu, bleskne fotoaparát dvakrát. Na první záblesk zareaguje duhovka, stáhne se a při druhém záblesku, kdy se již fotí snímek, je tak stažená, že se do oka dostane jen málo světla a červená sítnice není vidět.



Zrakový experiment č. 4

Zjistěte vzdálenost svého blízkého bodu. Přiblížte knížku až k oku a pomalu ji vzdalujte. Sledujte, kdy jste již schopni zaostřit obraz. A na jakou vzdálenost si dáte knížku pro pohodlné čtení? To je vaše konvenční zraková vzdálenost, na niž oko zaostříte bez většího úsilí.



2/

JAK VIDÍ ZVÍŘATA?

Vidí zvířata jinak než lidé?



Oko jiných savců, ale i třeba ptáků je svou stavbou prakticky shodné s našim, ovšem často bývá rozdíl v tom, jak tito živočichové vnímají barvy. Ze tří druhů čípků citlivých ke třem základním barvám (červené, zelené a modré) totiž mohou být v oku zastoupeny jen některé z nich. Například oči psa nejsou citlivé k červené ani zelené barvě, kočka zase nevidí červenou. Veverky vidí modro-žlutě, zatímco šimpanz, ale i žába či had vidí všechny barvy.

Proč mají některá zvířata oči více po stranách hlavy?



Zatímco pro predátory je důležitá schopnost dobře se orientovat v boji, pro býložravce

krmící se se skloněnou hlavou představuje zase výhodu širší zorné pole. A právě to jim poskytují oči umístěné více po stranách. Přicházejí tím sice o výhodu prostorového vidění, k němuž je nutné, aby se obě oči dívaly současně na stejné předměty, ale zase si dokážou včas všimnout blížícího se nebezpečí.



Vidí některý živočich i dozadu?

Zatímco u lidí patří zadní oko na temeni hlavy jen do říše bájí a ve skutečnosti nikdy neexistovalo, takový plaz *haterie novozélandská* je skutečně vybaven takto umístěným třetím okem. Tento vzácný a podivný živočich má na zadní straně částečně vyvinuté oko. Je vybaveno i čočkou a samozřejmě sítnicí, ovšem je překryto matnou blánou zneumožňující vidění. Toto oko tedy pouze vnímá množství dopadajícího světla. Navíc je viditelné pouze v mládí, v dospělosti je již překryté šupinami. Sledování množství dopadajícího světla je pravděpodobně důležité kvůli udržení stálé tělesné teploty, haterie jsou to-



tiž přizpůsobené pro život v poměrně chladném klimatu a nesmí se přehřát. Tito zajímaví plazi mohou žít i více než 100 let.



Mohou někteří živočichové vidět i to, co člověk nevidí?

Ptáci mají své oči citlivé navíc ještě i k ultrafialovému záření, takže jejich barevné vidění je pestřejší a barevný kontrast větší, a mohou rozlišit detaily pozorovaných objektů, které lidské oko vidí jednobarevně.



Jak vypadá oko hmyzu?

Oči hmyzu jsou velmi odlišné od našich. Tomuto typu oka říkáme *složené oko*, skládá se z velkého množství jednoduchých drobných očí umístěných hustě vedle sebe. Každé z nich je vybaveno svou vlastní zaostřovací soustavou. Pro nás je těžké si představit, jak vypadá svět viděný takovými očima. Navíc například včela vidí pouze žlutou a modrou barvu a také ultrafialové záření, protože pro ni nejdůležitější umět vyhledávat květy.



Mají mušle oči?

Drobná oka mlžů patří mezi nejprimitivnější oči. Jsou rozmístěna v řadě podél vstupní štěrbin. Dokážou rozlišit jen světlo a tmou, což mlžům k životu stačí.

K čemu slouží pavoukům sítě?

Pavouk je velmi zajímavý živočich. Nepatří mezi hmyz, jak si lidé často myslí, ale mezi *pavoukce*, a proto mají na rozdíl od hmyzu osm nohou. Pro pavouky je typické tvoření sítí z hedvábných vláken, jež vylučují snovacími bradavkami na zadečku. Jsou to draví živočichové a svou kořist loví do připravené sítě, jejíž střed je lepkavý. Některé druhy dokonce lepkavé vlákno na kořist vystřelují, jiné nepoužívají sítě vůbec, ale vrhají se na svou oběť a pomocí jedu ji usmrtí. Protože pavouci mají velmi úzký jícen, nemohou po-

