

Oponentský posudek na disertační práci Mgr. et Mgr. Ondřeje Kotta s názvem: „Capabilities in subterranean rodents“

Předkládaná dizertace Ondřeje Kotta s názvem: „Capabilities in subterranean rodents“ se skládá ze sedmnáctistránkového teoretického úvodu do problematiky vizuálních schopností podzemních savců se zaměřením na skupinu rypošů, tří publikovaných prací a jednoho manuskriptu. V případě dvou publikací a manuskriptu je Ondřej Kott prvním autorem. Nutno ovšem poznamenat, že první publikovaná práce zařazená do spisu vznikla na podkladě dat zřejmě získaných v průběhu práce bakalářské a diplomové. Toto je logický krok každé tématicky navazující disertační práce, od práce diplomové k publikaci bývá někdy daleko, navíc její zařazení do spisu tématicky dobře zapadá, ale považuji za nutné tento fakt zmínit.

Komentáře a poznámky k úvodní teoretické kapitole jsou tradičně nejrozsáhlejší, protože jde o primární text autora nezastíněný diskuzí s názory recenzentů. To co se zde autorovi opravdu povedlo je logické provázání jednotlivých prací zařazených do disertačního spisu, takže má čtenář možnost sledovat logiku postupného řešení problému. Teoretický úvod do problematiky vizuální kapacity podzemních hlodavců zmiňuje všechny podstatné charakteristiky od spektrální senzitivity světločivných buněk, přes diskuzi významnosti redukce či perzistence normálně vyvinutých optických center v různých částech mozku až po diskuzi percepčních s behaviorálních důsledků takto zachovaného optického aparátu u rypošů a ostatních hlodavců. Celkovou diskuzi o redukci jednotlivých typů opsinů u podzemních savců by podle mého názoru výrazně prospělo rozšíření o jiné skupiny obratlovců, tak, aby bylo patrné, jaký je vlastně základní obratlovčí typ. To by zasadilo do kontextu již tak poměrně zredukovanou kapacitu barevného vidění u savců a osvětlilo fakt, že u podzemních či nočních savců jde o redukci vlastně dvojnásobnou. Též bych uvítala podrobnější diskuzi základního stavu neurálních drah a jednotlivých mozkových center, které každou tuto část optické informace separátně zpracovávají (kde jsou zpracovávány informace o tvaru a kontrastu, jaké jsou dráhy pro barevné vs černobílé vidění, jaký je způsob prioritního vnímání a zpracovávání významných stimulů jako jsou predátoři ap.). Tato část je popsána velmi stručně v souvislosti s redukcí či perzistencí těchto center u rypošů a neumožňuje čtenáři širší vhled do základních proximálních mechanismů a tudíž docenit speciálnost studovaného problému.

Formálně text trpí výraznými překlepy i na důležitých místech (anotace – Bathyegidae místo Bathyergidae) a místy i špatnou angličtinou (špatný slovosled, pády, chybějící členy, čárky, „an unique“ atd., dvojité závorky). Českému čtenáři to na mnoha místech ani nepřijde, ale v některých případech se mění smysl, například věta: „This spectral sensitivity shift possess, for example, different degus (*Octodon degus*, *O. bridgesi*, *O. lunatus*) (Chavéz et al. 2003), or cururo (*Spalacopus cyanus*) (Peichl et al. 2005).“ Správně má být **is possessed by** (v tomto slovosledu!!), popřípadě je nutné změnit slovosled. Jinak to znamená, že spektrální posun má osmáky, ne že osmáci mají spektrální posun!! Takto špatný slovosled se nachází v textu na mnoha místech. Nyní několik malých připomínek týkajících se samotného textu:

Věta „Mammals, standing at the top of the vertebrates evolution...“ (str. 4) – co je tím myšleno? Proč savci? Co zde znamená „top“? Mohl byste uvést nějakou citaci?? Mluvíme-li o zraku, jsou totiž zrovna savci z hlediska barevného vidění spíše na dně.

Věta „Efficient trichromatic color vision re-evolved only in Old World Primates and man.“ (str. 4) – Zanedbáme-li, že člověk patří do větve starosvětských primátů, a tudíž je zde špatně spojka „and“, je to stejně chybně, protože pravá trichromacie se vyvinula i u novosvětských

opic, konkrétně rodu *Alouatta* (zbylé novosvětské opice a některé poloopice mají jen polymorfismus, ale i to může být efektivní).

Dále se v textu píše, že monochromacie je vzácná, ale pokud tento fakt zmiňujeme ve srovnání s trichromacií, mnohé příklady dokazují, že je ve skutečnosti mnohem častější než trichromacie. Chtělo by to tedy volit vhodnější výrazy, například „celkem vzácná“ nebo „méně vzácná“ než trichromacie. Je ale pravda, že ve srovnání s dichromacií se nevyskytuje moc často. Opatrnosti je třeba už proto, že u mnoha savců se to ve skutečnosti neví. Navíc ani příbuzné druhy či rody nemusí být z tohoto hlediska stejné, což můžeme vidět na příkladu lemuru *Varecia variegata* X *V. rubra* (pokud jsou rozdělovány do poddruhů a nikoli druhů, pak může být odlišný způsob vidění i v rámci poddruhu - *Varecia variegata* je normálně dichromatická, zatímco *Varecia (variegata) rubra* je polymorfně trichromatická, Heesy, C. P., & Ross, C. F. (2001). Evolution of activity patterns and chromatic vision in primates: morphometrics, genetics and cladistics. *Journal of Human Evolution*, 40(2), 111-149.)

Str. 6 – „An unique S-cones dominance (90%....)“ – tady je poprvé zmínka o zraku sledovaného zvířete, ale neznalý čtenář o něm nic neví. Co se nachází na zbylých 10%??? Později je to sice rozepsané dopodrobna, ale zde to chybí.

První manuskript zařazený do spisu (Light perception in two strictly subterranean rodents: Life in the Dark or blue?) byl publikován v roce 2010 v časopise Plos One. Práce poměrně zdařile dokládá senzitivitu dvou druhů rypošů k denímu bílému světlu a dále k modrému a zelenožlutému monochromatickému světlu. Používá pro rypoše specifických behaviorálních testů jako je vyhýbání se světlu (určité spektrální délky) při „stavbě hnízda“ v analogii T bludiště či ucpávání osvětleného tunelu v sedmitunelovém bludišti. Citlivost k modrému světlu odpovídá excitačnímu maximu převážně na krátkovlnné záření reagujících opsínů exprimovaných majoritně v čípcích sítnice, citlivost na zelenožluté světlo zase asi minoritně zastoupeným L čípkům. Zajímavější je absence reakce na UV světlo. Je možné, že skutečně UV světlo této vlnové délky je mimo spektrální senzitivitu daného opsínu. Nicméně při čtení metodiky mě napadl ještě jeden důvod - pro pokusy s UV světlem byla použita mnohem menší intenzita osvětlení: $1 \mu\text{mol fotonů s}^{-1}\text{m}^{-2}$ oproti 5-ti u monochromatického světla a 10-ti u bílého světla. Bylo toto osvětlení použito proto, aby vyšší intenzity nepoškodily optický systém rypošů? Ale co když byla intenzita osvětlení už příliš nízká na to, aby zvířata behaviorálně ovlivnila? (prosím diskutujte). Jinak z práce není zřejmé, kolik testů jednotliví jedinci absolvovali - někteří zřejmě hodně testů, někteří pouze několik. Kolik různých testů absolvoval jeden jedinec průměrně?

První práce také předkládá několik hypotéz, k čemu by mohl být ne úplně redukovaný optický aparát rypošů dobrý a ověřuje v pilotním experimentu roli citlivosti na světlo v antipredačním kontextu.

Toto téma potom zdařile rozvíjí druhá práce zařazená do spisu (Light propagation in burrows of subterranean rodents: tunnel system architecture but not photoreceptor sensitivity limits light sensation range) publikovaná v roce 2014 v časopise Journal of Zoology. Tato práce je pozoruhodná tím, že spojuje precizní měření šíření světla v laboratorních podmínkách s měřením šíření světla v přirozených norových systémech rypošů. Tato práce vlastně odpovídá na otázku, jak daleko od vchodu je možné vidět během dne barevně či černobíle v rypších norách a co to pro rypoší chování znamená.

Na tuto práci pak navazuje třetí studie (Social and environmental influences on daily activity pattern in free-living subterranean rodents: The case of a eusocial bathyergid) publikovaná v roce 2014 v Journal of Biological Rhythms demonstrující skutečný pattern aktivity rypoše

Fukomys anselli v přírodě. Rypoši jsou aktivní převážně v denní době, což časově zhruba odpovídá předchozí práci o fyzikálních možnostech šíření světla v tunelech a fyziologických kapacitách rypošů toto světlo vnímat. Po setmění jsou rypoši o dost méně aktivní. V práci je akcentována role teploty a cena termoregulace. V souvislosti s předchozí i touto prací mě napadá, zda chodí rypoši během dne kontrolovat vstup do norového systému (značkování, antipredační důvody)? Pokud by to dělali, tato krátká návštěva by asi stačila k synchronizaci denní vs noční aktivity za pomoci světla. Co si o tom myslíte?

Poslední práce zařazená do spisu v podobě rukopisu (Behavioural tests reveal severe visual deficits in the strictly subterranean African mole-rats but efficient vision in the fossorial rodent *Spalacopus cyanus*, Octodontidae) je pro celou disertační práci zásadní. Obsahuje několik behaviorálních testů především pro vnímání hloubky (placing reflex test, visual cliff a pak také komplexnější test prostorové orientace zaměřený na vnímání specifické značky a její použití jako orientačního bodu pro stavbu hnízda). Výsledky prvních dvou testů jsou poměrně konkluzivní a ukazují, že rypoši pro vnímání hloubky zrak nepoužívají, zatímco myši a někteří jihoameričtí podzemní hlodavci ano. Nicméně arénový experiment už lze interpretovat hůře. Zajímalo by mě, zda se při prvním testu, kdy byla preference pro stavbu hnízda nejasná, řídila zvířata alespoň zčásti podle magnetického kompasu a stavěla si hnízda v podobném směru jako v domovské kleci? Jak často se měnila pozice cue card během prvního arénového testu, který trval 22 hodin? Pokud by se pozice této značky měnila často, může být vyhodnocena jako nespolehlivá a potom ji zvířata nemusí používat.

Dále na několika místech v disertaci píšete, že rypoši nejsou schopni vizuálně vnímat pohybující se objekty a možná ani kompenzovat vnímání vlastního těla během pohybu v prostředí. Z tohoto důvodu pak pravděpodobně nemohou používat vizuální informaci pro registraci predátora při pohybu nad zemí či používat optický smysl k prostorové orientaci. Vaše vlastní výsledky ovšem nic takového nedokládají, jde tedy o interpretaci výsledků někoho jiného. Mohl byste toto téma poněkud více rozvést?

Výše uvedené dotazy, připomínky a komentáře by měli sloužit spíše ke stimulaci diskuze a nesnižují kvalitu předkládaného spisu (a dlouholeté práce do projektu vložené).

Závěrem konstatuji, že předkládaná disertační práce je kvalitní, většina prací již byla publikována v prestižních odborných časopisech a autor prokázal schopnost samostatné vědecké práce v širším měřítku. Práce odpovídá obvyklým kritériím pro práce tohoto typu na katedře zoologie PŘFJČU, a proto ji doporučuji k obhajobě.

Eva Landová

V Praze 16.9. 2015

RNDr. Mgr. Eva Landová, Ph.D.

Posudek na doktorskou disertační práci pana Mgr. et Mgr. Ondřeje Kotta

Název: Visual capabilities in subterranean rodents

Předkládaná disertační práce je složena ze tří publikovaných prací a jednoho rukopisu, z nichž je předkladatel třikrát prvním autorem. Soubor publikací je doplněn dvaceti stranami úvodu, který popisuje zrakový systém podzemních afrických rypošů a na posledních pěti stranách shrnuje výsledky z jednotlivých publikací do koncizního, logicky uspořádaného celku. Ideovou linkou spojující všechny práce s výjimkou jedné, je zrakový systém afrických rypošů a jejich nedostatečné obrazové vidění. V pořadí třetí publikace (Šklíba et al.), ukazuje denní rytmus v pohybové aktivitě *Fukomys anelli*, který překvapivě není diskutován z hlediska světelné synchronizace a tedy možností zrakového systému rypošů, ale z hlediska synchronizace jejich cirkadiánního systému vnější teplotou. Přesto celá práce působí velmi uceleným dojmem a její zásadní kvalitou je komplexní přístup k řešení zvolené problematiky; autor se zabývá jak originálními behaviorálními studii vedoucími k pochopení obrazového vidění rypošů, tak studováním přirozených světelných podmínek v jejich úkrytech, které mohou vysvětlit fyziologické nálezy z hlediska evolučního.

Práce přináší řadu zcela nových poznatků, z nichž jako zásadní vidím informaci o tom, že tato podzemní zvířata mohou rozlišovat světlo a tmou ve fotopickém rozmezí intenzit a toto vidění je založeno zejména na vnímání modrého a zeleného světla. Mají však velmi redukované prostorové vidění. K učebnicové dokonalosti celkové charakterizace obrazového vidění rypošů tedy zbývá ještě článek o vidění pohybu, ačkoliv je možné předpokládat, že toto bude také velmi omezené.

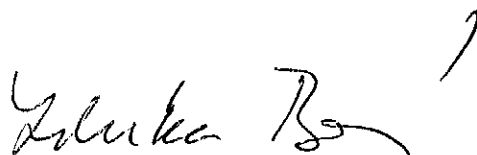
Z velmi inspirativní diskuse mně zaujalo několik autorových úvah. Jedna z nich je vyjádřena na str. 90, kde autor dává do kontextu špatný výkon rypošů v testu zrakového útesu s absencí stereoskopického vidění a tím absencí binokulární disparity, která je základem 3D vidění u všech zdravých tvorů s očima na přední straně hlavy. Přestože tato úvaha je velmi na místě, napadá mě, že existuje řada živočichů s panoramatickým viděním, kteří by jistě v testu zrakového útesu obstáli – např. kůň. Stejně tak mnoho stereoskopicky vidících tvorů v tomto testu jistě obstojí i s jedním okem. Monokulární vidění také poskytuje informaci o 3D prostoru, ačkoliv je založeno na jiných principech. Z testu zrakového útesu s lidskými novorozenci (možná i jinými mláďaty) je známo, že 3D vidění podléhá ontogenetickému vývoji. Do jaké míry by zrakově obohacené prostředí v časném vývoji zlepšilo obrazové vidění rypošů v dospělosti? Dala by se takovým experimentem odhalit hranice mezi vrozenými fyziologickými možnostmi zrakového systému rypošů a vlivem sensorické deprivace, které jsou bezpochyby v přirozeném prostředí vystaveni?

Další moje úvaha doufám nevyplývá z nedbalého čtení předkládané práce; v textu se poněkud ztrácí srovnání mezi obrazovým a neobrazovým viděním rypošů. Autor bezesporu klade důraz na obrazové vidění, často se ale zmiňuje o velkém počtu krátkovlnných čípků (S-čípků) v retině, které jsou právě základem neobrazového, spíše "homeostatického" zrakového vnímání světla. V poslední době se objevuje řada studií na potkanech, myších a

lidech, které ukazují, že signály právě z S-čípků a melanopsinových gangliových buněk nejsou vedeny pouze do suprachiasmatického jádra, ale do mnoha oblastí hypotalamu a limbického systému. Nově vybudovaný Národního ústav duševního zdraví dává do souvislosti nevhodně načasovanou expozici moderního člověka modrému světlu s řadou duševních poruch, s obezitou, s diabetem typu 2, hypertenzí, sníženou plodností atp. Nebylo by možné uvažovat o tom, že "evolučně zapomenuté" S-čípky jsou v takovém počtu v sítnici rypošů právě proto, že modrého světla je v jejich tunelech málo a přesto jej nezbytně potřebují pro některé fyziologické procesy a musí si jej tedy dostatečně zesílit? Jistě je známo dost o způsobu jejich rozmnožování, není modré světlo nezbytné právě pro některé životně důležité funkce, které zatím nejsou v souvislosti s vnímáním světla detailně studovány?

Neobrazové vidění by mohlo být v předkládané práci určitým způsobem presentováno v článku pojednávajícím o denním rytmu v pohybové aktivitě, kdyby autor nepolemizoval se schopností rypošů vnímat světlo pro synchronizaci jejich cirkadiánního systému a nepřikládal hlavní důraz na synchronizaci teplotou. Ačkoliv práce prošla recenzním řízením v časopise specializovaném na biorytmy, a její závěry jsou bezesporu správné, aktogram na stránce 55 mě přivádí k úvaze, jestli občasná předsazená aktivita pravděpodobně korespondující se začátkem světlé části dne, neznamená tzv. vzorkovací aktivitu (angl. probing), kterou se např. myši ujišťují o tom, zda je ještě den nebo již noc a jejich cirkadiánní systém se tímto chováním jednou za několik cyklů synchronizuje právě světlem.

Závěr: předkládaná doktorská dizertační práce se skládá ze tří publikací a jednoho rukopisu. Texty publikací prošly náročným recenzním řízením, které zaručuje jejich kvalitu. Přesto bych ještě ráda zdůraznila, že jsou velmi čtivě napsané a jejich bohaté diskuse otvírají značný prostor pro nové úvahy čtenáři, zabývajícímu se zrakovým systémem savců pouze teoreticky. Ze samostatného úvodu práce je zřejmé, že autor upřednostňuje obsah před formou. Drobné formální nedostatky ale nic nemění na závěru, že předkládaná disertační práce je velmi kvalitní a může být vřele doporučena k obhajobě.



V Praze dne 21.8.2015

RNDr. Zdeňka Bendová, Ph.D.