

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie



Bc. Tereza Forštová

Reakce sýkor koňader (*Parus major*) na obraz v zrcadle
Reaction of great tits (*Parus major*) to a mirror image

Diplomová práce

školitel: doc. Mgr. Alice Exnerová, Ph.D.

Praha, 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze:

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat především své školitelce doc. Mgr. Alici Exnerové Ph.D. za veškerou pomoc při přípravě experimentu a vyhodnocování dat, za věnovaný čas, rady a hlavně trpělivost. Jsem ráda, že jsem měla tu možnost vypracovávat diplomovou práci pod jejím vedením a za nikoho bych neměnila.

Dále děkuji celému týmu studentů z místnosti 106 za spolupráci a bezproblémovou komunikaci při výchově mláďat i péči o dospělé sýkorky.

A hlavně děkuji svým rodičům a celé své rodině za nepřestávající a nepostradatelnou psychickou podporu během celého svého studia, bez které bych to pravděpodobně nedokázala.

Abstrakt:

Sebe-poznání je bráno jako vyšší kognitivní schopnost a do nedávna bylo přisuzováno pouze kognitivně schopnějším druhům jako jsou lidé nebo hominidé. Během let byli ale testováni i další živočišné druhy, u kterých tento předpoklad nebyl, jako například sloni a kytovci a i u nich se našly známky sebe-poznání. Nejužívanějším testem sebe-poznání je tzv. mark test, který spočívá v označení zvířete necítilnou značkou na oblast na těle, kterou může vidět pouze s použitím zrcadla. Pokud se subjekt v zrcadle pozná, bude se snažit si značku z těla pomocí zrcadlového obrazu odstranit. V našem experimentu jsme použili jako testovaný druh sýkoru koňadru (*Parus major*), která je obecně úspěšná i v jiných kognitivních úlohách, a udělali jsme tři druhy zrcadlových testů. Kromě toho, že jsou sýkorky schopné se úspěšně naučit vyhledávat odměnu pomocí zrcadla, jsme nezaznamenali žádné úspěšné výsledky v Mark testu a přikláníme se tudíž k tomu, že tento druh pěvce není schopný sebe-poznání pomocí zrcadla.

Klíčová slova: sebe-poznání, sebe-uvědomění, stimulace zrcadlovým obrazem, test se značkou, test hledání odměny pomocí zrcadla

Abstract:

Self-recognition is commonly taken as a higher ability and it was previously considered to be exclusive to species who are cognitively more capable, as humans or apes. However during years other animal species with no expectancy of this ability were tested, such as elephants and cetaceans, and even there the signs of self-recognition were found. The most common test for self-recognition is the mark test. The animal is marked with none-olfactoric and none-tactile mark somewhere on the part of its body which can not be seen without mirror. If the subject recognizes itself in the mirror, it will try to wipe out the mark of its body with help of the mirror image. In our experiments we used the great tit (*Parus major*) as a testing species and three types of mirror tests were carried out. Except the fact that great tits are able to successfully learn to use the mirror image to search hidden food, we found no evidence of self-recognition in mark test. Therefore we believe that this passerine species is not capable of this type of self-recognition.

Key words: self-recognition, self-awareness, mirror-induced behaviour, open mirror test, mark test, mirror-mediated spatial location task.

OBSAH

1. Úvod	9
2. Cíle práce:	10
3. Literární přehled	11
3.1. Koncept sebe-uvědomění	11
3.2. Koncepce sebe-poznání	12
3.3. Metodika	14
3.3.1. Open mirror test: stimulace zrcadlovým obrazem a behaviorální reakce na zrcadlo	14
3.3.2. Mark test a chování zaměřené na značku	16
3.3.3. Využití zrcadla k hledání objektu	17
3.4. Výsledky experimentů	18
3.4.1. Savci	18
3.4.1.1. Primáti - Hominidae	18
3.4.1.2. Primáti - jiné taxony	20
3.4.1.3. Kytovci	22
3.4.1.4. Sloni	23
3.4.1.5. Lachtani	24
3.4.1.6. Prasata	24
3.4.1.7. Psi	24
3.4.1.8. Ovce	25
3.4.1.9. Pandy	25
3.4.2. Ryby a paryby	25
3.4.3. Ptáci	26
3.5. Testovaný druh sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	28
4. Metodika	30
4.1. Testované subjekty	30
4.1.1. Dospělí jedinci	30
4.1.2. Mláďata	30
4.2. Aparatura	31
4.2.1. Aparatura použitá na open mirror test	31
4.2.2. Aparatura použitá na mark test	32
4.2.3. Aparatura použitá na využití zrcadla k hledání objektu	33
4.2.3.1. Pokusná klec	33
4.2.3.2. Aparatura boxů	33
4.3. Experimentální design	34
4.3.1. Design testu open mirror test	35
4.3.2. Design experimentu mark test	36
4.3.3. Design experimentu využití zrcadla k hledání objektu	37
4.4. Statistické zpracování dat	40
4.4.1. Open Mirror test	40
4.4.2. Mark test	40
4.4.3. Využití zrcadla k hledání objektu	40
5. Výsledky	42
5.1. Open Mirror Test	42
5.1.1. Zájem o zrcadlo	42
5.1.2. Sociální chování	43
5.1.3. Komfortní chování (grooming)	45
5.2. Mark Test	46

5.2.1. Mláďata	48
5.2.2. Barvy značek	49
5.2.3. Komfortní chování (grooming)	51
5.3. Hledání pomocí zrcadla	52
6. Diskuze	56
6.1. Open mirror test	56
6.2. Mark test	58
6.3. Využití zrcadla k hledání objektu	60
7. Závěr	63
8. Seznam použité literatury	65

1. ÚVOD

V roce 1970 vyvinul G.Gallup tzv. mark test a díky němu prokázal schopnost sebe-poznání u šimpanzů. Tento test spočívá v označení zvířete viditelnou značkou, kterou nelze taktilně ani čichově cítit, na oblast těla viditelnou jen pomocí zrcadla (u šimpanzů například obočí nebo ucho). Zvíře se poté vystaví zrcadlové ploše a pokud by mělo schopnost sebe-poznání, snažilo by se značku z těla odstranit právě pomocí zrcadla. Díky tomuto experimentu se rozpoutalo mnoho debat na téma schopnosti sebe-poznání a možného uvědomění si sebe sama u zvířat a od té doby bylo otestováno mnoho druhů, od lidoopů a opic přes kytovce, slony, domácí zvířata a pandy po ptáky, ryby a paryby. Protože byl ale mark test vyvinut pro šimpanze s velkou pohyblivostí končetin, které například kytovci či ptáci postrádají, je důležité přizpůsobovat metodiku konkrétnímu testovanému druhu.

Úspěšné výsledky ukazují na schopnost sebe-poznání a uvědomování si vlastního těla a mohly by naznačovat i určitou míru sebe-uvědomění jako samostatného jedince. Tento koncept je spojen i s teorií myslí a mohl by vysvětlovat například altruismus nebo jiné sociální životní strategie.

Ačkoliv již proběhlo několik experimentů se zrcadlovým obrazem u ptáků, není jich mnoho a výsledky nejsou zcela jasné. Metodika těchto testů se musí přizpůsobit potřebám konkrétního druhu ptáků a musí se vzít v potaz jejich socialita a typické prvky chování. Častým metodickým problémem bývá označení, klasické typy značek na peří buď nedrží anebo je subjekty kvůli velké citlivosti pokožky na těle cítí. Zároveň se musí pomocí open mirror testu definovat konkrétní prvky chování jako reakce na svůj zrcadlový obraz, aby se výsledky následného mark testu mohly správně interpretovat.

Důležitý aspekt zrcadlových testů je otázka, zda zvíře jednoduše chápe princip zrcadlového obrazu. Na otestování této skutečnosti u ptáků byla vyvinuta tzv. 4-boxová aparatura, ve které subjekt pomocí zrcadla hledá skrytou odměnu.

Ve své práci se zaměřují právě na tyto otázky sebe-poznání a pochopení principu zrcadlového obrazu u pěvců čeledi Paridae, sýkor koňader (*Parus major*).

2. CÍLE PRÁCE:

1. Sledovat iniciační reakci na zrcadlový obraz pomocí open mirror testu.
2. Zjistit míru sebe-poznání použitím mark testu.
3. Otestovat, zda jsou sýkory koňadry schopné naučit se využívat obraz v horizontálním zrcadle k dosažení skryté odměny použitím 4-boxové aparatury.
4. Porovnat výsledky testů u juvenilů a dospělců a zhodnotit tak ontogenezi kognitivních schopností sýkorek.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1. KONCEPT SEBE-UVĚDOMĚNÍ

My, lidé, jsme schopni přemýšlet sami o sobě jako o jedinečné osobě a přijde nám normální uvědomovat si jak své vlastní motivace a nálady, tak motivace a mentální stavy jiných jedinců. Podobně automaticky vnímáme hranice našeho těla, oddělujeme vnitřní prostor těla od vnějšího prostředí a aniž bychom o tom přemýšleli, nepřetržitě si uvědomujeme náš fyzický pohyb a umístění našeho těla v prostředí. Všechny tyto stavy a schopnosti ale nemůžeme předpokládat u jiných zvířat a musíme se ptát, na jaké úrovni je jejich schopnost tohoto sebe-uvědomění.

Tuto otázku si položit jako první G.Gallup už v roce 1970, kdy publikoval vůbec první studii zabývající se sebe-poznáním a sebe-uvědoměním u zvířat. Na čtyřech šimpanzech sledoval reakci na zrcadlo a jako první na nich provedl tzv. mark test, kdy jsou zvířata označena barevnou značkou na místo, kam si přímo nevidí, ale vidí ji pouze v zrcadle (Gallup, 1970). Pokud by se zvířata v zrcadle poznala, snažila by si značku z těla setřít.

G.Gallup v jedné ze svých pozdějších studií definuje sebe-poznání jako schopnost stát se objektem vlastního zájmu. Jako prerekvizitu ke schopnosti správně určit obraz v zrcadle jako sebe samu považuje právě sebe-uvědomění, bez něho by jedinec obraz nepoznal a reagoval by na něj jako na jiného jedince (Gallup et al., 2002). Sebe-uvědomění můžeme definovat i hlouběji, tedy jako hlubokou znalost sebe sama jako vymezené entity nezávislé a oddělené od ostatních jedinců, kteří mají vlastní a rozdílné vnitřní prožívání (Legrain et al., 2011). Pokud by toto uvědomění platilo, byl by dotyčný jedinec schopný například altruismu a empatie, protože by byl schopný si uvědomit, že vlastní pocity jsou rozdílné od pocitů a motivací ostatních jedinců kolem něj.

Zde se koncepce sebe-uvědomění dotýká tzv. teorie mysli. Teorie mysli (theory of mind) je schopnost představit si mentální stav jiného jedince, jeho odlišnost od svého mentálního stavu a tím předpovídat pravděpodobné chování dotyčného (Gallagher and Frith, 2003). Se splněním úkolů, které testují, zda subjekt je schopen teorie mysli (tedy uvědomit si rozdílnost motivací, znalostí a vyladění a předpovídat chování druhého podle situace), mají problém hlavně děti do věku zhruba 2 let (Bard et al., 2006) a jedinci postižení autismem (Dunphy-Lelii and Wellman, 2012). Teorie mysli předpokládá existenci sebe-uvědomění, protože bez vědomí sebe sama a svého mentálního stavu není možné představit si mentální stav někoho jiného, a je jasné, že obě tyto koncepce jsou propojené a mají mnoho společného.

Z výše uvedeného vyplývá, že u druhu, který nemá schopnost sebe-uvědomění ani teorii mysli, bychom nemohli hledat takové chování, které je založené na vnitřním cítění, jako například některé sociální životní strategie. Pokud by se jedinci tohoto druhu nebyli schopni vcítit do mentálního stavu ostatních, neuvědomovali by si, co vědí nebo co chtějí a čím je to rozdílné od jejich vlastních snah a tužeb, neměli by být schopni ani empatie, sympatie, neochoty nebo vděčnosti (Gallup et al., 2002). Stejný předpoklad bychom mohli vyjádřit i u lidí trpících autismem a jinými podobnými duševními nemocemi a to i odpovídá výsledkům studií. Člověk,

který se nepozná v zrcadle, má často problém zapojit se do fungování společnosti, protože si není schopný uvědomit motivace a pocity jiných lidí, což je pro správné fungování ve skupině nutné (Carruthers and Smith, 1996).

Bohužel, stále neexistuje přímý důkaz o existenci sebe-uvědomění u jiného jedince. My, jako lidé, jsme sice schopni si díky vysoce vyvinuté řeči sdělit své vnitřní pocity, stále ale není způsob, jak je přímo otestovat. Tím pádem se debaty o sebe-uvědomění stávají spíše metafyzickým a filozofickým předmětem (Povinelli, 1987).

3.2. KONCEPCE SEBE-POZNÁNÍ

Předpokládá se, že pokud je zvíře schopno sebe-uvědomění, což znamená, že si je vědomo vlastní identity a unikátnosti, mohlo by se poznat v zrcadle a mít tedy i schopnost sebe-poznání (self-recognition). Obráceně by tedy schopnost poznat se v zrcadle mohla napovídat, že má dotýčný jedinec i určitou míru sebe-uvědomění a je schopen různých úkonů spojených s konceptem „sebe“, jako například primitivní introspekce (Keenan et al., 2000). Dokud neexistuje přímý důkaz o sebe-uvědomění, jak je psáno výše, nezbyvá nic jiného, než se snažit tyto mentální schopnosti odhalit skrz testování sebe-poznání v zrcadle.

Jedno z možných vysvětlení spojení těchto dvou mentálních schopností (sebe-uvědomění a sebe-poznání) zveřejnila C.M. Heyes (1994) jako tzv. body-koncept. Tato teorie říká, že každé zvíře schopné pohybu má určitou míru vědomí o svém těle a jeho hranicích a chápe své fyzické oddělení od okolního prostředí a ostatních jedinců. Dostává informace ze sensorů o vnitřním fyzickém stavu těla a je schopné je odlišit od informací přicházejících z okolního prostředí. Díky tomu si zvíře uvědomuje své vlastní pohyby končetin a těla a je schopné je cíleně koordinovat (Heyes, 1994). Když půjdeme v této úvaze dál, dojdeme k tomu, že pokud je zvíře schopno body-konceptu a uvědomuje si své pohyby, mohlo by si po vystavení zrcadlovému obrazu spojit své pohyby se stejnými pohyby „zvířete v zrcadle“ a uvědomit si, že je to jeho vlastní obraz a ne další jedinec stejného druhu (Mitchell, 1993).

Trochu jiná teorie, ale ne zcela odlišná od body-konceptu, říká, že zrcadlem indukované sebe-poznání zahrnuje vnitřní reprezentaci vlastního vzhledu, tedy mentální vědomí o tom, jak jedinec vypadá při pohledu zvenčí (Anderson, 1984). Jedna možnost je, že právě tato vnitřní sebereprezentace vlastního vzhledu, tzv. koncept sebe sama (self-concept) je prerekvizitou k sebezpoznání a nevyžaduje předchozí vizuální zkušenost se svým vzhledem. Bez tohoto konceptu by se zvíře v zrcadle nemohlo poznat ani po delším časovém vystavení zrcadlu, protože by nemělo mentální představu o tom, jak samo vypadá (Savanah, 2013). Druhá možnost je, že tento self-koncept vzniká až po vystavení jedince zrcadlu, protože do té doby nemá zvíře možnost vidět samo sebe a nemůže si tak vytvořit vlastní vnitřní kompletní vizuální obraz (Mitchell, 1993). V tom případě by vytvoření sebe-reprezentace zabralo nějaký čas a projevy sebe-poznání by se tudíž vyvinuly až později. Je nutné si uvědomit, že dosud žádné zvíře nereagovalo sebezexplorativním chováním (zkoumání čásí těla viditelné jen v zrcadle, viz dále) a nedávalo najevo, že by si bylo vědomo správného původu obrazu v zrcadle, od první chvíle vystavení zrcadlu. Ve

všech experimentech zabývajících se reakcemi na zrcadlo se toto chování objevilo až po nějaké době vystavení zrcadlu.

Když pomineme teorie body-konceptu a self-konceptu, které vysvětlují sebe-explorativní reakce na zrcadlo a vysvětlují možnosti vzniku sebe-poznání, je zde ještě možnost, že zvíře jednoduše správně chápe princip fungování zrcadlového obrazu. Tato teorie říká, že organismy mohou správně reagovat na zrcadlový obraz, protože přesně chápou princip, že zrcadlo reflektuje objekty stojící před ním (Mitchell, 1993). Bohužel ne všechna zvířata, která prošla testy na pochopení principu odrazu zrcadla, projevují sebe-poznání. Opice, které i po delším čase nereagovali na zrcadlo sebe-explorativním chováním, se i přesto správně naučili používat zrcadlo k dosažení odměny, kterou bez použití zrcadla nemohli vidět (Heschl and Burkart, 2006). Stejně výsledky se objevily i v některých testech se slony (Povinelli, 1989). Pochopení principu fungování zrcadla tudíž ještě nestačí k vyvinutí sebe-poznání (Gallup and Povinelli, 1993).

S rozvojem zrcadlových experimentů na nižších primátech narůstaly i srovnávací studie na dětech. Beluah Amsterdam (1972) otestovala děti ve věku od 3 do 24 měsíců, kterým byla nenápadně jejich matkou nanesená červená značka na nos a děti byli poté vystaveny zrcadlu. Dle výsledků 65% dětí ve věku mezi 20. a 24. měsícem svůj obraz poznalo a úspěšně prošlo mark testem, jen část dětí v 18 měsících využilo zrcadlo ke zkoumání značky a zbylé děti buď na zrcadlo nereagovali, nebo reagovali sociálním chováním jako je smích nebo vokalizace (Amsterdam, 1972).

Ani mark test ale neposkytuje jednoznačný důkaz sebe-poznání. Heyes (1994) namítá, že zvíře nemusí poznat, že v zrcadle je jeho vlastní obraz, ale i když ho bude vnímat jako jiného jedince, může přesto projevovat chování zaměřené na značku. Zjednodušeně jde o to, že si zvíře pomyslí: „On má značku na čele, nemám ji náhodou také?“ (Heyes, 1994). Tento názor podpořil i Mitchell, protože zjistil, že některé děti se v reakci na jiné označené děti dotýkali čela, ikdyž označení nebyli (Mitchell, 1997).

Je nutné si uvědomit, že hranice mezi stavy „mít schopnost sebe-uvědomění“ a „nemít schopnost sebe-uvědomění“, stejně jako „mít teorii mysli“ a „nemít teorii mysli“ není ostrá, ale je postupná s různými úrovněmi. U různých druhů může být nutná doba vystavení zrcadlu k vývoji sebe-poznání větší, některé druhy se dokáží poznat velmi rychle, jiné zase mohou mít potenciál k sebe-poznání, ale už nemusí být schopni ho plně projevit. Například u dětí se schopnost porozumět falešnému přesvědčení (to znamená pochopení rozdílu mezi vlastním přesvědčením a přesvědčením jiného člověka), které by indikovalo schopnost teorie mysli, vyvíjí zpravidla později než sebe-poznání a sebe-explorace u zrcadla (de Veer and Van den Bos, 1999).

3.3. METODIKA

3.3.1. OPEN MIRROR TEST: STIMULACE ZRCADLOVÝM OBRAZEM A BEHAVIORÁLNÍ REAKCE NA ZRCADLO

Stimulace zrcadlovým obrazem (open mirror test) je nejjednodušší forma testování sebepoznání, protože testované subjekty jsou jednoduše vystaveny zrcadlovému obrazu celého svého těla (Gallup, 1970), se zvířetem není nijak manipulováno ani není označováno, pouze se sleduje jeho reakce. Přesná metodika tohoto testu se v různých studiích velmi liší, různá je délka vystavení zrcadlu, počet jednotlivých vystavení nebo velikost zrcadla. U dětí poskytuje stimulace zrcadlovým obrazem data na developmentární úrovni (Amsterdam, 1972) a u zvířat mimo jiné ukazuje, jak je silná akustická nebo olfaktorická informace oproti vizuální (Pepperberg et al., 1995).

Jsou dvě možnosti jak prezentovat zrcadlo – vertikálně nebo horizontálně. Protože vertikální zrcadlový obraz vyvolává dojem druhého jedince, reagují na něj subjekty více než na horizontálně položené zrcadlo (Kusayama et al., 2000). Proto se vertikální zrcadlo více hodí na testování sebe-poznání. Horizontálního zrcadla se zvířata většinou bojí, nechtějí po něm chodit nebo si ho nevšímají (Kusayama et al., 2000; Pepperberg et al., 1995). S tímto problémem jsme se potýkali i my při experimentu hledání pomocí zrcadla, kdy se sýkorky bály létat na bidýlko nad zrcadlem.

Další rozdíl mezi jednotlivými studiemi je v upevnění zrcadla. Je pravděpodobné, že možnost prozkoumat prostor za zrcadlem je nutná ke správnému vývoji sebe-poznání, protože jedinec musí mít možnost zjistit, že „ten druhý“ se nevyskytuje jinde než v zrcadle. Některé studie jsou kvůli absenci této možnosti kritizovány (Kusayama et al., 2000) a může to být důvod, proč se sebe-poznání nevyvinulo (Medina et al., 2011). Očividně ale ne vždy je zkoumání za zrcadem nutné, je to spíše možnost, jak napomoci vývoji sebe-poznání a jeho projevů. Hlavně u primátů z čeledi Hominidae to není podmínka úspěšného testování, protože jejich sebe-poznání se dobře vyvine i bez přístupu do prostoru za zrcadlem.

Ve většině případů není nutné zrcadlo jakkoliv atrahovat, aby si ho zvířata všimla. Existují ale experimenty, kde bylo atrahování odměnou nutné kvůli velmi prostorné pokusné voliére (ptáci by jinak neměli důvod slétnout k aparatuře se zrcadlem, která stála na stole uprostřed voliéry) (Medina et al., 2011). Také u experimentů na psech bylo nutné nějak obrátit pozornost psa od jeho pána a jeho příkazů a nasměrovat ji na zrcadlový obraz (Howell and Bennett, 2011).

Co se v jednotlivých experimentech velmi liší je počet a délka jednotlivých vystavení subjektu zrcadlu. Obecně je buď možné ukazovat zrcadlo kratší časové úseky několikrát za sebou (např. 10 minut šest po sobě následujících dnů (Medina et al., 2011)) nebo ponechat zrcadlo na místě, kde na něj zvíře vidí, například v kleci, před klecí nebo ve výběhu, nepřetržitě po delší dobu (Gallup, 1970; de Veer et al., 2003).

Bez čeho se zrcadlový test neobejde je kontrola, protože ta umožňuje definování prvků chování a reakcí na zrcadlo a prokazuje efekt přítomnosti zrcadla. Ve většině případů slouží jako

kontrola stejné zrcadlo prezentované za stejných podmínek, avšak zakryté (Medina et al., 2011; Pepperberg et al., 1995; Prior et al., 2008; InoueNakamura, 1997; Hyatt, 1998; Rajala et al., 2010). V některých experimentech byla ale použita kontrola jiného typu, jako například průhledné plexisklo stejných rozměrů a na stejném místě jako zrcadlo (Paukner et al., 2004). Cíl kontroly je vždy stejný, a to zanalyzovat rozdíl v chování v přítomnosti a nepřítomnosti zrcadla za jinak stejných podmínek.

Protože první zrcadlové testy byly prováděny hlavně na primátech, jsou reakce na zrcadlo a projevy sebe-poznání popsány hlavně u nich. Tyto prvky chování se dále přebíraly i pro jiné druhy zvířat a případně upravovaly dle potřeby a možností konkrétního druhu. Jak moc jsou tyto projevy behaviorální reakce na open mirror test vhodné a co přesně říkají u druhů jiných než primátů je otázka. Například sebe-explorace může u primáta jasně dokazovat sebe-poznání, zatímco u ptáků to může být pouze sociální reakce na druhého jedince viděného v zrcadle.

Rozhodně ať už má zvíře schopnost sebe-poznání nebo ne, vždy je první reakce na zrcadlo stejná jako na jiného jedince, tedy sociální nebo agresivní chování, nebo explorace nového předmětu. Teprve po určité chvíli si zvíře, pokud má schopnost sebe-poznání, spojí obraz se skutečností a uvědomí si, že v zrcadle jen ono samo. Až poté vymizí sociální reakce (Gallup, 1970). K tomuto stavu směřují určité prvky chování, které buď napomáhají vývoji sebe-poznání anebo jsou jeho vedlejším efektem.

Jak již bylo zmíněno výše je jedním z prvotních projevů reakce na zrcadlo „hledání druhého jedince za zrcadlem“, což zvíře začne dělat ve chvíli, kdy odejde mimo hranice zrcadla a přestane svůj obraz vidět. U některých druhů je tato fáze považována za velmi důležitou, protože subjekt si musí uvědomit, že druhý jedinec není nikde jinde, než právě v zrcadle (Medina et al., 2011). Další fází vedoucí k sebe-poznání je tzv. chování podmíněné zrcadlem (mirror induced behavior nebo contingency behavior). Zvíře projevuje takové prvky chování, které se neřadí mezi sociální ani agresivní projevy a zároveň se nevyskytují bez přítomnosti zrcadla. Nejčastěji to je přinesení potravy nebo hračky k zrcadlu a sledování svého obrazu, vyplazování jazyka, vypouštění bublin u mořských savců nebo opakované rytmické pohyby hlavou či jinými částmi těla před zrcadlem (Delfour and Marten, 2001; Plotnik et al., 2006; Prior et al., 2008).

Když zvíře začne používat zrcadlo ke zkoumání částí svého těla, které bez zrcadla přímo nevidí, nazývá se to sebe-explorace vedená zrcadlem (mirror-guide behavior nebo self-directed behavior). Šimpanzi, u kterých bylo toto chování prvně sledováno, si pomocí zrcadla prohlíželi své obličejové nebo genitální části, zkoumali zuby nebo na sebe dělali různé výrazy (Gallup, 1970). Jak už bylo řečeno, toto chování se projevuje až po několika dnech od prvního vystavení zrcadlové ploše. Pokud subjekt nemá schopnost sebe-poznání, nemělo by se toto chování vyvinout ani po dlouhé době vystavení zrcadlu.

3.3.2. MARK TEST A CHOVÁNÍ ZAMĚŘENÉ NA ZNAČKU

Pokud bereme open mirror test jako primární experiment, ve kterém zjistíme zájem subjektu o zrcadlo a jeho možný potenciál k sebe-poznání, je test se značkou (angl. mark test) téměř jistým důkazem sebe-poznání. Tuto metodu vymyslel Gallup (1970) a poprvé ji použil na testování šimpanzů *Pan troglodytes*. Cílem mark testu je jednoznačně rozlišit, jestli zvíře vnímá obraz v zrcadle jako sebe sama a je tedy schopno zaměřit svou pozornost na své vlastní tělo díky informaci viděné v zrcadle, anebo stále vidí obraz jako druhého jedince.

Bez přítomnosti zrcadla se subjektu nanese nebo nalepí olfaktoricky i taktilně neucíitelná značka a to na část těla, na kterou si zvíře přímo nevidí, ale vidí ji pouze pomocí zrcadla. U primátů to může být obličejová část (Gallup, 1970), u ptáků například oblast pod zobákem (Prior et al., 2008), nebo u slonů velká část ucha (Povinelli, 1989). Zvíře se pak vystaví zrcadlovému obrazu a sleduje se jeho chování. Procedura nanášení značky se u každého experimentu a druhu testovaného zvířete mění, hlavní ale je, aby zvíře nevědělo, že je nějak označené, a bez zrcadla si značky nijak nevšímal.

Jako projev sebe-poznání v mark testu je bráno dotýkání se značky na těle současně s pozorováním svého obrazu v zrcadle. Toto chování se nazývá chování zaměřené na značku (mark-directed behavior) (Gallup, 1970). Pokud je signifikantní zvýšení tohoto chování ve stanoveném testovacím čase oproti stejně dlouhému času kontroly, kdy je zrcadlo otočeno nereflektivní částí ke zvířeti nebo je zakryto, považuje se výsledek testu za pozitivní a testované zvíře má pravděpodobně schopnost sebe-poznání. Gallup toto chování popisoval u primátů a tak nastává problém při testování jiných druhů zvířat, která nemají tak pohyblivé přední končetiny, jako například mořští savci (Delfour and Marten, 2001) nebo ptáci (Prior et al., 2008). Z tohoto důvodu je nutné předem definovat chování, které bude bráno jako projev sebe-poznání, což ale ostatně platí u všech zrcadlových testů.

S vynecháním značky se celá procedura mark testu velmi podobá open mirror testu a i použití zrcadla je různé a odpovídá potřebám zkoumaného druhu. Stejně jako u open mirror testu předchází finálnímu označení značkou fáze habituace, zvyknutí zvířete na pokusnou klec nebo aparaturu zrcadla.

Negativní výsledek mark testu ale nemusí nutně znamenat absenci sebe-poznání. Občas je nutné zvíře namotivovat na dotýkání se značky, například označením sladkou polevou (Suddendorf and Collier-Baker, 2009), anebo je možné zvíře na dotek značky vycvičit klasickým asociativním výcvikem (Epstein et al., 1981; Roma et al., 2007).

Nejdůležitější fází testování sebe-poznání mark testem je kontrola, protože pozitivní výsledek závisí na signifikantním zvýšení zájmu o značku v testu oproti kontrole. Kontrola probíhá buď za stejných podmínek ale se zakrytým nebo nepřítomným zrcadlem, bez označení nebo s falešnou značkou, anebo kombinací těchto dvou možností. Falešná značka je nanášena stejně jako barevná značka, ale je buď bezbarvá nebo má stejnou barvu jako perý či srst zvířete (Prior et al., 2008; Hauser et al., 1995). Falešnou značku je nutné použít jen v případě, že se zvíře označuje při plném vědomí, aby se zjistilo, jestli procedura označení nijak neovlivňuje výsledek testu. Pokud

je zvíře označováno v anestezii, není pro kontrolu s falešnou značkou důvod, ale kontrola se zakrytým nebo otočeným zrcadlem proběhnout musí.

3.3.3. VYUŽITÍ ZRCADLA K HLEDÁNÍ OBJEKTU

Využití zrcadla k hledání objektu (mirror spatial location task) je zrcadlový test, který nezkoumá u zvířat sebe-poznání ani sebe-uvědomění, ale pouze schopnost pochopit princip zrcadlového obrazu a využít informaci získanou díky němu ve svůj prospěch. Subjektu je prezentováno zrcadlo odrážející nějakou odměnu, nejčastěji oblíbenou potravu nebo v případě psů oblíbenou hračku, (Howell and Bennett, 2011), a to na místě, kam nevidí přímo, ale jen pomocí zrcadla. To je zajištěno neprůhlednou bariérou oddělující prostor, kde je subjekt, a prostor, kde je odměna. Pokud by zvíře chápalo, že to, co vidí, je jen odraz v zrcadlové ploše, a že odměna se nachází ne v zrcadle ale v prostoru za bariérou, snažilo by se dosáhnout odměny přímo a teoreticky bez chyb v hledání.

Existují ale tři různé reakce na takovýto test. První je zrcadlem vyvolané hledání (mirror-triggered search), kdy zvíře stále nechápe princip zrcadla, ale zrcadlo slouží pouze jako spouštěč hledání odměny na předem familiarizovaných místech (Povinelli, 1989). Protože se zvíře neřídí odrazem zrcadla o přesné pozici odměny, bude hledat náhodně.

Druhá možná reakce je tzv. zrcadlem sprostředkovaná diskriminace objektů (mirror-mediated object discrimination). V zrcadle se prezentuje buď pozitivní nebo negativní stimul (klasicky odměna nebo averzivní předmět) a zvíře již musí aspoň částečně pochopit fungování odrazu zrcadla, aby adekvátně reagovalo na daný podnět (Menzel et al., 1985). Nemusí ale chápat, že zrcadlo prezentuje skutečný objekt, ani podle něj nemusí objekt hledat (Pepperberg et al., 1995).

Nejsložitější reakce u hledání objektů pomocí zrcadla je zrcadlem vedené hledání (mirror-mediated spatial locating). Zvíře si již musí uvědomit spojitost mezi odměnou a zrcadlovým obrazem, protože hledá potravu umístěnou na různých místech a to pomocí obrazu v zrcadle. Pokud zvíře korelaci zrcadlo-odměna chápe, nebude v hledání dělat téměř žádné chyby (Povinelli, 1989). Existují ještě složitější testy na hledání pomocí zrcadla, kde musí zvíře řídit své vlastní pohyby podle odrazu v zrcadle, aby dosáhlo odměny (Itakura, 1987).

Je více možností, jak udělat aparaturu na test využití zrcadla k hledání odměny. Nejjednoduší z nich je zrcadlo stojící uprostřed místnosti nebo klece a na kolmo na něj upevněná neprůhledná bariéra. Mezi zrcadlem a bariérou musí být několik centimetrů mezera, aby byl v zrcadle vidět prostor za bariérou, kde je umístěna odměna (Howell et al., 2013; Broom et al., 2009).

Na ptáky se většinou používá tzv. dvou-, tří- nebo čtyřboxová aparatura. Základem je horizontálně položené zrcadlo, na kterém stojí dva, tři nebo čtyři boxy s otevřenou přední stranou s neprůhlednou bariérou v jejich horní části. Nad boxama je bidýlko, ze kterého může pták koukat dolů do zrcadla a tím vidět, co je v jednotlivých boxech. Přepážka v horní části přední strany boxů zajišťuje, že ptáci nevidí do boxu přímo ale jen pomocí zrcadla. (Medina et

al., 2011; Pepperberg et al., 1995).

Jiný způsob použití na ptáky je zrcadlo postavené volně v prostoru, před kterým stojí krabička natočená čelem k zrcadlu pod úhlem 45°, takže pták stojící před zrcadlem může sledovat v zrcadle, co se nachází v krabičce (Pepperberg et al., 1995). Tento způsob se používá kvůli nejisté reakci ptáků na horizontální zrcadlo, má ale tu nevýhodu, že s ním lze testovat pouze zrcadlem sprotředkovanou diskriminaci objektů, ale už ne zrcadlem vedené hledání, protože objekt (ať už odměna nebo averzivní stimul) v krabičce buď je, nebo není.

V každém případě je důležité, aby zvíře do prostoru, kde se nachází odměna, nevidělo přímo, ale jen pomocí zrcadla. Na kosmanech bělovousých (*Callithrix jacchus*) byla testována aparatura, kdy zrcadlo bylo upevněno na straně klece a proti němu se nacházela platforma (zvýšené dno klece), takže pod platformu kosmani viděli pouze pomocí zrcadla (Heschl and Burkart, 2006). U slonů je problémem jejich velikost, takže lze například využít běžnou klec, odměnu umístit před klec na zem, kde není vidět přímo, a proti ní postavit zrcadlo tak, aby z výšky očí slonů odráželo odměnu na zemi (Povinelli, 1989).

I v tomto testu je nutná habituace ať už na pokusnou klec nebo na aparaturu, v případě boxů nebo krabičky postavené proti zrcadlu se musí dát zvířeti čas prozkoumat prostor, kde se nachází odměna, anebo zvířata přímo vycvičit na sebrání odměny z určitého místa (Medina et al., 2011; Pepperberg et al., 1995). Zároveň se musí zajistit, že zvíře není schopno objevit odměnu jinak než pomocí vizuální informace. K tomu se buď používá potrava, která nepůsobí žádnými olfaktorickými vjemy (Pepperberg et al., 1995), nebo například vzduch v místnosti rozvířit ventilátory, aby hledání podle čichu nebylo možné (Howell et al., 2013), anebo zvolit jiný způsob odměny (Howell and Bennett, 2011).

3.4. VÝSLEDKY EXPERIMENTŮ

3.4.1. SAVCI

3.4.1.1. Primáti - Hominidae

Primáti jsou na testování sebe-poznání velmi vhodným subjektem, a to hlavně díky pohyblivosti jejich předních končetin. První test se prováděl na šimpanzech (*Pan troglodytes*) a dopadl úspěšně (Gallup, 1970). Zvířata prošla jak open mirror testem tak mark testem a vykazovala sebe-poznání u zrcadla i velký zájem o značku umístěnou na obličejí. Tento experiment je ale kritizován kvůli použití anestetik a jejich možného vlivu na chování zvířat po probuzení (Heyes, 1994). Další experimenty na šimpanzích vycházely taktéž pozitivně (Suarez and Gallup, 1981; Lethmate and Dücker, 1973 ex Swartz and Evans, 1991). Objevilo se pár experimentů, kde šimpanzi sebe-poznání neprojevovali, ale negativní výsledek se přičítá nevyhovující proceduře

a aparatuře experimentu (Swartz and Evans, 1991).

Logická otázka následující úspěšné testy sebe-poznání u šimpanzů je otázka vlivu věku. Povinelli (1993) provedl experiment na projevy sebe-poznání u pěti skupin šimpanzů různého věku a zjistil, že šimpanzi mladší šesti let sebe-poznání neprojevují, ale ve skupině 8-15 let se poznalo už více jak 75% šimpanzů (Povinelli et al., 1993). Nad 15 let zase projevy sebe-poznání klesají, což se potvrdilo i v navazující studii (de Veer et al., 2003). Je také možné, že sebe-uvědomění se vyvíjí díky interpersonálnímu kontaktu, ve studii, která pracovala se skupinou šimpanzů odchovaných v zajetí a skupinou odchycenou z přírody vykazovali jedinci narození v přírodě jasné projevy sebe-explorace a sebe-poznání (Gallup et al., 1971).

Vzhledem ke svým prokázáním schopnostem sebe-poznání a pochopení principu zrcadlového obrazu nejsou šimpanzi učenliví častým subjektem experimentu na využití zrcadla k hledání odměny. Zkoumal se ale rozsah pochopení obrazu, a to tak, že zvířata měla přístup ke dveřím, ve kterých byl otvor (aby tudy prošla jejich přední končetina) a na druhé straně u otvoru byla umístěna odměna. Proti otvoru bylo také zrcadlo, takže šimpanzi mohli vizuálně zjistit, kde přesně od otvoru se odměna nachází a sahalo si přímo pro ni. Pozměněná aparatura zahrnovala obrazovku, která ukazovala buď přímý obraz, nebo svisle nebo vodorovně přetočený (nebo oboje najednou) anebo záznamy z jiných pokusů. Zvířata byla rychle schopna pochopit princip, dostat odměnu a rozlišovat mezi záznamem a živým vysláním (Menzel et al., 1985).

Na orangutanu bornejském (*Pongo pygmaeus*) jako dalším zástupci čeledi Hominidae bylo prováděno o mnoho méně testů, ale většina z nich také vychází pozitivně. Orangutani jsou schopni sebe-exploračního chování a pozitivně vycházejí i výsledky mark testu (Suarez and Gallup, 1981; Miles, 1994; Lethmate and Dücker, 1973 ex Swartz et al., 1999). Orangutani také rozpoznají svoji fotografii od fotografií jiných jedinců a svého obrazu v zrcadle (Tobach et al., 1997).

Dokázat sebe-poznání u goril nížinných (*Gorilla gorilla gorilla*) je velmi obtížné a většina experimentů končí neúspěšně (Ledbetter and Basen, 1982; Allen and Schwartz, 2008). Připisuje se to jejich silné averzi vůči přímému pohledu, ale ani v upravené aparatuře zrcadel, která k sobě byla natočená tak, že gorila mohla vidět svůj obraz aniž by se dívala přímo sobě do očí, se sebe-poznání neprojevilo (Shillito et al., 1999). Ne všechny testy jsou ale neúspěšné, gorilí samice Koko, která byla od malička vychovávána v lidském prostředí a testována na schopnost řeči, začala ve svých třech letech projevovat sebe-exploraci u zrcadla a následně úspěšně prošla mark testem (Patterson and Cohn, 1994). Tyto výsledky se připisují velkým individuálním rozdílům mezi gorilami a rozdílnosti prostředí, ve kterém Koko vyrůstala.

Idále se objevovaly další gorily schopné sebe-poznání, například sedmnáctiletý samec vychovaný svou matkou ve skupině goril a plně adaptován na život v zajetí úspěšně prošel open mirror testem a následně i mark testem, projevovat sebe-exploraci i chování zaměřené na značku na obličeji a neukazoval žádné averzivní chování na přímý pohled do zrcadla (Posada and Colell, 2007). Vypadá to tedy, že u goril je více důležitá osobnost, individuální rozdíly a podmínky zajetí

než u jiných lidoopů. Všechny gorily, které se poznali v zrcadle, žili v podmínkách s mimořádně častým kontaktem s lidmi, druhá teorie je, že dominantní jedinci nemají tak velkou averzi na přímý pohled a může se tedy u nich projevit sebe-poznání na rozdíl od níže postaveného jedince (Suddendorf and Whiten, 2001).

I přes těžkosti v dokázání sebe-poznání jsou gorily schopny naučit se hledat odměnu pomocí zrcadla. 26letá samice, která byla vychovávána lidmi, tímto testem úspěšně prošla. Výsledky mark testu před testem na hledání a po něm byly porovnány a mohly by naznačovat, že tato delší zkušenost se zrcadlem a trénink by mohly vést k rozvoji sebe-poznání (Nicholson and Gould, 1995).

U šimpanzů bonobo (*Pan paniscus*) se očekává díky příbuznosti s šimpanzem učenlivým (*Pan troglodytes*) stejná míra sebe-poznání, ačkoliv bylo na toto téma provedeno nesrovnatelně méně studií než na sebe-uvědomění u šimpanzů učenlivých. Výsledky ale naznačují, že šimpanz bonobo opravdu má potenciál poznat se v zrcadle, v experimentu s různě starými šimpanzi bonobo projevovali preadolescentní jedinci sebe-explorační chování před zrcadlem (Westergaard and Hyatt, 1994) a v komparativní studii v rámci čeledi Hominidae skončili na stejné úrovni s ostatními druhy (InoueNakamura, 1997).

3.4.1.2. Primáti - jiné taxony

Na ostatních taxonech primátů je prováděno mnoho experimentů zkoumající sebe-uvědomění. Díky stejné morfologii těla se předpokládá, že by i zde mohly fungovat stejné procedury a aparatury jako u čeledi Hominidae, a projevy sebe-poznání budou mít stejnou podobu (Rajala et al., 2010).

Nejčastěji testovaným druhem je makak rhesus (*Macaca mulatta*). Podle prvních experimentů se zdá, že makakové nemají schopnost sebe-poznání. V mark testu prováděném na matce s mládětem a dalších dvou mláďatech neprojevila zvířata žádný zájem o značku na čele, i když se o kontrolní značku na břicho zajímali hodně (Gallup et al., 1980). Také v komparativním testování projeví makakové pouze 26% času zrcadlem podmíněné chování a žádnou sebe-exploraci (InoueNakamura, 1997).

Je ale pár studií s pozitivními výsledky. V testu provedeném na pěti samcích, kteří měli na hlavě připevněný implantát na sledování elektro-fyziologických změn kvůli jinému experimentu, projevovali makaci velký zájem o implantát při sledování svého obrazu v zrcadle (Rajala et al., 2010). Implantát je pravděpodobně tak velká změna, že se sebe-explorace vyvine spíše než u klasické značky. Také makaci červenolící (*Macaca fuscata*) projevovali chování zaměřené na značku před zrcadlem, ale jako značka byl použit objekt přilepený na zvířata tak, aby ho neviděla jinak než v zrcadle. Zvířata předtím prošla zrcadlovým testem na hledání potravy, kde musela pomocí zrcadla vést své ruce, aby dosáhla odměny, a pouze dva makaci tímto testem prošli. Právě tyto dva makaci projevovali zájem o značku a je možné, že možnost naučení korelace zrcadlo – skutečnost přispěla k vývoji sebe-poznání. Uvažuje se i o možnosti, že přilepený objekt je tak rozdílný od nabarvené značky, že by i toto mohlo napomoci sebe-poznání (Itakura, 1987).

Makaci vepří (*Macaca nemestrina*) byli také testováni s ohledem na možnou averzi vůči přímému pohledu, podobně jako gorily. Nejdříve na nich byl proveden pozměněný test na hledání potravy pomocí zrcadla s komplikovanou aparaturou, kde zvířata viděla v odraze jen své tělo ale nikoliv hlavu, a měla podle toho hledat odměnu, která se vyskytovala na různých místech před jejich tělem napíchnutá na kovové tyči. Makaci se rychle naučili využívat obraz zrcadla a dosáhnout odměny, ale i přesto byly výsledky pozdějšího mark testu negativní (Macellini et al., 2010).

Dle studií malpy hnědé (*Cebus apella*) rozeznávají mezi odrazem v zrcadle a jiným jedincem a na zrcadlo reagují více přátelsky, neagresivně a nevyhýbají se tolik očnímu kontaktu jako s druhým jedincem (de Waal et al., 2005). Přesto se ale sebe-poznání u malp nepovedlo prokázat. Při experimentu se střídáním různých typů zrcadel a ploch (velké a malé číré zrcadlo, zrcadlo s červenou a se zamlženou folií anebo s dírou uprostřed) se sice nejvíce zvířata zajímala o čírá zrcadla, ale žádné neprojeвило sebe-exploraci nebo jiné prvky sebe-poznání (Paukner et al., 2004). Negativně vyšel i experiment, ve kterém byly malpy trénovány na dotek značky na různých místech, avšak na značku na vlastním těle viditelnou v zrcadle nijak nereagovali (Roma et al., 2007).

Stejně tak tamaríni pinčí (*Sanguinus oedipus*) neprojevíli žádné známky sebe-poznání a neprošli Gallupovým mark testem. Experiment byl velmi propracovaný co se týče kontrolních podmínek, testoval se vliv anestetik na chování zvířat, typ značky, vliv aparatury zrcadla a vliv délky vystavení zrcadlovému obrazu. Skupina tamarínů si na zrcadlo zvykla a postupně během experimentu přestala na obraz úplně reagovat (Hauser et al., 1995). Experiment byl kvůli kritice opakován, ale znovu se neobjevili žádné známky sebe-poznání (Hauser et al., 2001).

Ve srovnávacím testu gibbonů bělolících (*Nomascus leucogenys*), gibbonů siamang (*Symphalangus syndactylus*) a gibbonů stříbrných (*Hylobates moloch*) byla zvířata habituována na zrcadlo již během života a v experimentu označena na obličej, ale neprojevovala žádné chování zaměřené na značku. Ani po výměně typu značky za sladkou polevu ve snaze zvýšit motivaci pro dotýkání se žádné zvíře o značku na svém čele nijak nezajímalo (Suddendorf and Collier-Baker, 2009). Také giboni běloručí (*Hylobates lar*) nereagovali na značku ani po 400 hodin dlouhé habituaci na zrcadlo, pouze si značky vzájemně čistili (Hyatt, 1998). Dlouhodobý experiment na gibonech siamang (*Symphalangus syndactylus*) také neukázal u dvou dospělých zvířat žádné chování zaměřené na značku, jen během tříměsíčního trvalého vystavení zrcadlu krátkou a málo častou sebe-exploraci vedenou zrcadlem. Když ale po roce byla zvířata testována znovu, tentokrát i s 1,5 ročním mládětem testované samice, mládě jako jediné se zajímalo o značku na čele své matky a poté si tu svou snažilo sundat pomocí zrcadla (Suddendorf and Collier-Baker, 2009).

Na kosmanech bělovousých (*Callithrix jacchus*) byl proveden jak open mirror test, tak mark test i hledání pomocí zrcadla. V úvodních testech na pochopení principu zrcadla se zvířata správně naučila obcházet zrcadlo, aby získala potravu a nebrala odraz zrcadla jako „volný prostor za rámem“. V klasickém hledání pomocí zrcadla, kdy byla použita platforma nad dnem klece a

zrcadlo, se 5 zvířat naučilo využívat informaci ze zrcadla a bez chyb hledali odměnu. Bohužel v následující zrcadlovém testu se neprojevila žádná sebe-eplorace a žádné zvíře neprošlo mark testem. Kosmani byli viděni, jak si třou čelo se značkou o zem a někteří se snažili slíznout polevu (jako jinou možnost označení) ze svého odrazu v zrcadle. Autoři došli k závěru, že sebe-uvědomění nemusí být spojeno se sebe-poznáním, že zvíře si může být vědomo sebe sama i bez představy i svém vzhledu (Heschl and Burkart, 2006).

Podobné předpoklady pochopení zrcadla ukazují i kosmani zakrslí (*Callithrix pygmaea*), kteří při vystavení zrcadlovému obrazu jiného jedince, kterého přímo neviděli, reagovali na místo kde skutečně druhý jedinec byl a ne na zrcadlový obraz (Eglish and Snowdon, 1983).

Open mirror test i mark test byl prováděn i na kočkodanech talapoin (*Miopithecus talapoin*). V průběhu experimentu zájem zvířat o zrcadlo klesal, objevovala se i agresivní reakce. Po označení bylo pár zvířat pozorováno, jak si stírá značku jinde než před zrcadlem, což by ukazovalo na to, že značka nebyla inertní a zvířata ji na kůži cítila (Posada and Colell, 2005).

Negativní výsledky u zrcadlových testů na primátech jiných než Hominidae nemusejí nutně znamenat absenci sebe-poznání a sebe-uvědomění, ale například jiný způsob vnímání prostředí okolo i sebe sama. Chyba tak může být i v nevhodné metodice, která by měla být navrhována individuálně pro každý testovaný druh, nebo v nedostatečné motivaci zvířete.

3.4.1.3. Kytovci

Je samozřejmé, že souběžně se zrcadlovými testy a otázkou sebe-uvědomění u primátů se začaly objevovat i podobné studie na jiných taxonech zvířat, hlavně dalších savcích. Kytovci jsou pro svou inteligenci vhodnými subjekty na zrcadlové testy, problém ale začíná ve chvíli, kdy se snažíme klasifikovat prvky chování vypovídající o sebe-poznání. U primátů jsou přední končetiny používány na sebe-exploraci a zkoumání částí těla viděných jen v zrcadle (Gallup, 1970), ale kytovci kvůli rozdílné morfologii předních končetin nemohou tyto klasické prvky chování projevit. Proto se většinou porovnává behaviorální reakce na zrcadlo se sociální reakcí na jiné jedince (Marten and Psarakos, 1995; Marten and Psarakos, 1994). Úplný důkaz sebe-poznání ale ukáže až mark test.

Delfíni (*Tursiops truncatus*), kosatky dravé (*Orcinus orca*) a kosatky černé (*Pseudorca crassidens*) tráví u zrcadla méně času než primáti (Marten and Psarakos, 1995). Tento jev se dá vysvětlit jejich zkušeností s různými odraznými plochami jako jsou podvodní okna nádrží nebo vodní hladina, nebo tím, že u kytovců je zrak méně důležitý než u primátů (Delfour and Marten, 2001). Zároveň ale oproti běžnému podvodnímu oknu se o zrcadlo zajímají podstatně více (Marten and Psarakos, 1995). Je rozdíl i v reakci samců a samic, samice jsou často u zrcadla aktivnější a reagují více zrcadlem podmíněného chování (Delfour and Marten, 2001).

V experimentu, kde byla místo zrcadla použita velká obrazovka ukazující dva módy (první ukazoval prostor před obrazovkou v reálném čase a fungoval tak jako zrcadlo, druhý přehrával v minulosti nahrané chování) byl velký rozdíl v reakcích delfínů (*Tursiops truncatus*) na tyto dva

módy. I když dle jiné studie nepoznají delfíni rozdíl mezi skutečností a videonahrávkou (Mitchell, 1995), v zrcadlovém módu se projevovali sledováním obrazu, otevíráním tlamy, vypouštěním bublin, hraním si s potravou nebo pomalými opakovanými pohyby ploutví. Bohužel i tyto projevy mohou mít sociální původ a napodobování druhého jedince, což je u delfínů časté. Totéž ukazují i výsledky pokusu, kde byla sledována reakce delfínů na neznámé jedince kosatek oddělené podvodní mříží. Chování bylo velmi podobné reakci na zrcadlo (Marten and Psarakos, 1995).

Co se týče mark testu jsou výsledky u kytovců nejasné. V pokusu s kosatkami dravými (*Orcinus orca*), kdy se subjektům barvila část rostra, bylo zaznamenáno stírání značky o stěnu a kontrolování v zrcadle pouze u jedné samice (Delfour and Marten, 2001). V experimentu s delfíny se sice zvířata se značkou natáčela bokem k zrcadlovému módu obrazovky, což se nikdy jako reakce na jiného jedince nevyskytuje, ale zájem o zrcadlo se zmenšoval a delfíni trávili u obrazovky málo času (Marten and Psarakos, 1995). Na druhou stranu s různými značkami geometrických tvarů na různých částech těla se delfíni prokazatelně prohlíželi v zrcadle a natáčeli se tak, aby na značky viděli. Rozdílný tvar značek a místa mohou tedy delfíny stimulovat k většímu zájmu o značku (Reiss and Marino, 2001).

3.4.1.4. Sloni

Sloni jsou díky pohyblivosti svého chobotu vhodným subjektem na zrcadlové testy, i když je u nich stejný problém přesně označit chování vedené zrcadlem. Přes prvotní neúspěchy v mark testu, kdy byly dvě samice slona indického (*Elephas maximus*) označeny falešnou i normální značkou, ale žádná neprojevovala na značku zaměřené chování před zrcadlem (Povinelli, 1989), se podařilo podpořit schopnost sebe-poznání u slonů. Plotnik (2006) totiž poskytl slonům neomezený přístup k velkému zrcadlu pověšenému na zdi venkovního výběhu a zaznamenal zrcadlem podmíněné chování i zrcadlem vedenou sebe-exploraci (rytmické pohyby, prohlížení si vnitřku tlamy a uší, přinesení potravy k zrcadlu,...). Po označení značkou nad oko šla jedna samice ihned k zrcadlu a dotýkala se chobotem správné značky (Plotnik et al., 2006).

Možný důvod nezájmu o značku je zvyk slonů na nánosy bahna a prachu na kůži proti hmyzu, ale i přes použití pozměněné značky, v tomto případě bažantího pera přilepeného páskou na hlavě, nebylo zaznamenáno sundání nebo zájem o značku u zrcadla. Zvířata ale byla viděna, jak si značku sundávají navzájem. Uvažuje se, že negativní výsledek zde může mít na svědomí dlouhá habituace na bažantí pero nebo umístění zrcadla mimo výběh a dosah slonů (Nissani and Hoefler-Nissani, 2007).

Oproti problémům s open mirror testem a mark testem jsou sloni schopni rychle pochopit obraz zrcadla a hledat pomocí něho odměnu. Mrkve schované vně klece, aby je sloni neviděli přímo, zvířata velmi rychle našla pokud na mrkve bylo namířeno zrcadlo. Pokud bylo zrcadlo namířené jinam nebo nebylo přítomné, sloni nebyli schopni mrkve nijak najít i po tři dny. Tento experiment vyvrací domněnku, že sloni mají problém s mark testem kvůli horšímu zraku (Povinelli, 1989).

3.4.1.5. Lachtani

U lachtanů kalifornských (*Zalophus californianus*) nebylo sebe-poznání prokázáno. Zvířata zrcadlu věnovala jen málo pozornosti a neprojevovala se jinak než sociální reakcí jako na jiného jedince. Jediný výsledek byl rozdíl zájmu samice a samců, samice se u zrcadla zdržovala mnohem více, ale její reakce během pokusu téměř vymizela (Delfour and Marten, 2001).

3.4.1.6. Prasata

Broom (2009) zkonstruoval experiment na prasatech divokých (*Sus scrofa*) jehož cílem bylo zjistit, zda prasata chápou zrcadlo jako odraz nebo jako další volný prostor. V kotci bylo umístěno zrcadlo a kolmo na něj neprůhledná bariéra za kterou byla miska s potravou, čichové vjemy rozháněly ventilátory. Většina zvířat naivních k zrcadlovému obrazu šla hledat potravu za zrcadlo, zatímco prasata, která byla před experimentem na zrcadlo habituována, šla ihned za bariéru a odměnu našla. Experiment tedy potvrzuje, že k pochopení principu zrcadla je nutná určitá délka habituace na zrcadlo (Broom et al., 2009).

Byla snaha tento test zopakovat za stejných podmínek, avšak neúspěšně. Z 11 selat, kteří prošli habituací na zrcadlo, našlo potravu pouze jedno, z naivních selat ani jedno. Očividně ne všechna prasata v tomto věku (4-8 týdnů stará) jsou schopna pochopit obraz zrcadla (Gielsing et al., 2014).

3.4.1.7. Psi

U psů (*Canis familiaris*) zatím nebyl proveden mark test, ale pouze test na hledání potravy pomocí zrcadla, protože se předpokládá, že většina domácích psů má zkušenosti s reflektivními povrchy a zrcadly. V experimentu, kde měl pes sedící před zrcadlem lokalizovat svého majitele stojícího za ním v jiné místnosti, kterého mohl vidět skrz okno a pomocí odrazu zrcadla, se jen málo psů otočilo k majiteli a lokalizovalo ho správně. Výsledky jsou přisuzovány příliš silnému výcviku na povel „sedni“, který byl psům dán než majitel odešel do vedlejší místnosti (Howell and Bennett, 2011).

Klasičtější test byl proveden o 2 roky později a zahrnoval podobné uspořádání jako pokus s prasaty (viz výše). V místnosti se zrcadlem a kolmo umístěnou bariérou, za kterou byla miska s potravou, nacházeli psi misku vícekrát a rychleji než v kontrole se zakrytým zrcadlem. To by napovídalo tomu, že psi jsou schopni pochopit princip zrcadla (Howell et al., 2013).

3.4.1.8. Ovce

Experiment na ovcích (*Ovis aries*) ukázal, že při vystavení zrcadlovému obrazu většina ovcí reaguje sociálním nebo agresivním chováním, sledováním obrazu nebo dotýkáním se zrcadla. V dalších fázích pokusu se ale u pár jedinců objevilo chování podmíněné zrcadlem (contingent behavior) a koukání za zrcadlo, i když mark test nebyl proveden. Ve složité aparatuře, kde měli ovce hledat žlutý kýbl s potravou podle odrazu zrcadla, nebyl žádný rozdíl ve skupině naivní oproti skupině se zkušeností se zrcadlem. Bohužel většina ovcí test úspěšně nesplnila, až na skupinu ovcí z Velšských hor, která oproti zbývajícím skupinám vyhledávala kyblík mnohem úspěšněji (McBride et al., 2015).

3.4.1.9. Pandy

V nedávné době byl publikován článek o experimentu s pandami velkými (*Ailuropoda melanoleuca*) a jejich reakcí na zrcadlo jako jedněch z mála solitérních testovaných savců. Pandy podstoupili jak open mirror test po několik dnů a následně i třídní mark test. Zvířata na obraz reagovala sociálním chováním, agresí, sledováním obrazu a zkoumáním zrcadla, ale přestože se o zrcadlo velmi zajímala, žádné neprošlo následným mark testem. Výsledek je tedy negativní a naznačuje, že pandy se v těchto podmínkách v zrcadle nepoznají (Ma et al., 2015).

3.4.2. RYBY A PARYBY

Oproti primátům, kytovcům a jiným savcům se u ryb dlouho neuvažovalo o schopnosti sebe-poznání nebo nějakém stupni sebe-uvědomění. V roce 2012 ale proběhl mark test na pyskounovi rozpůleném (*Astatotilapia burtoni*) na základě zjištění, že samci bojující proti zrcadlu mají vyšší expresi časné brzkých genů (angl. immediate early gene, IEG) v oblastech mozku homologních k amygdale a hypokampu oproti samcům bojujícím s jiným samcem (Desjardins and Fernald, 2010). Zjištění, že ne všechny ryby reagují stejně na zrcadlo jako na jiného jedince, podpořil nedávný výzkum s třemi druhy cihlid z jezera Tanganika, *Neolamprologus pulcher*, *Telmatochromis vittatus* a *Lepidilamprologus elongatus*. *T. vittatus* a *L. elongatus* reagovali na zrcadlo rozdílně než na kompetitora vlastního druhu (Balzarini et al., 2014).

Po označení pyskounů na stranách a spodní straně hlavy a vystavení zrcadlu se ryby stavěli k zrcadlu označenou částí a jsou zaznamenány případy, kdy si třeli značku o písek na dně akvária. Takovéto chování nikdy nebylo pozorováno u kontrolní skupiny a mohlo by ukazovat na schopnost sebe-poznání (Kohda et al., 2012).

Open mirror test byl proveden i na dvou mantách obrovských (*Manta birostris*) a zaznamenal překvapivé výsledky. Manty trávili u zrcadla mnohem více času než u kontrolní nereflektivní desky, neprojevovali téměř žádné sociální nebo agresivní reakce, za to se u nich objevilo chování podmíněné zrcadlem (opakované rytmické pohyby), signifikantně častější pohyb hlavových ploutví, vypouštění bublin a prezentace břišní části na zrcadlo (Ari and D'Agostino, 2016). Při setkání s novým jedincem nebo intenzivní sociální reakci se mantám obrovským zvyšuje

intenzita bílých skvrn na zádech a na hlavě (Ari, 2014), což se při vystavení zrcadlu nedělo. Tyto projevy jsou běžně brány za projev sebe-poznání a mohly by ukazovat na vyšší mentální schopnosti mant.

3.4.3. PTÁCI

Kvůli specifické stavbě předních končetin ptáků není možné předpokládat, že prvky chování sebe-explorace a sebe-poznání u zrcadla budou vypadat stejně jako u primátů. Open mirror test se v tom případě nebere jako jeden z důkazů sebe-poznání, ale jen jako prvotní zkušenost se zrcadlem a slouží ke klasifikaci chování, které se vyskytuje pouze v přítomnosti zrcadla. Jako důkaz sebe-poznání je v případě ptáků vhodný mark test, protože zrak je u ptáků dominantní smysl a velká investice času do čištění peří by mohla znamenat, že ptáci se budou o značku zajímat a snažit se ji odstranit z peří. Přestože jsou ptáci vhodným subjektem na zrcadlové testy a teoreticky mají potenciál k sebe-poznání, bylo zatím na nich provedeno málo experimentů.

Z počátku vystavení zrcadlu se ptáci projevují sociálním chováním, které ve většině experimentu postupně mizí. Vrány novokaledonské (*Corvus moneduloides*) byly testovány na reakci na vertikální zrcadlo, které stálo na stole uprostřed velké voliéry. Prvotní reakce byla silně sociální (vokalizace, pohyby hlavou a ocasem, útoky na obraz), ale postupně během experimentu mizela a nahrazovalo ji více explorační chování. Ptáci ale neprojevili žádnou sebe-exploraci (Medina et al., 2011). Stejně výsledky měli autoři studie na vranách hrubozobých (*Corvus macrorhynchos*), které byli vystavené jak horizontálnímu, tak vertikálnímu zrcadlu a dle závěru reagovali na obraz stejně jako na neznámého jiného jedince (Kusayama et al., 2000).

Podobně se projevovaly i straky (*Pica pica*), po pár dnech vystavení zrcadlu se sociální reakce na obraz snížila (i když u dvou jedinců zůstala stejná po celý experiment) a ptáci začali více zkoumat zrcadlo, svůj obraz a projevovat zrcadlem podmíněné chování. Ptáci byli poté označeni barevnou značkou pod zobák a znovu vystaveni zrcadlu. U dvou z testovaných subjektů bylo signifikantní zvýšení zájmu o značku, ptáci si ji snažili sundat nohou nebo na ní dosáhnout zobákem. K habituaci na značku nedocházelo a toto chování skončilo až když byla značka z peří odstraněna (Prior et al., 2008).

Pozitivní, ikdyž sporné výsledky měli v mark testu i holubi (*Columba livia domestica*), kteří prošli složitým výcvikem na klování do značky, která se objevovala buď na jejich těle nebo stěně boxu, ve kterém byli testováni. Po označení zvířat na hruď a vystavení zrcadlu ptáci správně klovali do značky na sobě, kterou přímým pohledem neviděli. Výsledky jsou ale často přičítány spíše silnému výcviku než schopnosti sebe-poznání (Epstein et al., 1981). Tento pokus se až na jeden případ ale nepovedlo zreplikovat (Thompson and Contie, 1994), což by ukazovalo na vyšší úspěšnost tréninku v původní studii než schopnost poznat se v zrcadle. V roce 2014 proběhl podobný experiment na dvou holubech, kteří stejně jako u Epstein et al. (1981) prošli komplikovaným výcvikem na klování do značky a v poslední fázi experimentu toto naučené chování spontánně ukazovali před zrcadlem. Autoři tím tedy potvrzují, že po takovém výcviku jsou pravděpodobně holubi schopni sebe-explorace a možná i sebe-poznání u zrcadla (Uchino

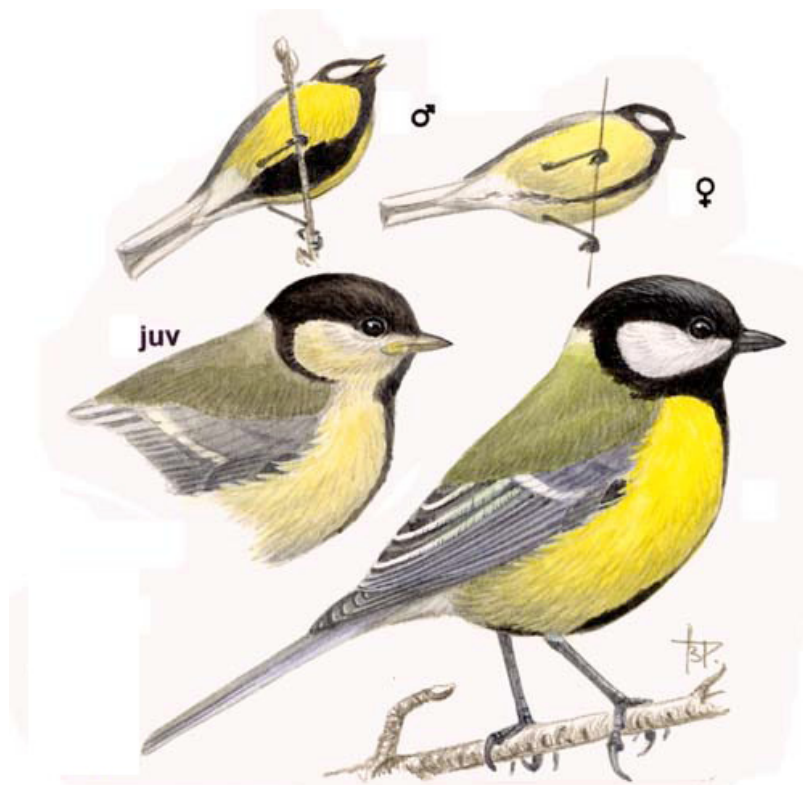
and Watanabe, 2014). Otázkou zůstává, jak důležitou roli v těchto pokusech hraje výcvik a jestli výsledky opravdu ukazují na určitou míru sebe-uvědomění u holubů.

V nedávné době proběhl experiment zkoumající reakci na zrcadlo u kavek obecných (*Corvus monedula*). 9 kavek (část odchována ručně, část chycena v přírodě) prošlo jak open mirror testem, tak testem na preferenci zrcadla a mark testem. Ačkoliv ptáci jasně preferovali zrcadlo, trávili u něho více času a projevovali jak zrcadlem podmíněné chování, hledání za zrcadlem a ostatní prvky chování popsané u strak (Prior et al., 2008), nenašlo se u nich zvýšení frekvence chování zaměřeného na značku u zrcadla oproti kontrole s nerefektivní deskou. Ptáci se sice snažili dosáhnout na značku pod zobákem, ale stejnou mírou v obou podmínkách (zrcadlo vs nerefektivní deska). Autoři vysvětlují tyto výsledky špatně zvoleným typem označení a tvrdí, že buď je možné, že ptáci značku viděli přímo bez zrcadla, anebo ji na peří přímo cítili. Tímto argumentem zpochybňují i výsledky u strak (Soler et al., 2014).

Na preferenci pro zrcadlový obraz u ptáků proběhlo více studií než u mark testu. Andulky vlnkované (*Melopssitacus undulatus*) pokud si mohli vybrat mezi zrcadlem, nerefektivní deskou a živým jedincem, jasně preferovali zrcadlo již od začátku. Na druhou stranu vrabci domácí (*Passer domesticus domesticus*) ze začátku preferovali druhého jedince a až po pár dnech pokusu začli trávit více času u zrcadla (Gallup and Capper, 1970). Jedno z možných vysvětlení je, že protože obraz v zrcadle nereaguje správně na sociální chování subjektu, jsou ptáci jednoduše zvědaví (Watanabe, 2002).

Stejně silnou preferenci pro zrcadlový obraz oproti nerefektivní desce projevovali jak straky (Prior et al., 2008) tak rýžovníci šedí (*Padda oryzivora*) (Watanabe, 2002). Rýžovníci ale preferovali stejnou mírou zrcadlo, jiného jedince a obrazovku přehrávající záznam v reálném čase (fungující jako zrcadlo), což naznačuje, že rýžovníci vnímají zrcadlo stejně jako druhého jedince. Toto ukazují i výsledky z experimentu s papoušky kea (*Nestor notabilis*), kde se zájem vysvětluje jejich vysokou socialitou a zrcadlový obraz tak může nahrazovat sociální kontakt u izolovaných jedinců (Diamond et al., 1989). Právě na socialitu se zaměřila studie se špačky obecnými (*Sturnus vulgaris*), která testovala reakci na zrcadlo ptáků žijících ve skupině, ve dvojicích nebo úplně izolovaných. Sociální ptáci (žijící ve skupině) a izolovaní jedinci reagovali na zrcadlo stejně oproti ptákům žijícím v páru a zároveň všichni samci se projevovali proti obrazu více agresivně (Henry et al., 2008).

3.5. TESTOVANÝ DRUH SÝKORA KOŇADRA (*PARUS MAJOR*)



Obr.1: Sýkora koňadra (*Parus major*), zdroj: avibirds.com

Sýkora koňadra (*Parus major*) je jeden z nejrozšířenějších druhů pěvců z čeledi sýkorovitých (*Paridae*) v Evropě. Je to převážně stálý nemigrující druh obývající široké spektrum prostředí od listnatých nebo smíšených lesů, boreální tajgu na severu Ruska až po městské parky, zahrady, plantáže a téměř jakékoliv seskupení stromů nebo keřů. Areál rozšíření je také velmi široký, sýkora koňadra obývá celou Evropu a tajgu Ruska, na východ zasahuje Asii v Indii, Číně, Japonku až do Indonesie (Del Hoyo et al., 2007).

Z evropských *Paridae* je sýkora koňadra největší (12,5-14cm), má sytě žluté břicho s černým středovým pruhem, leskle černou hlavu, velké bílé skvrny na tvářích a mechově zelený hřbet. Výrazná je také úzká bílá křídelní páska na modrošedých křídlech. Samice jsou téměř stejné jako samci, ale černý břišní pruh je užší a neúplný a nezasahuje až k ocasu. Mláďata jsou podobná dospělcům, ale jejich barvy nejsou tak syté, skvrny na tvářích jsou žlutavé a bez úplného černého spodního okraje a břišní pruh je úzký (Svensson et al., 2012) (Obr.1).

Sýkory koňadry hnízdí ve všech typech dutin, občas i v budovách nebo skalních proláklínách a velmi ochotně i v hnízdních budkách, což z nich dělá vhodný druh pro nejrůznější experimenty. V Evropě vyvádějí mladá jednou až dvakrát do roka od dubna do poloviny července, v jiných zemích můžou hnízdit sezónně od ledna do října podle teploty a množství denního světla, v Indonésii celoročně (Del Hoyo et al., 2007). Samičky snášejí 5-12 vajec a sedí na nich 12-15 dní. Po vylíhnutí jsou mláďata nidikolní a oba rodiče je 16-22 dnů v hnízdě krmí. Poté, co mláďata vylétnou z hnízda, se ještě zdržují v okolí a rodiče je až měsíc dokrmují (Del Hoyo et al., 2007).

Co se týče potravy jsou sýkory koňadry málo vybíravé, díky své přizpůsobivosti mají nejrozmanitější jídelníček ze všech druhů sýkor a jsou to tedy potravní generalisté a oportunisté. V hnízdním období se živí hlavně bezobratlými - larvami, hmyzem, pavouky, mravenci apod., mimo hnízdní období se dokrmují semeny, ovocem, mízou nebo alternativně masem, tukem, chlebem apod (Del Hoyo et al., 2007).

Sýkory koňadry slouží velmi často jako subjekty experimentů zkoumajících kognitivní schopnosti pěvců, inovativní chování, kulturní přenos nebo personalitu (Dingemanse et al., 2012). Často zkoumají nové objekty jak v přírodě tak v zajetí a rychle nacházejí nové zdroje potravy (Gibb, 1957), jako například u slavného případu inovace otevírání lahví mléka ve Velké Británii a jejího šíření (Fisher and Hinde, 1949 ex Cole et al., 2011), tůkání do žaludů kvůli zjištění přítomnosti larvy (Ennion, 1962 ex Cole et al., 2011), používání borovicové jehlice pro snazší získání larev z kůry (Duyck and Duyck, 1984 ex Cole et al., 2011) nebo predace netopýra hvízdavého (*Pipistrellus pipistrellus*) jako nového potravního zdroje v zimě (Estok et al., 2010). Další experimenty také dokazují schopnost hledání nové potravy a vyřešení různých úkonů pro její získání (Cole et al., 2011) a schopnost učení se o pozici potravy od jiných jedinců, což by vysvětlovalo jejich široké rozšíření v městském prostředí na rozdíl od příbuzných sýkorek modřinek (*Parus caeruleus*) a sýkorek babek (*Parus parustris*) (Sasvari, 1979). Zjistilo se, že samice jsou v testech na pozorovací paměť úspěšnější než samci (Brodin and Urhan, 2015).

Sýkory koňadry jsou také velmi úspěšné v zapamatování si míst, kam si jiné druhy ptáků ukrývají zásoby jídla, a v jejich následném nalezení (Brodin and Urhan, 2014), stejně jako úspěšně využívají sociální informaci k nalezení nové potravy, kdy jedinci s více sociálními kontakty jsou ve vyhledávání úspěšnější (Aplin et al., 2012). Zároveň byli na divokých populacích sýkor koňader prováděny experimenty zkoumající šíření a předávání naučeného chování (jak získat potravu ze speciálního krmítka). Z pouze dvou naučených jedinců se tato znalost rychle rozšířila do téměř celé populace (Aplin et al., 2014). Existuje také pozitivní korelace mezi schopností vyřešit úkol zkoumající kognitivní schopnosti sýkor a jejich hnízdní úspěšností. Cauchard et al. (2013) dokázala, že jedinci, kteří byli schopni otevřít si zablokovaný vchod do hnízdní budky pomocí provázku, vyvedli více mláďat a měli tedy vyšší reprodukční úspěšnost (Cauchard et al., 2013).

Z důvodu úspěšnosti sýkor koňader ve výše zmíněných kognitivních testech a jejich jen málo náročnému chovu v zajetí a vysoké přizpůsobivosti jsme shledali tento druh vhodný ke studiu reakcí na zrcadlový obraz.

4. METODIKA

4.1. TESTOVANÉ SUBJEKTY

V experimentech jsme použili celkem 56 jedinců sýkory koňadry *Parus major*, jak dospělé ptáky tak naivní mláďata. Dospělí ptáci byli odchyťováni ve volné přírodě, mláďata byla vybírána z budek a odchována ručně od 12- 15 dne života. Testovaných dospělých ptáků bylo celkem 26, naivních mláďat taktéž 26.

4.1.1. DOSPĚLÍ JEDINCI

Dospělé sýkory koňadry jsme odchyťovali v areálu Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty UK v Praze pomocí nárazových odchyťových sítí. Odchyty a testování těchto dospělců probíhalo od října do února roku 2014 a v listopadu roku 2016. Hned po odchyty bylo určeno pohlaví ptáků (které je u sýkor koňader lehce rozpoznatelné podle černého pruhu na břicho) a přibližné stáří ptáků, které jsme určovali jako jednoleté jedince a víceleté jedince.

Ihned po odchycení byly ptáci odneseni do místnosti specializovaných chovů, kde byli ubytováni jednotlivě do tzv. domovských klecí. Domovská klec má rozměry 50x40x40cm, je plastová s otevřenou pouze přední stěnou, ve které je zasazena kovová mříž s dvířkami. Dno klece je vysouvací a lze vyměnit filtrační papír a misky s krměním, aniž by se s ptákem muselo manipulovat. Klec je vybavena třemi bidýlky v různé výšce, dvěma miskami s vodou pověšenými na kovové mřížce a třemi miskami s potravou položené na dně klece. V jedné misce jsou larvy potměníka moučného (*Tenebrio monitor*), ve druhé slunečnicová semínka a ve třetí vaječná směs (Uni Patee - Orlux). Filtrační papír na dně klece, voda i jídlo byly pravidelně minimálně jednou za den měněny. V místnosti se teplota pohybuje kolem 18 - 22 stupňů Celsia, vlhkost vzduchu je 40-55% a světelný režim koresponduje s venkovními podmínkami.

Ptáci byli v těchto podmínkách minimálně 24 hodin před zahájením pokusu. Po skončení pokusu byli okroužkováni a ponecháni v klecích minimálně do druhého dne, poté byli vypuštěni v místě odchyty.

4.1.2. MLÁĎATA

Testovaná mláďata pocházejí z ptačích budek rozvěšených v lesích Prahy a Městských lesích Hradce Králové. Když jsou mláďata ve věku 12-15 dnů, vybíráme z každého hnízda 2-3 mláďata (podle celkového počtu mláďat v hnízdě). Ptačata jsou ihned na místě označena barevnými kroužky, na levé noze barvou označující hnízdo, ze kterého pochází, na praví noze barvou individuální. To nám umožňuje mít celkový přehled jak o původu ptačat, tedy z které budky z kterého lesa jsou, ale i individuální a sourozenecké rozpoznávání.

Po vyndání z hnízda jsou mláďata ubytována v plastových boxech (větších pro 6-8 mláďat nebo menších pro 4-5) napodobujících hnízdo. Boxy jsou vystlány prodyšnou látkou kvůli větrání, na látce je papírový ubrousek, který se několikrát za den mění dle potřeby. Mimo krmení jsou boxy zakryty látkou, aby okolní vzruchy a předměty ptáčata zbytečně nestresovaly. Ptáčata se krmí ručně a jako krmivo se používají usmrčené larvy potemníka moučného, směs Handmix nebo Nutribird pro ptáčata a natvrdo vařená vejce. Denně je mláďatům dáván vitaminový doplněk stravy pro ptáky Roboran.

Když začnou mláďata vyskakovat z boxu, což začínají zhruba 16-21 dní odvyhlíhnutí, přemístí se nejdříve do malé klícky se dvěma bidýlky, aby si zvykla na otevřený prostor, a po 1-2 dnech se přesunou do velké klece po 4-5 jedincích. Klec má rozměry zhruba 50x40x50 cm, nebo větší 60x40x60cm. V kleci mají trvale k dispozici moučné červy, vaječnou směs a vodu, i když se ze začátku ještě ručně dokrmují, dokud spolehlivě nežerou sama. Ve věku 35 dnů mohou být testována, pár dnů před začátkem testu jsou mláďata přemístěna do domovských klecí po jednom. Skrz mříž klece na sebe ale vzájemně vidí a slyší se.

4.2. APARATURA

4.2.1. APARATURA POUŽITÁ NA OPEN MIRROR TEST

Open mirror test probíhal v domovských klecích, ve kterých byli ptáci jednotlivě ubytováni, a to z toho důvodu, aby nebyl subjekt přesunem do nového prostředí stresován a mohla se plně projevit reakce na zrcadlo. Jídlo i pití bylo při testu ponecháno v kleci ze stejného důvodu.

Zrcadlo o rozměrech 10x7 cm bylo vertikálně přilepeno na stojánek zatížený keramickou miskou proti upadnutí. V kleci bylo umístěno do zadní části klece na dno tak, aby reflektovalo první dvě třetiny spodního bidýlka (Obr.2). Díky tomu jsme měli docela přesný přehled o tom, kdy se pták



Obr.2: Zrcadlo umístěné v domovské kleci.

v zrcadle vidí a kdy ne. Zrcadlo bylo po každém pokusu vyčištěno vodou a otřeno, aby na něm nezůstávaly zbytky jídla nebo nečistoty, které by přitahovaly pozornost ptáků.

V případě, že se používalo zrcadlo zakryté z důvodu kontroly, bylo použito stejné zrcadlo na stejném stojanu, avšak přes reflektivní plochu byl oboustrannou lepicí páskou přilepen obdélník bílého tvrdého papíru o stejných rozměrech.

4.2.2. APARATURA POUŽITÁ NA MARK TEST

Design a aparatura mark testu byla navržena podle zrcadlové studie na strakách obecných (*Pica pica*), použili jsme stejný způsob barevných značek (dvě různé barvy a kontrolní černá), stejné umístění značky a způsob kontroly (Prior et al., 2008). Mark test probíhal také v domovské kleci a bylo na něj použito stejné zrcadlo a stejné uspořádání jako na open mirror test s tím rozdílem, že subjekty byly označeny značkou. Značka byla tvaru rovnostranného trojúhelníku o straně délky cca 4mm a byla vystřižena z papírové lepicí pásky (tzv. malířské). Před začátkem pokusů jsme zkoušeli i jiné možnosti označení ptáků, konkrétně netoxickými barvami určenými na obličej, ale barva slepovala peří a ptáci si značku drbali. Papírová lepicí páska byla jako nejlepší volba, mohli jsme ji obarvit na libovolnou barvu, na peří držela dobře, ale ptáci ji necítili a zároveň se dala po pokusu odstranit bez poškození peří (Obr. 3).

Značka se ptákům lepila na černé peří pod zobák, takže ji přímo nemohli vidět. Jako kontrolní značka na část experimentu byla tedy použita značka černá (papírová lepicí páska obarvená černou lihovou fixou). V experimentální části testu jsme používali značky dvou barev, abychom případně odstranili vliv málo výrazné značky, které by si ptáci nevšimli. První značka byla světle modrá, tedy lepicí páska obarvená modrým zvýrazňovačem, druhá růžová, páska obarvená růžovým zvýrazňovačem. Značky byly vždy stejného tvaru a velikosti a lepily se na stejné místo pod zobákem.



Obr.3: Sýkorky s nalepenou značkou pod zobákem, černou (vlevo) a modrou (vpravo).

4.2.3. APARATURA POUŽITÁ NA VYUŽITÍ ZRCADLA K HLEDÁNÍ OBJEKTU

4.2.3.1. Pokusná klec

Protože tento experiment je od dvou předchozích velmi rozdílný a vyžaduje hladovění ptáků a učení a trénink, nelze ho provádět v domovských klecích. Používali jsme tzv. pokusné klece, které jsou větší než klece domovské. Měří 70x70x70cm, jsou vytvořené z dřevěného rámu a pletiva, dno tvoří pevná dřevěná deska. Přední část klece není vyplněna pletivem ale jednostranně průhledným sklem, aby subjekt nebyl při plnění úkolu rušen ale zároveň aby na něj experimentátor viděl. V dolní části přední strany klece (pod jednostranným sklem) jsou 13cm vysoká dvířka po celé šířce klece, kterými se aparatura boxů vsune dovnitř. Ve střední části klece se také nachází jedno bidýlko, na kterém může subjekt odpočívat, aniž by se musel přiblížit k aparatuře nebo zrcadlu, a na dně klece v zadním rohu je miska s čerstvou vodou (Obr. 4).



Obr.4: Pokusná klec pro využití zrcadla k hledání objektu

4.2.3.2. Aparatura boxů

Boxovou aparaturu jsme převzali ze studie s vránami novokaledonskými (*Corvus moneduloides*) (Medina et al., 2011). Základ aparatury je horizontálně položené zrcadlo, nad zrcadlem je postavené bidýlko, pod kterým stojí (tedy přímo na zrcadle) samotné boxy. Z bidýlka je tedy možno pohlédnout dovnitř boxů jen pomocí zrcadla, přímým pohledem, pokud pták neskloní hlavu dolů až pod úroveň stropu boxu, to není možné.

Horizontální zrcadlo má rozměry 30x15cm, bidýlko nad ním je 36cm dlouhé a je postaveno k zadní straně zrcadla ve výšce 9cm na dvou dřevěných sloupcích. Boxy mají rozměry 8x7x5cm a jsou vyrobené z tenké překližky. Přední strana boxů je otevřená až na horní část, která je zakryta 1,5cm širokým páskem neprůhledné lepicí pásky (Obr. 5). Vevnitř boxů ze stropu, asi 1cm od předního okraje, je připevněn tenký drátek, na který se napíchnou návnada. Drátek je asi 3cm dlouhý a umožňuje tedy manipulovat s polohou návnady (v učicích fázích experimentu je nutné, aby subjekt návnadu viděl přímo). Ve finálních testech visí návnada vevnitř boxu a přepážka v horní části zabraňuje subjektu vidět ji přímo, aniž by sklonil hlavu až pod úroveň přepážky. To nám umožňuje rozeznat, kdy se subjekt dívá do boxů pomocí zrcadla (tedy neskloní hlavu níže než je přepážka) a kdy kouká přímo (má tedy oči níže než je přepážka).



Obr. 5: 4-boxová aparatura s horizontálním zrcadlem.

Jako návnadu jsme používali moučné červy - larvy potemníka moučného (*Tenebrio monitor*), které jsme napíchnávali na drátek uvnitř boxu. Červy jsme předem neusmrcovali, protože jejich pohyb více lákal ptáky. Tato potrava je pro ptáky známá, protože ji mají běžně k dispozici v domovské kleci, a většina ji preferuje. Pokud pták ztrácel zájem o návnadu, používala jsem o trochu světlejší červy, to znamená později svlečené, které ptákům chutnali více. Vždy před zasunutím aparatury do pokusné klece jsem pohledem kontrolovala, jestli je červ vidět pomocí zrcadla a ne přímým pohledem z bidýlka.

4.3. EXPERIMENTÁLNÍ DESIGN

Tato práce shrnuje výsledky ze tří typů experimentů, open mirror test, mark test a test využití zrcadla k hledání objektu. Ve všech případech bylo chování sýkor zaznamenáváno na videokameru, ze záznamů byla data později (v případě hledání pomocí zrcadla během testování) přepsána do počítače pomocí programu Observer (Noldus), převedena do excelové tabulky a vyhodnocena programem Statistica. U jediného testu využití zrcadla k hledání objektu byl ručně psán protokol do sešitu kvůli lepší orientaci v datech.

Celkem bylo testováno 56 ptáků. 20 mláďat a 20 dospělců (tedy 40 ptáků) prošlo jak open mirror

testem, tak mark testem. Několik z nich, konkrétně 4 mláďata a 2 dospělci, poté absolvovalo i test využití zrcadla k hledání objektu. Více z nich nebylo možné otestovat z důvodu časové náročnosti posledního experimentu. Zbytek ptáků pro hledání pomocí zrcadla (4 mláďata a 6 dospělců) předchozí testy neabsolvoval, na výsledcích se to ale nijak neprojeвило. Pro tento poslední test jsme měli tedy celkem 16 ptáků, 8 mláďat a 8 dospělců.

4.3.1. DESIGN TESTU OPEN MIRROR TEST

Stejně jako u mark testu jsme se v tomto experimentu nechali inspirovat studií na strakách obecných (*Pica pica*) (Prior et al., 2008). Zde jsme sledovali primární reakci sýkor na zrcadlový obraz, typy chování a jeho vývoj. Celý experiment trval celkem 6 po sobě následujících dní, 1 pokus denně. Pokusy byly prováděny v domovských plastových klecích a před pokusem se s ptáky nijak nemanipulovalo. Každý pokus trval celkem 40 minut.

První den experimentu si měl subjekt zvyknout na novou aparaturu, to je vertikálně postavené zrcadlo. Z toho důvodu bylo tento den zrcadlo zakryté tvrdým neprůhledným papírem o stejných rozměrech jako zrcadlo a tento pokus se nepřepisoval do Observeru ani se nezapočítával do výsledků. Prvních 10 minut pokusu bylo nahráváno normální chování subjektu bez přítomnosti aparatury, po 10 minutách byla do klece postavena aparatura a dalších 30 minut byla nahrávána reakce na aparaturu a jiné prvky chování. Po celkem 40 minutách bylo zastaveno nahrávání na videokameru a aparatura byla vyndána z klece. Subjekt měl celou dobu k dispozici svou obvyklou potravu i vodu.

Druhý až šestý den experimentu probíhal stejně, až na ten rozdíl, že zrcadlo již bylo odkryté. Prvních 10 minut bylo nahráváno normální chování subjektu v kleci, poté byla do klece umístěna aparatura a nahrávání pokračovalo dalších 30 minut. První desetiminutová sekce bez přítomnosti zrcadla je důležitá pro porovnání chování, abychom byli schopni zjistit ty prvky chování, které způsobuje zrcadlo, tedy které se v prvních deseti minutách testu vůbec nevyskytují nebo vyskytují velmi málo a v dalších třiceti minutách více. Po 40 minutách pokusu bylo ukončeno nahrávání a aparatura vyndána z klece.

Při přepisování videí z tohoto pokusu do Observeru jsme zaznamenávali tyto prvky chování: (1) explorační klece, (2) explorační aparatury, (3) přímý pohled do odrazu zrcadla, (4) klovaní do aparatury (stojan na zrcadlo, rám zrcadla), (5) klovaní do obrazu zrcadla, (6) čištění peří u zrcadla, (7) čištění peří jinde než před zrcadlem, (8) otírání zobáku u zrcadla, (9) otírání zobáku jinde než u zrcadla, (10) krmení u zrcadla, (11) krmení jinde než u zrcadla, (12) „behind looking“ - rychlý pohled za zrcadlo a zpět, (13) „contingent behavior“ - rychlé opakované pohyby při pohledu do zrcadla, (14) hrozba proti obrazu zrcadla, (15) útok (nálet) do zrcadla, (16) pití, (17) odpočívání bez jiné činnosti u zrcadla, (18) odpočívání bez jiné činnosti mimo zrcadlo.

Po skončení tohoto experimentu měli ptáci den volna.

4.3.2. DESIGN EXPERIMENTU MARK TEST

Po dni volna následoval ihned mark test, takže všechny subjekty prošly před mark testem open mirror testem, který jsme považovali za důležitou část rozvoje chování a sebepoznání. V mark testu se pomocí značky hodnotí, zda-li se sebepoznání projevilo a zda-li subjekt chápe, že odraz v zrcadle je on sám. Bez předcházejícího open mirror testu by se mohlo stát, že i přes potenciál se poznat by tato reakce neměla dostatek času na vývoj a sebepoznání by se neprojevilo. I zde jsme se inspirovali studií na strakách (Prior et al., 2008).

Mark test trval celkem 4 po sobě následující dny a každý pokus trval denně 30 minut. Před pokusem byl pták co nejšetrněji vyndán z klece, pod zobák mu byla nalepena značka a ihned byl vrácen do klece. Po této proceduře bylo ptákům ponecháno 5-10 minut v klidu než začalo nahrávání na vzpomínání a uklidnění. Stejně jako při open mirror testu byla celou dobu v kleci přítomna obvyklá potrava a čistá voda.

Prvních 10 minut pokusu byla v kleci aparatura se zakrytým zrcadlem, poté se vyměnilo za zrcadlo odkryté a na posledních 10 minut se vrátilo zrcadlo zakryté. Z celých 30 minut pokusu byl tedy subjekt vystaven zrcadlu na 10 minut. Toto uspořádání umožňuje porovnávat samotnou reakci na aparaturu zakrytého zrcadla, tedy bez přítomnosti zrcadlového obrazu, a reakci na samotný zrcadlový obraz. Zároveň funguje prvních deset minut pokusu se zakrytým zrcadlem jako kontrola, jestli subjekt značku pod zobákem taktálně nebo pachem necítí.

Používali jsme celkem 3 druhy značek – černou (jako kontrolu), modrou a růžovou. Každý den experimentu měl daný subjekt jinou značku s tím, že během čtyř dnů byla jednou použita růžová značka, jednou modrá a dvakrát černá. Střídání těchto 3 barev nám umožňuje porovnávat reakci na různě barevnou a černou značku, v kombinaci s kontrolním zakrytým zrcadlem oproti nezakrytému nám dává dobrou představu o chování a reakcích ptáků v různých podmínkách.

Vytvořili jsme celkem 4 kombinace střídání značek a ptáci byli vždy náhodně rozděleni do 4 skupin, kdy každá skupina měla jednu unikátní kombinaci. Dvě skupiny začínali s černými značkami jako kontrolou (černá značka nebyla lidským okem na černém peří téměř vidět), jedna skupina začínala modrou značkou a poslední skupina začínala růžovou značkou, jak vidíme v tabulce (Obr. 6).

	Den 1.	Den 2.	Den 3.	Den 4.
1. skupina	Černá značka	Růžová značka	Černá značka	Modrá značka
2. skupina	Černá značka	Modrá značka	Černá značka	Růžová značka
3. skupina	Modrá značka	Černá značka	Růžová značka	Černá značka
4. skupina	Růžová značka	Černá značka	Modrá značka	Černá značka

Obr.6: Tabulka rozdělení subjektů do 4 skupin, kdy každá skupina měla unikátní pořadí různě barevných značek.

Po skončení pokusu byla aparatura z klece odstraněna a ptákům byla sundána značka z peří. Občas byl problém, že značka se na peří špatně přilepila a po pár minutách ve fázi zakrytého zrcadla odpadla. V takovém případě byl pták ponechán zhruba 10 minut v klidu a pak následoval druhý pokus o přilepení značky. Pokud se během dne třikrát nepovedlo nalepit značku, subjekt

ten den nebyl testován a pokus byl odsunut na další den. Tento problém se ale vyskytl pouze u pěti mláďat.

V tomto experimentu jsme při přepisování videí do Observeru zaznamenávali některé prvky chování stejné jako u open mirror testu, ale bylo nutné přidat chování zaměřené na značku (drbání značky a oblasti pod krkem) a rozdělit, zda se toto chování projevvalo při pohledu do zrcadla nebo jinde v kleci. Konkrétně jsme zapisovali tyto prvky chování: (1) explorace klece, (2) přímý pohled do zrcadla, (3) klování do obrazu zrcadla, (4) otírání zobáku u zrcadla, (5) otírání zobáku jinde než u zrcadla, (6) krmení u zrcadla, (7) krmení jinde než u zrcadla, (8) pití, (9) odpočívání bez jiné činnosti u zrcadla, (10) odpočívání bez jiné činnosti mimo zrcadlo, (11) hrozba proti obrazu zrcadla, (12) útok (nálet) do zrcadla, (13) natřásání peří u zrcadla, (14) natřásání peří mimo zrcadlo, (15) drbání oblasti značky nohou u zrcadla, (16) drbání oblasti značky nohou mimo zrcadlo, (17) drbání jiné části těla než oblasti značky nohou u zrcadla, (18) drbání jiné části těla než oblasti značky nohou mimo zrcadlo, (19) čištění peří zobákem v oblasti značky u zrcadla, (20) čištění peří zobákem v oblasti značky mimo zrcadlo, (21) čištění peří zobákem na jiné části těla než je oblast značky u zrcadla, (22) čištění peří zobákem na jiné části těla než je oblast značky. Drbání nohou, čištění peří zobákem a otírání zobáku souhrnně nazýváme “komfortní chování (grooming)”.

4.3.3. DESIGN EXPERIMENTU VYUŽITÍ ZRCADLA K HLEDÁNÍ OBJEKTU

Tento experiment je od dvou předchozích rozdílný tím, že již nezúčastněně nesledujeme chování subjektu, ale subjekt musí projít tréninkem a splnit úkol. Z tohoto důvodu probíhá test v pokusné kleci, která je popsána výše a která je přizpůsobena požadavkům testu. Kvůli habituaci a tréninku je tento experiment také více časově náročný. Zde jsme využili podobnou aparaturu a design testu jako v experimentu s vránami novokaledonskými (Medina et al., 2011).

Experiment se skládá ze tří částí: (a) habituace a výcvik, (b) trénink a (c) test. Před každým pokusem pták minimálně dvě hodiny hladoví a minimálně 30 minut stráví v pokusné kleci, aby si zvykl na prostředí. Zvláště u mláďat se někdy vyskytl problém, že po dvou hodinách hladovění stále nebyla dostatečně motivována pro hledání a ulovení červa z aparatury. V takovém případě jsem pravidelně po 20 minutách ptákům nabízela červa a sledovala rychlost jejich reakce a ulovení. Při dostatečné motivaci jsem začala pokus.

1. fáze: Habituace a výcvik

V této části si ptáci zvykali na pokusnou klec a učili se hledat odměnu (červa) pověšeného na drátku uvnitř jednoho ze boxů. Zde byly použity pouze dva boxy postavené na zrcadle po bidým kvůli jednoduchosti. Habituace se skládá z několika kroků a pták musí úspěšně projít (sebrat červa) minimálně třemi pokusy za sebou v každém kroku, než se přejde ke kroku následujícímu. Pokud je pták úspěšný, podaří se mu projít celou habituaci za jeden den. Pokud se hodně bojí aparatury nebo není dostatečně motivovaný, rozdělí se kroky habituace na dva po sobě jdoucí dny. Pozice červa v prvním nebo v druhém boxu je určována náhodně.

Kroky habituace:

1. V tomto kroku nejsou přítomny boxy. Moučný červ v malé Petriho misce je umístěn přímo na horizontální zrcadlo pod bidýlko, cílem tohoto kroku je zvyknout ptáka na pohled do horizontálně položeného zrcadla.

2. Červ v Petriho misce je položen tentokrát na vršek dvou boxů stojících pod bidýlkem. Cíl je zvyknout ptáka na přítomnost boxů.

3. Červ je připevněn (napíchnut) na drátek jednoho z boxů stojících pod bidýlkem na zrcadle. Petriho miska již nadále není potřeba. Přepážka z neprůhledné lepicí pásky v horní části boxů je v tomto kroku odstraněna, drátek s červem je povytáhnut ven z boxů nad úroveň boxů, tak, aby ho pták měl možnost vidět i bez přiblížení se k aparatuře. V tomto kroku se pták učí sebrání červa z drátku.

4. Stejně jako v předchozím kroku je červ připíchnut na drátek, přepážka v horní části boxů stále chybí, ale drátek s červem již není vytáhnut ven z boxu. Pták musí tedy pohlédnout z bidýlka přímo dolů, aby spatřil červa. Stále ale k tomu nemusí použít jen zrcadlo.

5. V horní části boxů je již v tomto kroku přilepena přepážka. Drátek s červem je vytažen před přepážku, takže pták je schopen vidět odměnu přímo bez použití zrcadla nebo snížení hlavy pod úroveň přepážky. Cílem kroku je zvyknout ptáka na přítomnost přepážky.

6. Boxy mají v horní části přepážku, červ na drátku již není vytažen ven z boxu, ale pouze snížen, aby ho pták mohl vidět pod přepážkou. Pták se zde učí, že k dosažení odměny se musí sklonit a překonat přepážku, aby si mohl červa vzít z drátku.

7. Boxy mají v horní části přepážku, červ je napíchnut na drátek, ale už není vytažen ani ven z boxů ani dolů, ale je schován přímo za přepážkou. Pták tedy může vidět odměnu pouze v odrazu v zrcadle, nebo když se sehne a sníží hlavu pod úroveň přepážky (v té chvíli kouká do boxu přímo). Tento krok je finální krok habituace a podmínky jsou stejné jako v tréninkové fázi. Je důležité zkontrolovat, zda-li červ není z bidýlka přímo vidět a část ho nekouká ven z boxu, a zároveň musí ale zůstat v dosahu ptáků z bidýlka. Cílem této fáze je naučit ptáka hledat červa v boxech aniž by ho viděl přímo z bidýlka (pouze v odrazu zrcadla). V tomto kroku se ještě nehodnotí, jestli se subjekt dívá jen do zrcadla a vybírá dle toho správný box, nebo jestli sníží hlavu pod úroveň přepážky a koukne se do boxu přímo.

Občas bylo nutné pro konkrétní subjekty tuto proceduru trochu poupravit. Někteří, zvláště pomalejší a bojácnější ptáci, potřebovali například více času v prvních krocích, aby si plně zvykli na aparaturu. Nebyl důležitý jednotný postup, ale cíl naučit ptáka hledat červa v boxech za přepážkou, aniž by ho přímo viděli z bidýlka.

Zároveň někteří vynalézavější jedinci se snažili získat odměnu ne z bidýlka, ale tak, že seskočili dolů na zrcadlo a sebrali červa zespodu. V takové situaci byl pták jemně vyrušen poklepáním na klec.

Habituační fáze nebyla nahrávána na videokameru, ale byl vypisován protokol o průběhu habituace u každého jedince, který pomáhal odhalit problémové části habituace a správně naučit subjekt hledat odměnu.

2. fáze: Trénink

V této fázi již subjekt uměl získat odměnu z boxu a učil se, jak využít informaci získanou z odrazu v zrcadle k výběru správného boxu (ve kterém byl červ). Aparatura pro tuto fázi je stejná jako pro habituaci a přítomny jsou pouze dva boxy. Červ je pověšen na drátek uvnitř jednoho z nich, v horní části boxu je neprůhledná přepážka a drátek s červem nijak nečouhá ven. Podmínky jsou tudíž úplně stejné jako v 7. kroku habituace, pták vidí červa z bidýlka pouze v odraze zrcadla, nebo když se skloní a sníží hlavu pod úroveň přepážky.

Tato fáze se skládá ze tří částí ve třech po sobě následujících dnech, jedna část jeden den. Každý den musí pták úspěšně vybrat správný box alespoň v deseti kolech pokusu. Náhodně se vybere jeden z boxů, do kterého se napíchne červ. Pokus je považován za úspěšný v případě, že první box, do kterého se pták podívá přímo (tedy skloní hlavu po úroveň přepážky a podívá se boxu, případně si vezme červa z drátku) je ten, ve kterém je červ. Subjekt má možnost slétnout na bidýlko nad zrcadlem, podívat se do odrazu zrcadla jak pod jedním, tak pod druhým boxem, a podle toho vybrat ten správný. Když vybere správný, je mu dovoleno sebrat červa a v klidu ho sníst, až poté je z klece aparatura vyndána. Pokud se první podívá přímo do špatného (skloní se dolů a vidí tedy přímo bez použití zrcadla, že v něm nic není), je aparatura ihned odebrána z klece a subjektu je tím zabráněno vzít si červa z druhého (správného) boxu. Pták se tím učí, že odměnu dostane pouze v případě, když využije zrcadlo ke zjištění, ve kterém boxu se červ vyskytuje.

Jedno kolo mělo určeno limit 5 minut. Pokud se během tohoto limitu pták nepodívá ani do jednoho boxu, kolo se považuje za neúspěšné. Pokud nebyl schopen během jednoho dne splnit aspoň deset kol správně, musela se opakovat předchozí habituační fáze.

Tato fáze nebyla nahrávána na videokameru ani zaznamenávána do Observeru, protože šlo pouze o tréninkovou fázi. Existuje ale ruční zápis do protokolu, ve kterém je vždy označeno, ve kterém boxu je odměna, a jestli to konkrétní kolo subjekt úkol splnil nebo ne. To nám pomohlo vyhodnotit průběh celého tréninku, odhalit a následně odstranit případné preference ptáků pro levý nebo pravý box a zjistit, kolik kol který pták potřeboval k vyřešení úlohy. Po této fázi následuje den volna.

3. fáze: Test

Aparatura je stejná jako v tréninkové fázi pouze s tím rozdílem, že tentokrát jsou přítomny všechny 4 boxy. Box, ve kterém je umístěn červ, je vybírán náhodně. Tato fáze má stejně jako tréninková 3 části po dobu 3 po sobě následujících dnů. Každý den je ptákovi nabídnuto přesně 10 kol pokusu pro správné splnění úkolu nezávisle na tom, jestli je v tom kole úspěšný nebo ne. Jednotlivá kola měla limit 5 minut a byla číslována od čísla 1 do 30 (1-10 první den, 11-20 druhý den, 21-30 třetí den).

Není zde žádný trest (vyndání aparatury dřív než si stihne vzít červa v případě neúspěšného kola) a ptákovi je dovoleno najít červa i v případě, že je v jiném boxu, než do kterého se podíval jako první. Cílem této fáze je zjištění, jestli subjekt využívá informaci ze zrcadla k rychlému nalezení odměny, nebo ne. Všechny pokusy se zaznamenávají na videokameru a zároveň jsou zapisovány do programu Observer. Mimo to jsem psala i ruční zápis do protokolu. Prvky chování, které

jsme zaznamenávali, byly: (1) explorace klece, (2) odpočinek na bidýlku mimo aparaturu, (3) seskočení na aparaturu, (4) pohled do zrcadla pod boxy, (5) pohled do boxu A, B, C nebo D, (6) vyjmutí červa z boxu, (7) krmení.

4.4. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Pro statistické zpracování dat byl použit program Statistica. Nulová hypotéza byla zamítnuta, pokud je hodnota $p < 0,05$.

4.4.1. OPEN MIRROR TEST

V Open mirror testu byla zaznamenána časová délka všech typů chování popsaných v kapitole „Metodika“ a kodována do programu Observer za dobu 30 minut testu každého dne s odkrytým zrcadlem. Prvky chování byly sečteny pro celý jeden denní test a rozděleny do kategorií „zájem o zrcadlo“ (klování do zrcadla, sezení u zrcadla, sledování obrazu, hledání za zrcadlem a zrcadlem podmíněné chování – contingency behaviour), „grooming“ (komfortní chování u zrcadla, mimo zrcadlo, otírání zobáku u zrcadla nebo mimo zrcadlo) a „sociální chování“ (hrozba obrazu, útok/nálet do zrcadla).

Data byla dále vyhodnocena analýzou rozptylu (repeated measures ANOVA). Všechny hodnoty byly logaritmičsky transformovány.

4.4.2. MARK TEST

Stejně jako v open mirror testu bylo i zde zaznamenáváno časové trvání všech popsaných prvků chování pro každý den testu a prvky rozděleny do kategorií „zájem o zrcadlo“ (sledování obrazu, sezení u zrcadla, klování do obrazu), „sociální chování“ (hrozba a útok), „grooming zaměřený na tělo“ a „grooming zaměřený na značku“ a hodnoty zlogaritmovány.

Vyhodnotili jsme zvlášť reakce na barevné značky (modrou a růžovou) a poté jsme kvůli přehlednosti shrnuli tyto dvě značky do jedné, stejně jako dvě v testu se opakující černé značky. Výsledné podmínky testování jsou tedy „barevná zn. – kontrola“ (barevná značka se zakrytým zrcadlem), „barevná zn.-zrcadlo“ (barevná značka s odkrytým zrcadlem), „černá zn.-kontrola“ (černá značka se zakrytým zrcadlem) a „černá zn.-zrcadlo“ (černá značka s odkrytým zrcadlem), každá z těchto podmínek byla testována 20 minut.

Data byla dále vyhodnocena párovým t-testem.

4.4.3. VYUŽITÍ ZRCADLA K HLEDÁNÍ OBJEKTU

V tomto testu jsme statisticky hodnotili pouze poslední 3 dny ostrého testu se čtyřmi boxy. Nevyhodnocovali jsme tréninkovou 2-boxovou fázi, protože ještě zde byly malé rozdíly v přesné metodice testu upravované individuálně pro potřeby každého testovaného jedince.

Jako úspěšné bylo jednotlivé kolo hodnoceno pouze v případě, že pták (1) se jako první podíval do správného boxu a (2) nesnížil hlavu pod úroveň přepážky u jiného než správného boxu. K otestování úspěšnosti pokusu byl použit binomický test. Protože jsme se u tohoto testu inspirovali studií Medina et al. (2011), použili jsme ze začátku stejné kritérium pro úspěšné splnění testu jako autoři, a to 6 z 10 úspěšných kol, což odpovídá očekávané pravděpodobnosti menší než 5% ($\alpha < 0.05$), protože pták má v jednom kole šanci na úspěch jen 1:4. Druhé přísnější kritérium jsme stanovili na 8 z 10 úspěšných kol, což odpovídá pravděpodobnosti 0,5% ($\alpha < 0.01$). Úspěšnost mláďat a dospělců jsme porovnávali Mann-Whitneyho testem.

5. VÝSLEDKY

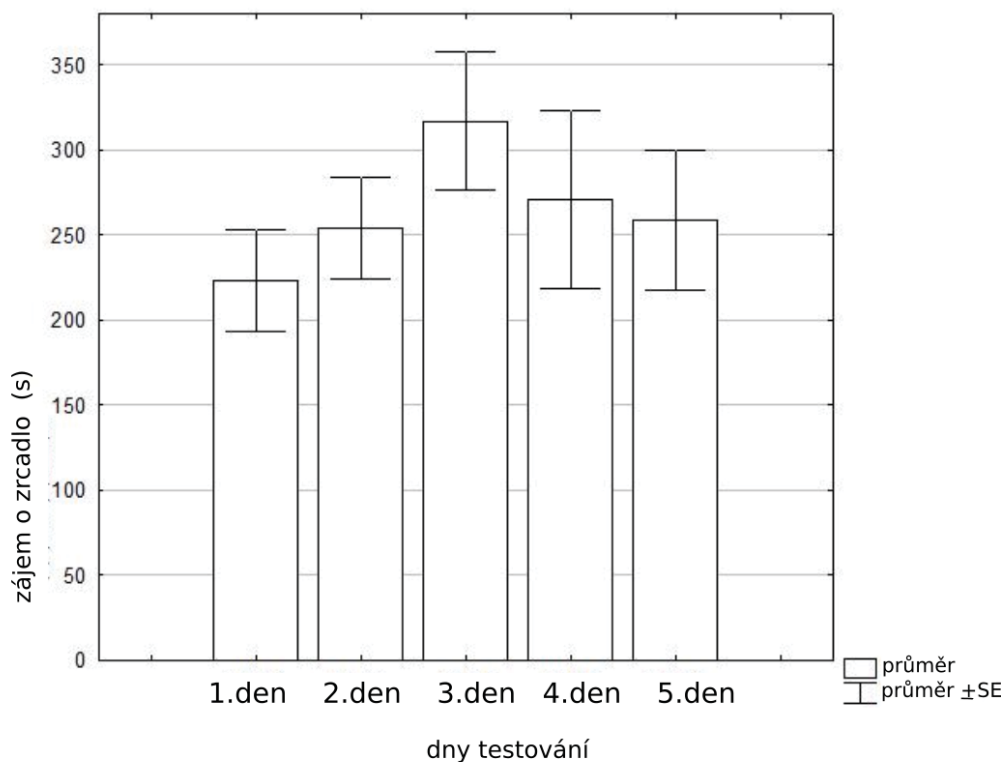
5.1.OPEN MIRROR TEST

5.1.1. ZÁJEM O ZRCADLO

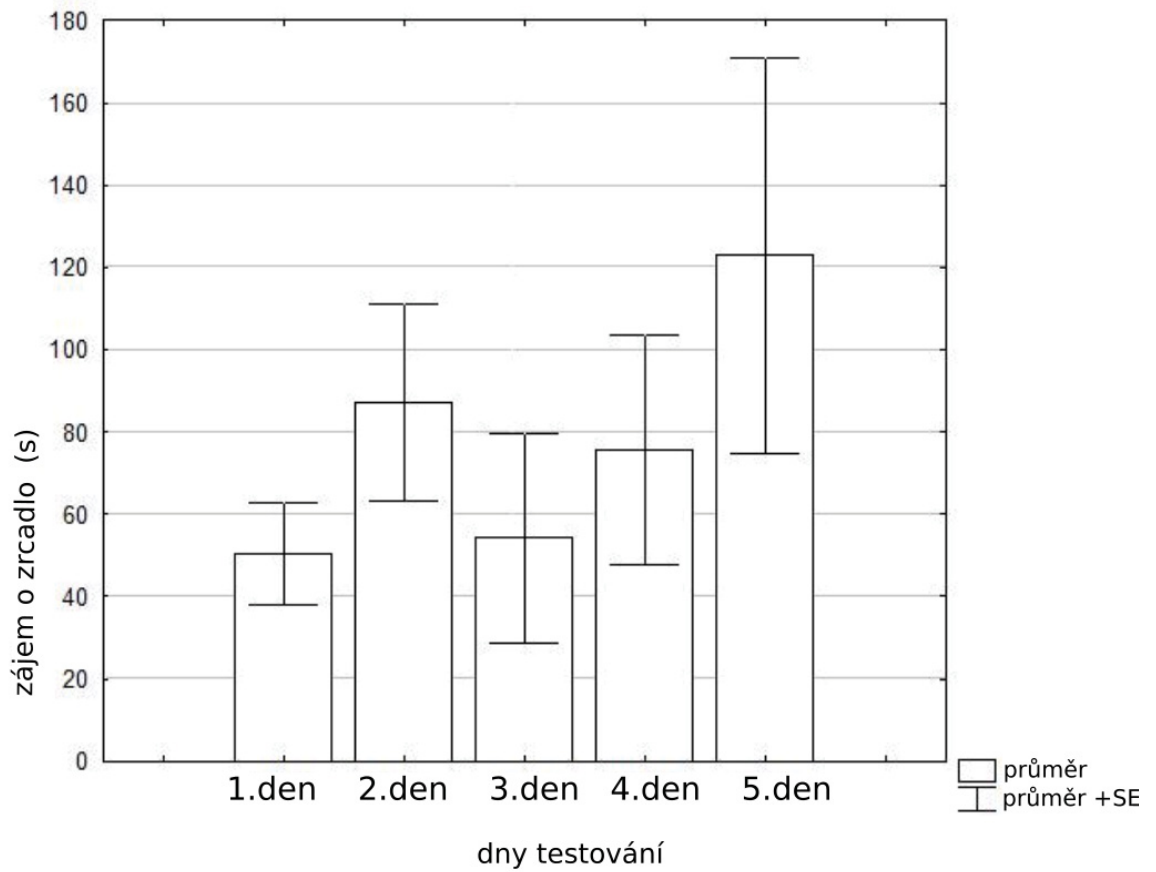
Vliv věku na celkový zájem o zrcadlo je signifikantní (repeated-measures ANOVA: $F(38,1)=29.06$, $p<0.001$), mláďata byla jednoznačně aktivnější a zaznamenali jsme více přímých pohledů do zrcadla, hledání za zrcadlem (Obr. 9), klovaní do obrazu a zrcadlem podmíněného chování. Během pokusu zůstávalo toho chování konzistentní ($F(152,4)=0.763$, $p=0.551$) a nemělo tendence se snižovat nebo zvyšovat (Obr.7).

Nenašli jsme ani žádný vliv interakce mezi věkem a dnem pokusu na zájem o zrcadlo ($F(152,4)=1.480$, $p=0.211$).

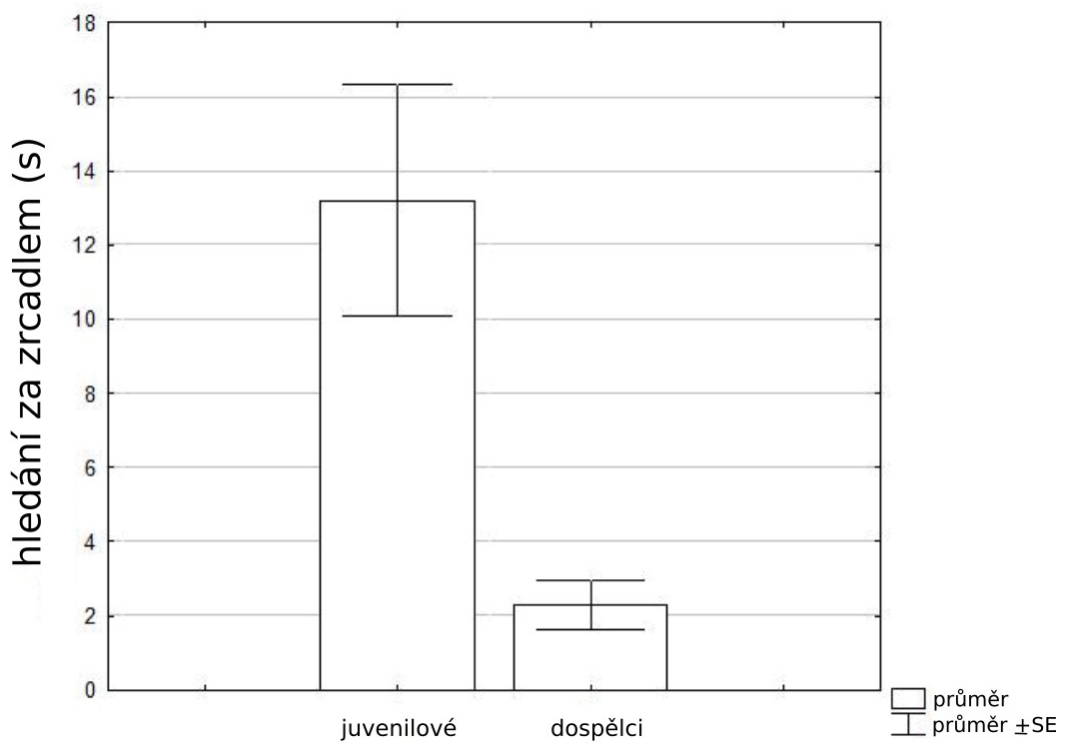
Při porovnání věku, pohlaví a dne pokusu u dospělců a jejich zájmu o zrcadlo jsme nenašli žádný vliv kombinace věku a pohlaví (repeated measure ANOVA: $\text{sex} \times \text{age}$: $F(16,1)=0.001$, $p=0,973$), dne pokusu a pohlaví ($\text{session} \times \text{sex}$: $F(64,4)=0.588$, $p=0,672$) ani dne pokusu a věku ($\text{session} \times \text{age}$: $F(64,4)=1.234$, $p=0.305$). Samotný věk neměl žádný efekt (age : $F(16,1)=0.05$, $p=0.825$), stejně jako pohlaví (sex : $F(16,1)=0.091$, $p=0.767$) a den pokusu (session : $F(64,4)=1.109$, $p=0.36$) (Obr.8). Ať už samice nebo samec a mladší nebo starší byl zájem o zrcadlo v podstatě bez rozdílu.



Obr.7: Závislost míry zájmu o zrcadlo na jednotlivých dnech pokusu u juvenilů.



Obr.8: Závislost míry zájmu o zrcadlo na jednotlivých dnech pokusu u dospělců.



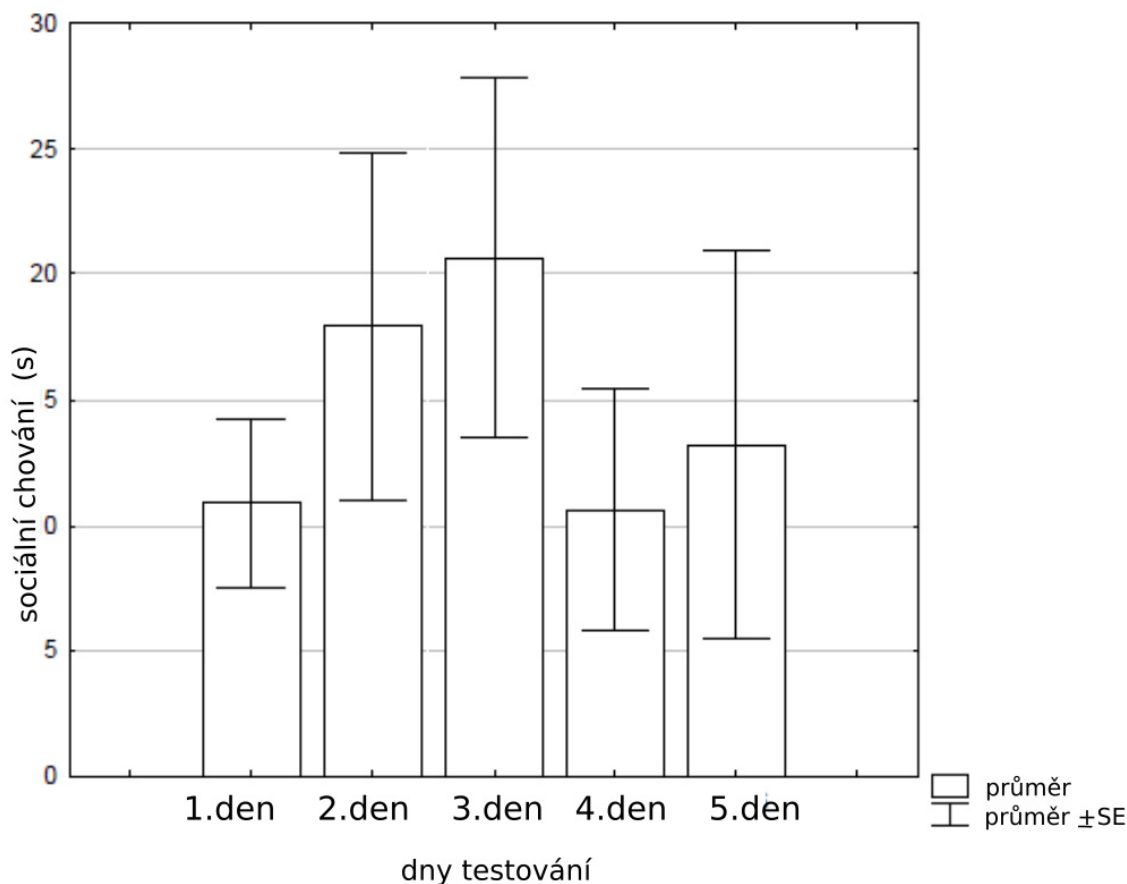
Obr.9: Vliv věku na míru hledání za zrcadlem (chování je zahrnuto také v zájmu o zrcadlo).

Contingency behaviour, které Prior et al. (2008) popisují jako rychlé a opakované pohyby některou částí těla nebo celým tělem před zrcadlem, jsme zaznamenali pouze u dvou mládat. Ptáci opakovaně skákali z bidýlka na zem před zrcadlo a rychle zpět při pohledu do zrcadla, avšak u těchto dvou jedinců jsme nenašli jinak žádné rozdíly v jiném chování či výsledcích.

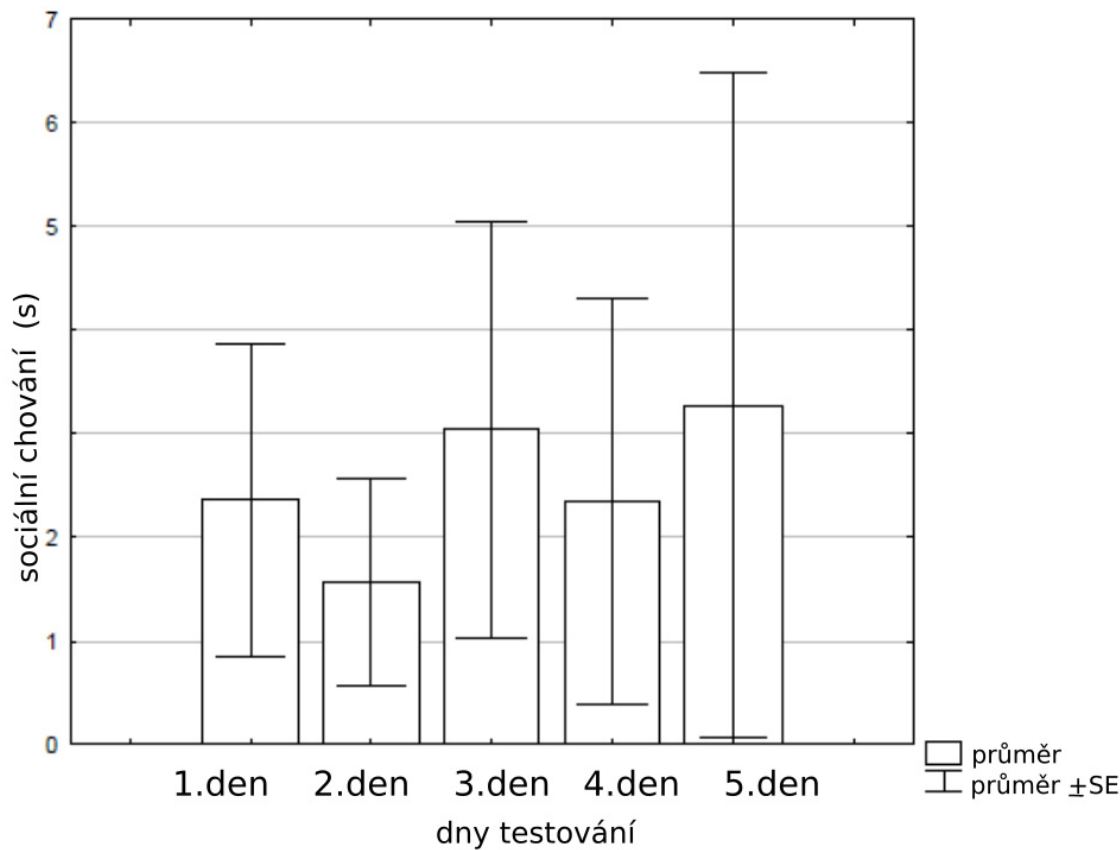
5.1.2. SOCIÁLNÍ CHOVÁNÍ

Mládata byla v sociálním chování (hrozba, útok na zrcadlo) jednoznačně aktivnější (repeated-measures ANOVA: $F(38,1)=13,29$, $p<0.001$) a nebyl žádný vliv dne pokusu na úroveň sociálního chování ($F(156,4)=1,963$, $p=0,216$) (Obr.10). Stejně tak jsme nenašli závislost sociálního chování na interakci věku (juvenil vs adult) a dne pokusu ($F(152,4)=1,551$, $p=0,19$).

Co se týče dospělců, stejně jako u zájmu o zrcadlo neměla kombinace věku a pohlaví vliv na sociální chování (repeated measure ANOVA: sex*age : $F(16,1)=0.451$, $p=0.512$) a stejné výsledky jsou i u interakce dne testování a pohlaví (session*sex : $F(64,4)=1.2$, $p=0.319$) a dne testování a věku dospělců (session*age : $F(64,4)=1.552$, $p=0.698$). Nenašli jsme žádný vliv pohlaví (sex : $F(16,1)=1.5$, $p=0.238$), věku (age : $F(16,1)=0.593$, $p=0.453$) ani dne pokusu (session : $F(64,4)=0.805$, $p=0.527$) na míru sociálního chování, které zůstávalo během pokusu konzistentní (Obr. 11).



Obr.10: Závislost míry sociálního chování na jednotlivých dnech pokusu u juvenilů.



Obr.11: Závislost míry sociálního chování na jednotlivých dnech pokusu u dospělců.

5.1.3. KOMFORTNÍ CHOVÁNÍ (GROOMING)

K otázce, zda-li se ptáci více věnují komfortnímu chování u zrcadla nebo mimo zrcadlový obraz jsme udělali průměr všech ptáků během všech pěti dnů testování.

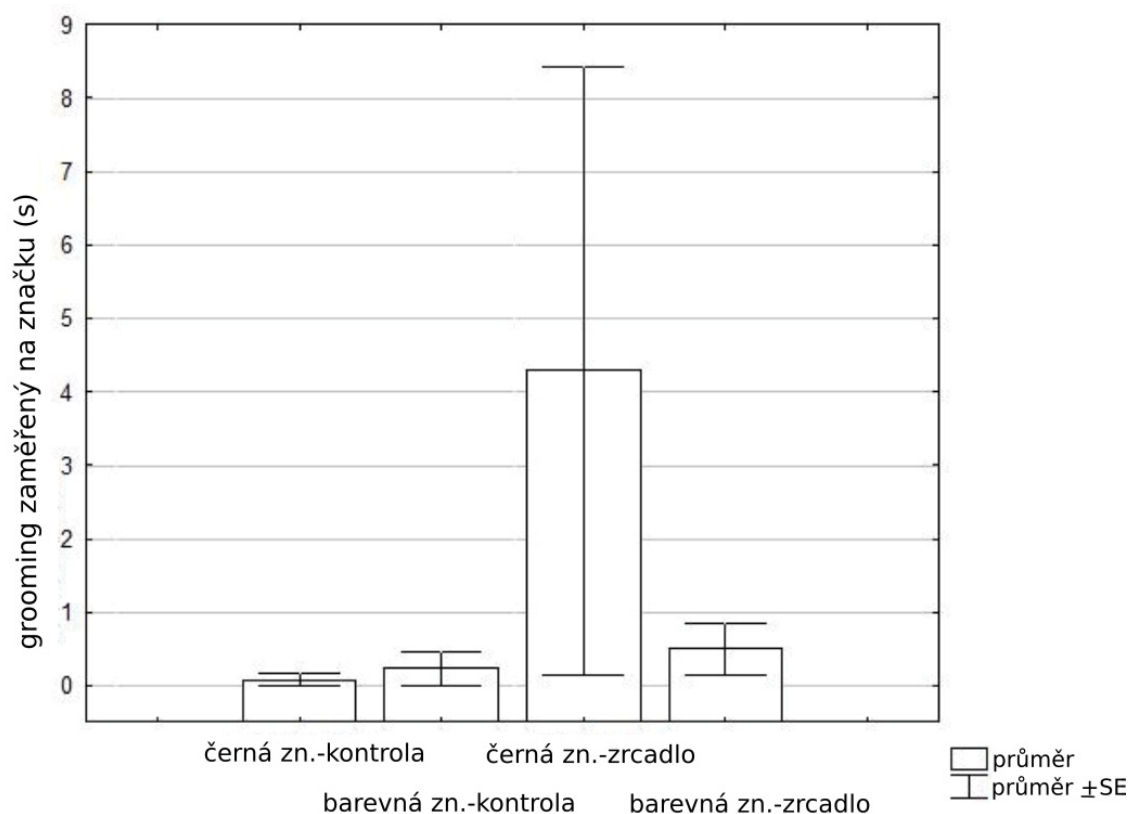
Na míru groomingu měl vliv věk (repeated measures ANOVA: agecat: $F(38,1)=26.478$, $p<0.001$), mláďata se drbala signifikantně více, ale ani u mláďat ani u dospělců nebyl rozdíl mezi groomingem u zrcadla nebo jinde v kleci.

5.2. MARK TEST

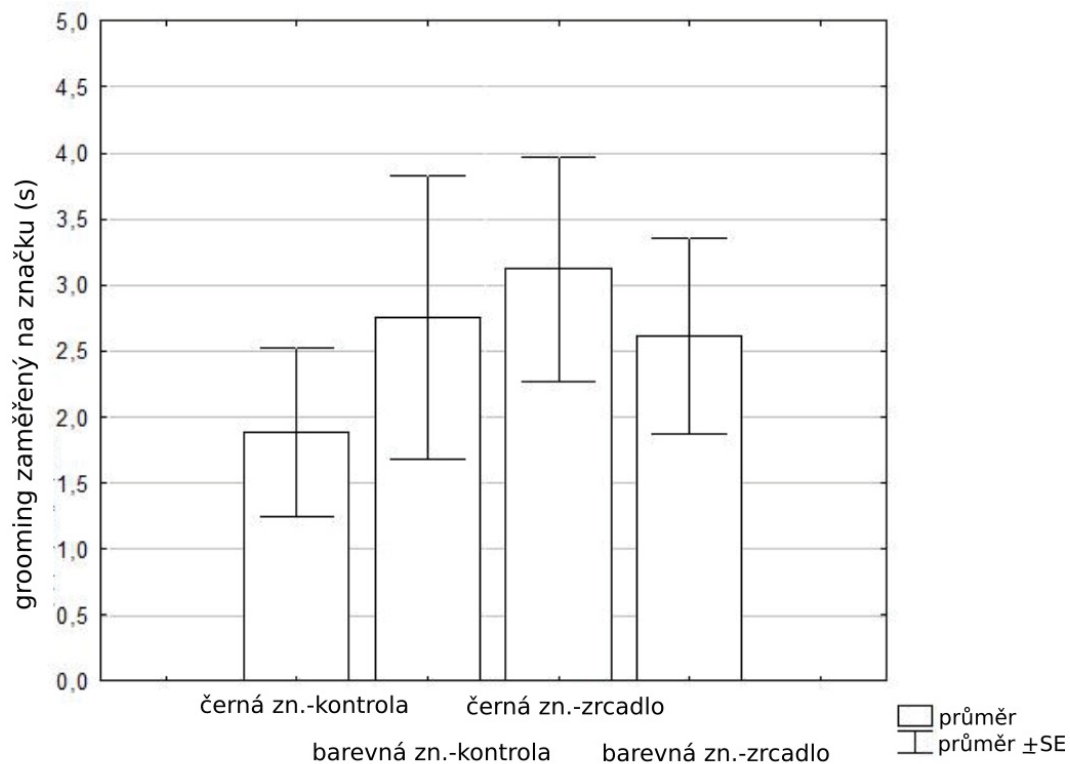
Z kompletních výsledků u všech pokusných jedinců nevyplývá žádný statisticky průkazný vliv odkrytého nebo zakrytého zrcadla na úroveň chování zaměřeného na barevnou značku (paired t-test: $N=40$, $t=-0.611$, $p=0.545$), sýkorky si barevnou značku u zrcadla nedrbaly více a jejich chování v mark testu nesvědčí ve prospěch sebe-poznání.

Stejně tak nemělo zakryté nebo odkryté zrcadlo vliv na chování zaměřené na černou kontrolní značku (paired t-test: $N=40$, $t=-1.445$, $p=0.156$) a také nebyl rozdíl v reakci na černou nebo barevnou značku u zrcadla (paired t-test: $N=40$, $t=0.546$, $p=0.588$). U dospělců jsme našli mírné zvýšení zájmu o černou značku v přítomnosti zrcadla, avšak ani tento jev nebyl průkazný (Obr. 12).

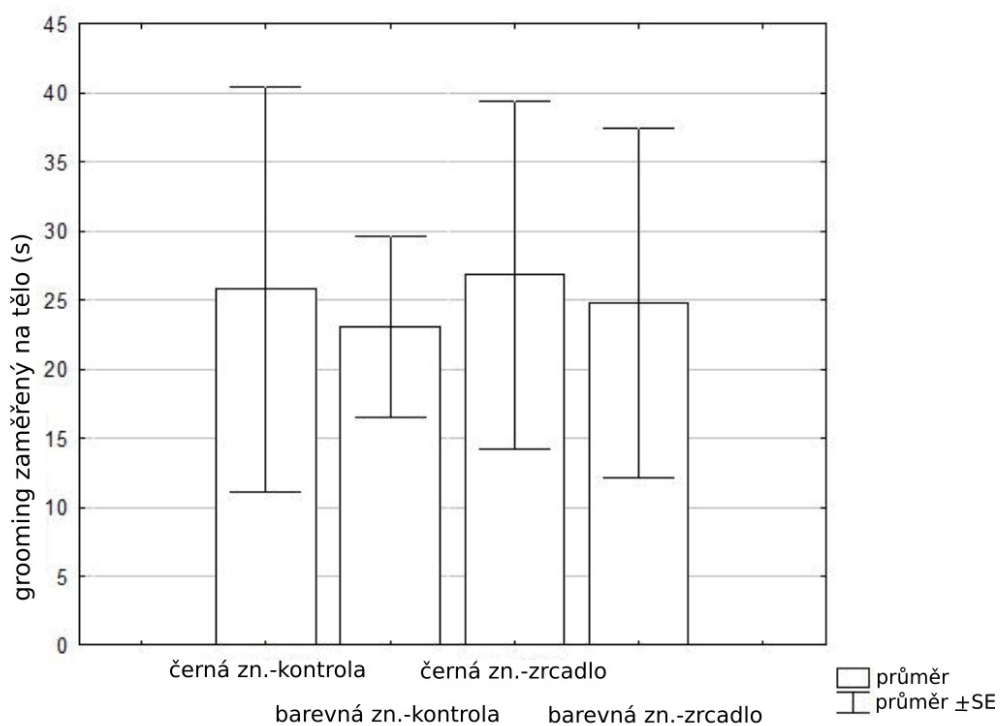
Komfortní chování dospělců zaměřené na neoznačenou část těla také zůstávalo během pokusu konzistentní. (Obr.14).



Obr.12: Vliv jednotlivých podmínek (kombinace barevné nebo černé značky s odkrytým nebo zakrytým zrcadlem) na chování zaměřené na značku u dospělců.



Obr.13: Vliv jednotlivých podmínek (kombinace barevné nebo černé značky s odkrytým nebo zakrytým zrcadlem) na chování zaměřené na značku u juvenilů.

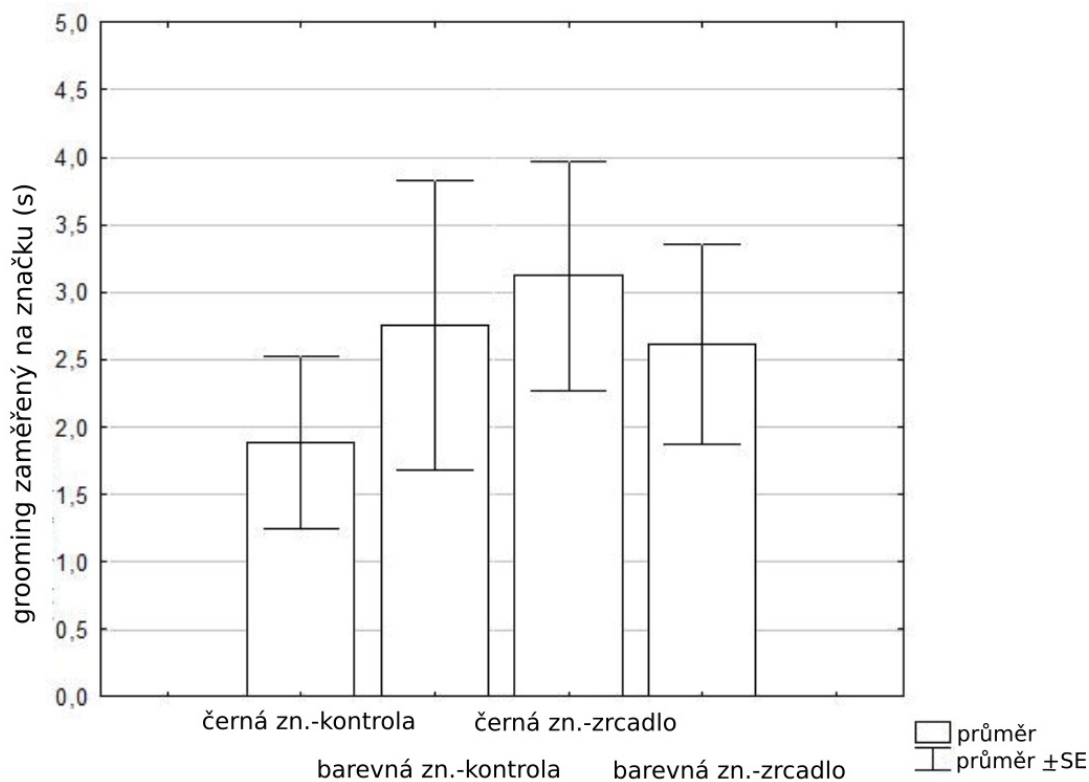


Obr.14: Vliv jednotlivých podmínek na komfortní chování zaměřené na neoznačenou část těla u dospělců.

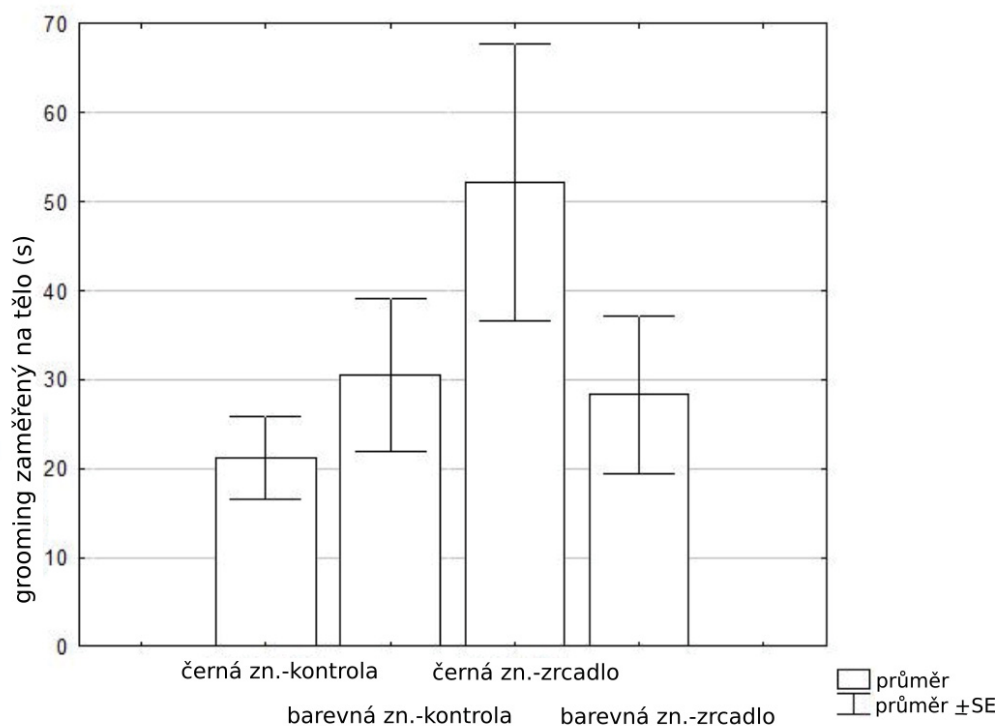
5.2.1. MLÁĎATA

Protože mláďata byla jednoznačně aktivnější, podívali jsme se i na tytéž výsledky ale hodnocené pouze pro juvenilů. I zde se ale míra chování zaměřeného na barevnou značku nelišila za přítomnosti odkrytého či zakrytého zrcadla (paired t-test: $N=20$, $t=-0.374$, $p=0.712$) a i v chování zaměřeném na černou kontrolní značku nebyl v těchto podmínkách rozdíl ($N=20$, $t=-1.017$, $p=0.322$) (Obr. 15).

Během pokusu se ani neměnila míra komfortního chování zaměřeného na neoznačenou část těla (Obr.16).



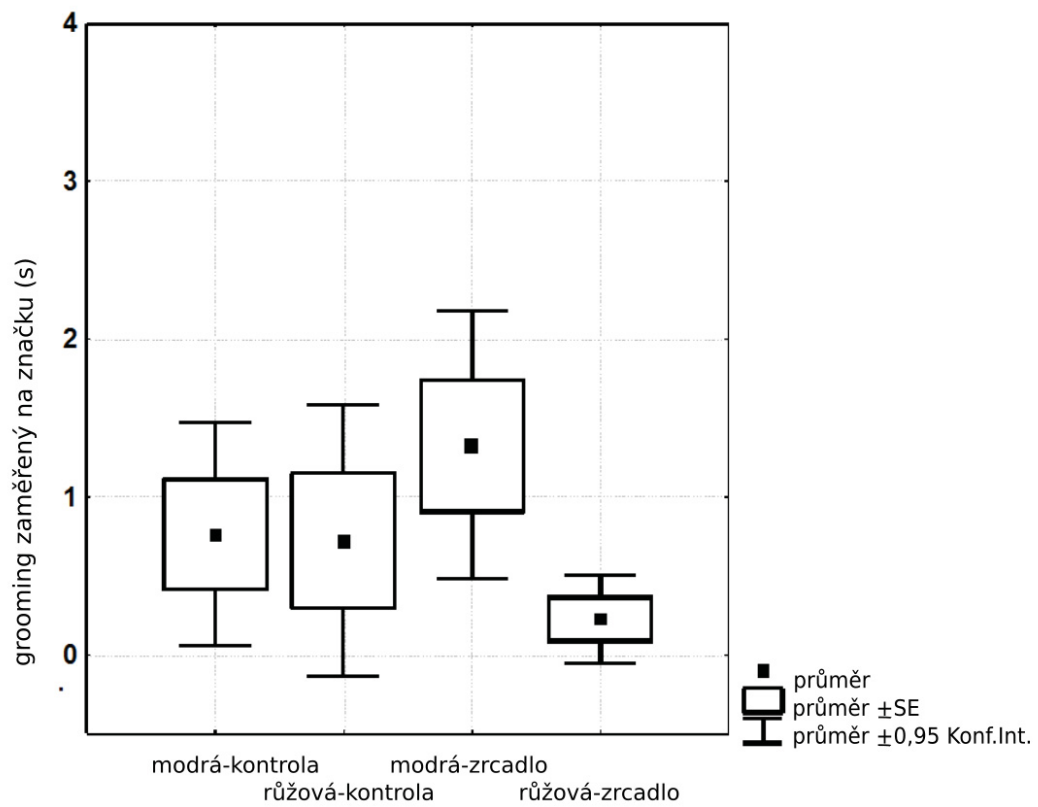
Obr.15: Vliv jednotlivých podmínek (kombinace barevné nebo černé značky s odkrytým nebo zakrytým zrcadlem) na chování zaměřené na značku u juvenilů.



Obr.16: Vliv jednotlivých podmínek na grooming zaměřený na neoznačenou část těla u juvenilů.

5.2.2. BARVY ZNAČEK

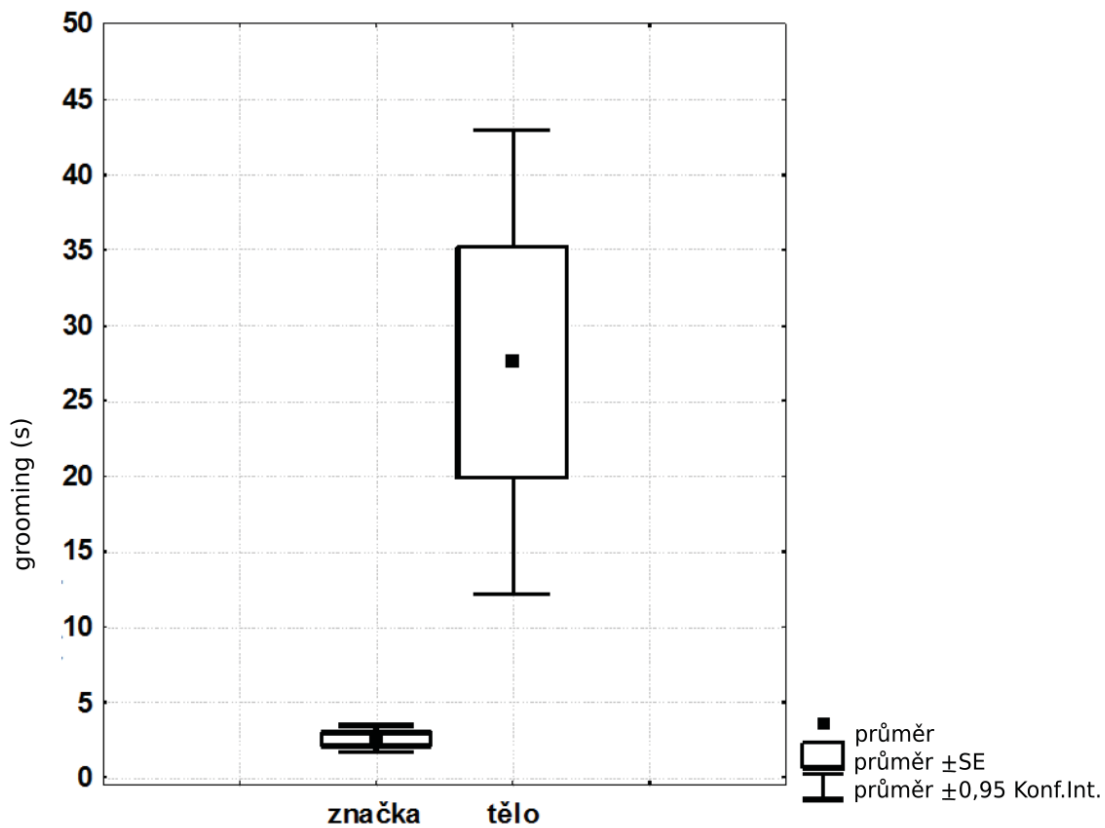
Protože jsme v rámci testování Mark testu zahrnuli kromě kontrolní černé značky ještě dvě různé barevné (růžová a modrá, viz kapitola Metodika), můžeme se podívat i na rozdíl reakce na tyto ve barevné značky. V rámci všech pokusných jedinců, jak mláďat tak dospělců, vyšla signifikantně větší reakce na modrou značku než na růžovou (paired t-test: $N=40$, $t=2.441$, $p=0.019$). Není už ale rozdíl mezi zrcadlem a zakrytým zrcadlem (paired t-test: $N=40$, $t=-1.181$, $p=0.245$).



Obr.17: Graf reakce na modrou a růžovou značku v přítomnosti odkrytého nebo zakrytého zrcadla.

5.2.3. KOMFORTNÍ CHOVÁNÍ (GROOMING)

Při porovnání groomingu zaměřeného na tělo a groomingu zaměřeného na barevnou značku u zrcadla pro všechny ptáky dohromady vyšla průkazně větší míra groomingu těla (paired t-test: $N=40$, $t=-11.379$, $p<0.001$). Ptáci si většinu času značky spíše nevšímali (Obr. 18).



Obr.18: Graf rozdílu groomingu zaměřeného na tělo a groomingu zaměřeného na barevnou značku u zrcadla.

5.3. HLEDÁNÍ POMOCÍ ZRCADLA

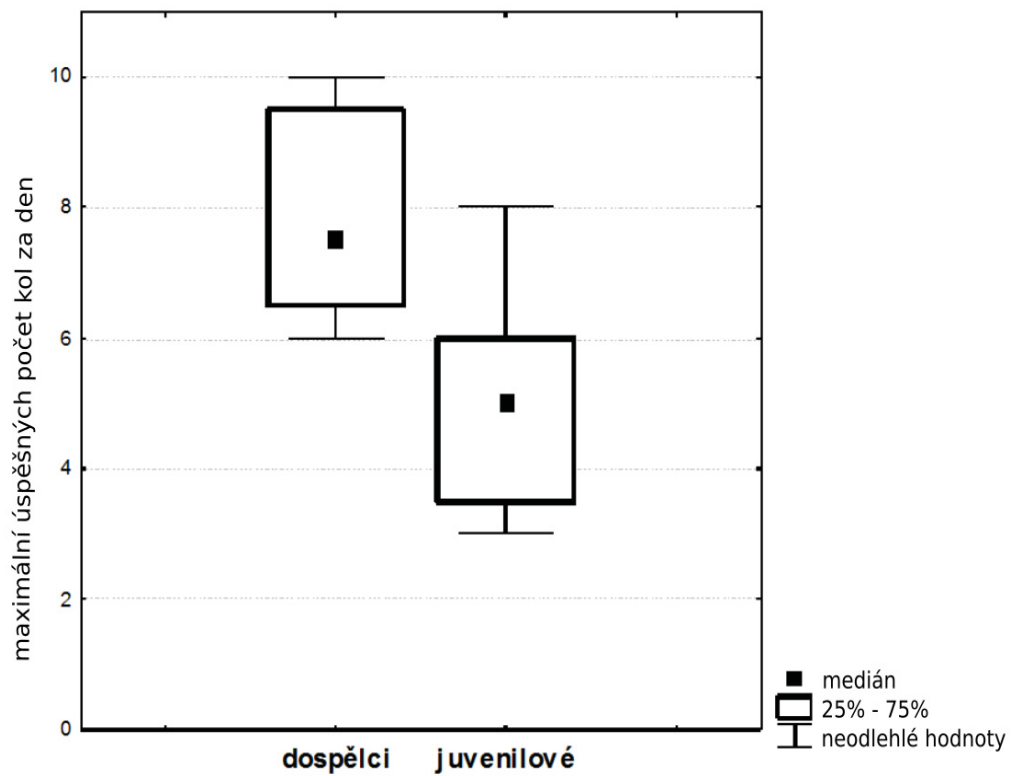
I přes malý počet otestovaných jedinců byli průkazně úspěšnější dospělci (Mann-Whitney U test: $N_1=8$, $N_2=8$, $Z_1=2.521$, $Z_2=2.533$, $p=0.011$) (Obr.19).



Obr.19: Graf úspěšnosti dospělců a juvenilů v testu hledání pomocí zrcadla.

Dle prvního nižšího kritéria 6 úspěšných kol z 10 (binomický test, $\alpha < 0.05$) 12 ze 16 pokusovaných ptáků (všech 8 dospělců a 4 juvenilové) se úspěšně naučilo používat zrcadlo k hledání odměny. Zkusili jsme i přísnější kriterium, kdy musel pták úspěšně zvládnout min. 8 z 10 kol. U tohoto kritéria ($\alpha < 0.01$) výsledky již vypadají trochu jinak. 4 z 8 dospělých odpokusovaných ptáků dosáhli tohoto kritéria a to rovnou ve všech třech dnech pokusování. Kromě těchto čtyř dospělců dosáhl kritéria 8 z 10 ještě jeden juvenil, ale už pouze v posledním dni pokusování. Ostatní dospělci tohoto kritéria nedosáhli, avšak všichni měli aspoň v jednom dni 6 a více úspěšných pokusů (Obr. 21).

Pokud srovnáme maximum úspěšných kol v rámci některého dne testování mezi dospělci a mláďaty, znovu vyjdou dospělci prokazatelně úspěšnější (Obr.20) .



Obr.20: Graf porovnání maxima úspěšných pokusů v rámci některého dne testování mezi dospělci a mláďaty.

ID	pohlaví	věk	kola v 1. dnu testování										úspěšných	kola v 2. dnu testování										úspěšných	kola v 3. dnu testování										úspěšných							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
KA16	M	A	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
KA18	M	A	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
KA21	F	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	
KA22	M	Y	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
KA23	M	Y	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
KA24	F	Y	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
KA25	F	A	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
KA26	F	A	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
KJ13	N/A	J	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
KJ15	N/A	J	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	
KJ17	N/A	J	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	6	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
KJ18	N/A	J	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
KJ23	N/A	J	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
KJ24	N/A	J	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	
KJ25	N/A	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
KJ26	N/A	J	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
			úspěšných v kritériu 8z10										9	úspěšných v kritériu 6z10										3																		
			úspěšných v kritériu 8z10										9	úspěšných v kritériu 6z10										3																		

Obr. 21: Tabulka úspěšnosti jednotlivých subjektů v třiceti kolech testu. Vždy po deseti kolech (tzn. jednom dni testování) je součet úspěšných kol. Zelené je označen úspěch v kritériu 8 úspěšných z 10, modře úspěch v kritériu 6 úspěšných z deseti. Vidíme, že v kritériu 6 z 10 bylo úspěšných celkem 12 ptáka, v kritériu 8 z 10 pět ptáka.

M je označen samec (male), F samice (female), N/A je neznámé pohlaví mláďat. Podle věku je označení A (dospělá, adult), Y (jednorůček, yearling), a J (mládě, juvenile)..

6. DISKUZE

6.1. OPEN MIRROR TEST

V Open mirror testu jsme sledovali iniciální reakci sýkor koňader na obraz v zrcadle a zaznamenávali změny v jejich chování oproti kontrole se zakrytým zrcadlem. Při vyhodnocování výsledků jsme se inspirovali studií na strakách (Prior et al. 2008), vycházeli jsme z již pozorovaných prvků chování a porovnávali jsme reakce strak s našimi výsledky.

V tomto testu byla mláďata jednoznačně aktivnější a před zrcadlem trávila významně více času než dospělí jedinci. Mláďata byla odchovaná ručně, na klece a podmínky v laboratoři byla zvyklá a tudíž při testování byla pravděpodobně méně ve stresu, takže se mohla věnovat exploraci zrcadla. Oproti tomu dospělí ptáci byli odchyceni v přírodě a přestože měli před začátkem testu dostatek času na poznání prostředí, je možné, že byli více stresovaní. Z toho důvodu si zrcadla a aparatury v kleci všímali málo nebo téměř vůbec a většinu času explorovali horní polovinu klece. Další možné vysvětlení je, že mláďata jsou i v přírodě obecně zvědavější a aktivnější, protože se musí naučit v takto ranném věku spoustu informací o prostředí okolo sebe, aby úspěšně přežila. Dospělí ptáci už „mají jasno“ a míra explorační nových předmětů může klesat (Biondi et al., 2010). Není zde tendence ptáků ztrácet zájem o zrcadlo během celé doby pokusu a ani sociální reakce, hrozba a útok, se během pěti dnů pokusu nijak nesnižuje. Možné vysvětlení je krátká doba celého vystavení zrcadlu, anebo naopak dlouhé mezery mezi jednotlivými vystaveními. Při jednom pokusu (30 minut) denně mohlo být zbylých 23 a půl hodiny dostatečně dlouhým časem na to, aby nedošlo k habituaci na zrcadlo. Ovšem u tří z pěti testovaných strak obecných ve studii Prior et al. (2008) ale sociální reakce na zrcadlo vymizela už do druhého pokusu, straky byly vystaveny zrcadlové ploše 30 minut denně po pět dnů, stejně jako sýkorky. U vran novokaledonských ale zůstávala sociální reakce stejná, i když v této studii byli ptáci vystaveni zrcadlu jen 10 minut denně po 6 dnů (Medina et al., 2011). 30 minut denně po 6 dnů byly vystaveny zrcadlu i vrány hrubozobé a ani u nich se neobjevila žádná habituace na zrcadlo (Kusayama et al., 2000) a stejně konzistentní reakce na zrcadlo byla zaznamenána u kavek, kde měli ptáci nejdříve 50 minut vystavení po 3 dny a následně 60 minut během dvou dnů (Soler et al., 2014). Vzhledem k tomu, že zmíněné 3 straky jsou jedinými ptáky, kteří měli pozitivní výsledek v mark testu ve srovnatelných podmínkách, může být vymizení sociální reakce na zrcadlový obraz spojené se schopností sebe-poznání. Anebo pro některé druhy může být obraz natolik zajímavým podnětem, že není důvod k habituaci.

Pokud se podíváme na věkové a pohlavní rozdíly uvnitř skupiny dospělců, mohli bychom předpokládat, že sociální reakce na zrcadlo by mohla být vyšší u samců. Výsledky ale neukazují žádný rozdíl mezi pohlavími ani stářím dospělých ptáků. Tyto ptáky jsme pokusovali v době od září do února a je možné, že pokud bychom testy zopakovali v hnízdní sezóně, opravdu by samci byli agresivnější a projevovali více sociálního chování na svůj odraz. Stejně je to se zájmem o

samotné zrcadlo, žádný rozdíl mezi dospělcema jsme nenašli. Vliv pohlaví na reakci na zrcadlo je zatím znám hlavně u kytovců a lachtanů, u kterých jsou samice aktivnější a projevují více zrcadlem podmíněného chování a zájmu (Delfour and Marten, 2001). U šimpanzů je známo, že sebe-poznání se vyvíjí až okolo věku šesti let a nad 15 let zase mizí (Povinelli et al., 1993). Bohužel větší část studií se zrcadlovými testy pracuje s malým souborem zvířat, na kterém by vliv pohlaví nebo věku nebylo možné dokázat.

Prior et al. (2008) ve své studii se strakami označil několik typů reakcí na zrcadlo u ptáků jako podobných sebe-exploraci, jaká se u primátů považuje za důkaz sebe-poznání. Je to hlavně hledání za zrcadlem, zrcadlem podmíněné chování (angl. contingency behaviour, opakované rychlé pohyby při pohledu do zrcadla), přinesení objektů nebo potravy k zrcadlu a grooming u zrcadla. U jedinců, u kterých byla tato chování zaznamenána, předpokládali autoři i pozitivní výsledek v mark testu. Avšak ne všichni jedinci vykazují tyto typy chování následně jasně splnili mark test.

Protože dospělé sýkorky vykazovaly velmi malý zájem o zrcadlo, bylo u nich zaznamenáno i velmi málo z tohoto chování. Naopak u mláďat jsme viděli jak hledání za zrcadlem, tak krmení se u zrcadla, grooming i velkou preferenci obrazu. Contingency behaviour jsme zaznamenali pouze u dvou mláďat, která opakovaně a rychle skákala z bidýlka na zem před zrcadlo a zase zpět. U žádných jiných mláďat ani dospělců se contingency behaviour neobjevilo. Dívali jsme se tedy na výsledky mark testu u těchto dvou konkrétních jedinců, avšak nenašli jsme žádný rozdíl oproti ostatním mláďatům.

Pokud by komfortní chování u zrcadla ukazovalo na určitou míru sebe-poznání a zrcadlem vedené sebe-explorace, která je popsána u lidoopů (Gallup, 1970), měl by výskyt tohoto chování být častější před zrcadlem a při pohledu do obrazu než jinde v kleci, kde do zrcadla není vidět. Na druhou stranu zvýšení groomingu u zrcadla by mohlo znamenat normální sociální reakci na jiného jedince, což se ostatně dá říci o všech těchto typech chování. I když naši pokusní juvenilové vyrůstali společně v jedné kleci, po dosažení věku testování se rozdělovali do klecí po jednom, aby se minimalizovalo nebezpečí napadení a ublížení jinému jedinci, ale hlavně aby byli testováni ve stejných podmínkách jako dospělci. Nedá se tedy říci, že by byli sociálně izolováni, protože na sebe vzájemně viděli skrz mřížce klece a slyšeli se, ale v době pokusu bydleli v kleci sami a jejich vlastní zrcadlový obraz byl tedy nejbližším kontaktem se stejně vypadajícím jedincem.

Výsledky porovnání komfortního chování u zrcadla versus jinde v kleci neukazují žádný rozdíl. Mláďata se věnují úpravě peří více než dospělci, což je ale vzhledem k jejich celkově vyšší aktivitě předpokládané, ale stejně času tím tráví u zrcadla a jinde v kleci, kde do zrcadla nevidí. Nemůžeme tudíž říct, že by zrcadlový obraz nějakým způsobem vyvolával tuto reakci a podněcoval ptáky k groomingu peří a že by to byla reakce na zrcadlo.

Protože obecně byla u mláďat velká preference zrcadla oproti zakrytému zrcadlu nebo jiných částí klece, můžou být ty prvky chování, které se odehrávají u zrcadla, způsobeny pouze touto

zrcadlovou preferencí. Ptákům je jednoduše z nějakého důvodu příjemné trávit čas u svého obrazu a tudíž zde budou vykazovat ty činnosti, které by normálně prováděli v jiné části klece.

I přes velkou míru těchto prvků chování údajně ukazujících na možný vývoj sebe-poznání, žádný z našich testovaných ptáků neprošel úspěšně mark testem a celkově naše výsledky nenaznačují, že by sýkory měly schopnost sebe-poznání. Není tudíž jasné, jestli výše zmíněné chování opravdu ukazuje na určitý vývoj sebe-poznání, jak naznačují autoři studie se strakami (Prior et al., 2008), nebo jestli je to pouze sociální reakce na obraz v zrcadle. Samozřejmě je zde možnost nevhodné aparatury nebo designu následného mark testu a chybná interpretace výsledků.

6.2. MARK TEST

I v mark testu byla mláďata jednoznačně aktivnější než dospělci. Je u nich zaznamenáno více chování zaměřeného na značku i groomingu zbylých částí těla. Avšak v míře drbání označené části těla u nich nebyl žádný rozdíl mezi kontrolou a zrcadlem. Stejně tak grooming jiné než označené části těla neukazoval žádný trend mezi jednotlivými podmínkami (zakryté zrcadlo s různými značkami a odkryté s různými značkami). Stejně výsledky vyšly u dospělců, zakryté ani odkryté zrcadlo nemělo vliv na chování zaměřené na značku i grooming neoznačené části těla. Dospělci i juvenilové si ve všech podmínkách upravovali peří stejně.

Protože byla mláďata aktivnější, podívali jsme se zvláště u nich na výsledky mark testu, avšak ani zde jsme nenašli rozdíly. U reakce na barevnou značku nebyl žádný rozdíl mezi odkrytým a zakrytým zrcadlem a reakce na černou kontrolní značku byla stejná. Výsledky tudíž nenaznačují, že by zrcadlo mělo nějaký vliv na chování zaměřené na značku.

Zajímavé je ale mírné zvýšení chování zaměřeného na značku u dospělců v podmínkách černá značka-zrcadlo. Je možné, že ptáci černou značku viděli (avšak ani u podmínek s modrou ani u růžové značky žádné zvýšení drbání nebylo) a že černá značka ptákům vadila na peří více, například z důvodu velké UV reflektance. Bohužel odrazovost barvy značky v ultrafialovém spektru jsme neměřili. I přesto ale toto zvýšení stále není signifikantní a velmi pravděpodobně je náhodné.

Design pokusu nám umožňuje porovnat jednotlivé barvy viditelných značek (modrá a růžová) a je zajímavé, že na modrou značku u zrcadla ptáci obecně reagovali více. Pokud by výsledky mark testu vyšly pozitivně a chování zaměřené na značku by bylo signifikantně vyšší u zrcadla oproti kontrole a černé značce, mohli bychom říct, že modrá je na černém peří nápadnější a ptákům vadila více než růžová. Bohužel v celkovém mark testu takovéto výsledky nebyly. Celková míra chování zaměřeného na značku je příliš malá a je pravděpodobné, že je výsledek srovnání barevných značek ovlivněn několika jedinci, kteří měli obecně větší míru komfortního chování.

Zároveň s našim experimentem probíhal stejný experiment na sýkorách koňadrách i na švédské Univerzitě v Lundu. Sýkorky se značily ne nalepenou značkou, ale nabarvenou kosmetickou tužkou, ale ani zde nebyl žádný efekt zrcadla na chování zaměřené na značku. Ptáci projevovali

stejný zájem o barevnou i černou kontrolní značku nezávisle na přítomnosti zrcadla (Kraft et al., under review). Protože v designu našeho testu a lundovského experimentu byly jen nepatrné rozdíly, poskytli jsme naše data k doplnění výsledků z Lundovské Univerzity a ke zveřejnění.

Podobně nejasné výsledky vyšly i u kavek, které měli signifikantní zvýšení chování zaměřeného na barevnou značku, ale v tomto chování nebyl žádný rozdíl mezi odkrytým zrcadlem a nereflektivní deskou. Autoři z toho odvozují, že kavky přilepenou značku na citlivém peří pod zobákem cítili a zároveň argumentují proti výsledkům u strak (Prior et al., 2008) kvůli malému souboru testovaných ptáků (Soler et al., 2014).

Je možné, že označení nebylo ideální a ptáci značku na peří cítili vždy, když ji na sobě měli. Přesto ale chování zaměřené na značku nebylo příliš časté a spíše bylo spojené s celkovým groomingem, větší úprava peří byla pravděpodobně způsobena manipulací s pokusným jedincem za cílem přilepení značky před začátkem testu. Mladí ptáci neměli tak husté a vyvinuté peří jako dospělci a občas se vyskytl problém se špatným značením a nedržící značkou. Pokud ji ptáci cítili, jednoznačně se ji snažili zobákem nebo drápkem sundat ihned po vrácení do klece bez zrcadla a dokud se jim to nepodařilo, nedělali nic jiného. Tato situace ale byla velmi vzácná (za celou dobu experimentu se vyskytla pouze 5x) a vyskytovala se za absence zrcadla. Z toho usuzuji, že pokud se drbání oblasti značky vyskytlo během pokusu párkrát zároveň s úpravou peří na zbytku těla a mimo zrcadlo, bylo náhodné a ptáci značku opravdu na peří necítili.

Je ale nutné poukázat na možnou nevhodnost tohoto typu označení ptáků v mark testu, při kterém se lepí značka na peří. Soler et al. (2014) se přiklání ke vhodnějšímu použití nabarvení peří barvou, která by je neslepovala, anebo po uschnutí značky peří jemně oddělit. Kontrolní skupina by pak byla nabarvena stejnou ale bezbarvou značkou. Kvůli častému výskytu groomingu u ptáků a natřepávání peří, které jsme zaznamenali jak my v naší studii, tak autoři studie na kavkách (Soler et al., 2014) i na strakách (Prior et al., 2008) je velká pravděpodobnost, že pták značku na peří taktilně ucítí.

Další možný faktor způsobující malý zájem o značku u zrcadla může být její oblíbenost. Ptáci značku mohli vidět, i se mohli poznat v zrcadle, ale nemusela jim tolik vadit a tudíž se tolik nesnažili si ji sundat. Tuto otázku by vyřešila kontrolní značka nalepená jinde na těle, například níže na břicho, kterou by ptáci mohli vidět přímo bez použití zrcadla. Bohužel jsme tuto kontrolní značku nepoužívali a byla by tedy vhodná následná studie zaměřená na přímou reakci sýkorek na značku ve srovnání se značkou viděnou pouze pomocí zrcadla.

Běžně se schopnost sebe-poznání nevyvine u všech testovaných zvířat, ale pouze u pár jedinců, kteří projdou mark testem, a ve zbytku se nemusí nic prokázat. Jen jeden slon ze čtyř úspěšně prošel mark testem (Plotnik et al., 2006), 10 ze 30 šimpanzů také prošlo, a šimpanzi jsou zvířata, u kterých je jisté, že mají schopnost sebe-poznání (Povinelli et al., 1993), pouze jeden delfín ze čtyř, kteří dlouhodobě přicházeli do kontaktu se zrcadlovou plochou vykazoval jasné sebe-poznání (Reiss and Marino, 2001). Makaci rhesus projevovali zájem o značku pouze v případě, že označením byl implantát na hlavě kvůli jinému experimentu (Rajala et al., 2010). Všechny

tyto výsledky naznačují, že samotný mark test je pro většinu zvířat příliš obtížný, než aby se projevilo sebe-poznání nebo sebe-explorace, zvláště pokud není plně vyvinutá jako u hominidů. Náš soubor testovaných zvířat byl v porovnání s ostatními studii na sebe-poznání u ptáků větší (3 holubi (Epstein et al., 1981), 5 strak (Prior et al., 2008), 10 novokaledonských vran (Medina et al., 2011), 9 kavek (Soler et al., 2014)) a pokud by se v tomto počtu subjektů vyskytlo pouze pár jedinců, kteří by měli pozitivní výsledky v mark testu a signifikantně více si drbali značku v přítomnosti zrcadla, statisticky by tento výsledek nemusel být vidět. Podívali jsme se proto i na rozdíl frekvence chování zaměřeného na značku u zrcadla a bez něj u jednotlivých ptáků. Bohužel dle výsledků se nezdá, že by bylo výrazné zvýšení této frekvence v podmínkách barevná značka-zrcadlo oproti kontrole na individuální úrovni a mohli bychom prohlásit mark test za pozitivní. Ve spojení s Univerzitou v Lundu jsme měli dohromady 56 otestovaných sýkorek a výsledky byly u všech ptáků taktéž negativní (Kraft et al., under review).

6.3. VYUŽITÍ ZRCADLA K HLEDÁNÍ OBJEKTU

Dle našich výsledků jsou sýkory koňadry schopné naučit se využívat obraz v zrcadle ve svůj prospěch a pomocí něj nalézt skrytou odměnu v jednom ze čtyř boxů ve 4-boxové aparatuře. Protože jsme se v tomto experimentu inspirovali studií na vranách novokaledonských (Medina et al., 2011), stanovili jsme první kritérium stejně, a to hranici 6 z 10 úspěšných pokusů. Pokud subjekt dosáhl v jednom dni tohoto kritéria, byl stanoven jako úspěšný. V případě vran se tito ptáci již dále netestovali. V těchto podmínkách bylo úspěšných celkem 12 ze 16 pokusovaných ptáků (všech 8 dospělců a 4 juvenilové), kteří se úspěšně naučili používat zrcadlo k hledání odměny. Pokud stanovíme kritérium 8 z 10 úspěšných, výsledky již vypadají trochu jinak. 4 z 8 dospělých odpokusovaných ptáků dosáhlo tohoto kritéria a to rovnou ve všech třech dnech pokusování, můžeme tedy říct, že dospělé sýkory koňadry jsou schopné se naučit využívat obraz v zrcadle a najít odměnu. Kromě těchto čtyř dospělců dosáhl kritéria 8 z 10 ještě jeden juvenil, ale už pouze v posledním dni pokusování. Vzhledem k tomu, že i první den měl 7 úspěšných z 10, klaníme se k úspěšnému potvrzení testování. Ostatní dospělci tohoto kritéria nedosáhli, avšak všichni měli aspoň v jednom dni 6 a více úspěšných pokusů.

Žakové šedí byli také otestováni na 4-boxové aparatuře, avšak ze dvou jedinců prošel úspěšně jeden, ikdyž autorka tvrdí, že přestože měl druhý preference pro některé boxy a neprošel kritériem, využíval zrcadlo k hledání (Pepperberg et al., 1995). Novokaledonské vrány byly testovány jen 4, z čehož jedna mladá samice měla již druhý den pokusu všech 10 kol hledání správně. Zbylí 2 dospělí samci a jedna mladá samice dosáhli úspěchu 6 z 10 do třetího dne pokusování, avšak nikdy už s tak velkou úspěšností jako první samice (Medina et al., 2011). V obou těchto studiích autoři u některých jedinců zmiňují preferenci pro některé boxy, která ale ve chvíli, kdy pták začne využívat zrcadlo, mizí.

Našich zbylých 7 mláďat nedosáhla zvýšeného kritéria ani v jednom testovacím dni a obecně měli

velmi nízkou úspěšnost (okolo 3 úspěšných kol z 10). Můžeme to připisovat jejich aktivitě, která se oproti dospělcům projevovala i v tomto testu. Mláďatům na začátku habituace trvalo déle než si na aparaturu zvykla a byla ochotná k ní slétnout, poté bylo obtížnější naučit je správně vybírat odměnu z boxu, snažila se získavat červa různými jinými způsoby jako například slétnout až na zrcadlo a odměnu si brát přímo z boxu. Většina mláďat měla silnou preferenci pro některé boxy a málo si všímala zrcadla pod bidýlkem. Protože tito ptáci byli ručně dokrmováni a odchováni v chovných klecích, nebyli nikdy vystaveni nedostatku potravy a nutnosti jejího vyhledávání. Dospělci odchycení v přírodě mají naopak s hledáním potravy mnohem větší zkušenosti a jsou pro její hledání více motivovaní.

Další aspekt může být průběh ontogeneze a vývoje nervové soustavy u sýkor. V našem věku mohla být ptáčata ještě příliš mladá na to, aby byla schopna pochopit princip zrcadla a naučit se ho využívat.

Při interpretaci těchto výsledků musíme také vzít v potaz možnost pouhého naučení asociace mezi obrazem na zemi a odměnou. Kdybychom horizontální zrcadlový obraz červa brali jako pouhý znak vedoucí ke správnému boxu, pták by se pak mohl naučit, že tento „znak červa“, který vidí na zemi pod sebou, ukazuje na odměnu v boxu, která je znaku nejbližší. Nebylo by pak nutné, aby chápal princip zrcadla a toho, že odráží okolní prostředí, stačilo by mu pouze se podívat na zem a podle toho vybírat box. Tuto chybu bychom vyloučili použitím jiného typu aparatury, například takové, jako byla použita na prasatech divokých (Broom et al., 2009) nebo na psech (Howell and Bennett, 2011). V těchto studiích bylo v kotci nebo v místnosti postaveno vertikální zrcadlo, na který byla kolmo umístěna neprůhledná bariéra. Mezi bariérou a plochou zrcadla byla mezera tak, aby bylo vidět za bariéru, kde byla na zem postavena miska s odměnou. Pokud by zvíře chápalo odraz zrcadla, šlo by odměnu hledat rovnou za bariéru a ne za zrcadlo. Bohužel tento typ aparatury je velmi těžko využitelný při studích na ptácích. Stejnou úvahu zmiňují i autoři studie na vranách, ale dodávají, že není vyloučeno, že díky naučení této korelace mezi obrazem odměny a umístěním odměny samotné se pták postupně naučí reálně využívat zrcadlový obraz a pochopí princip zrcadla (Medina et al., 2011).

U vran novokaledonských (Medina et al., 2011) autoři vyhodnocovali i latenci získání odměny a předpokládali, že se bude snižovat postupně s tím, jak se subjekt naučí vyhledávat odměnu. U sýkorek by tento faktor neměl hrát roli, protože mláďata v testu například vyhledávala rychleji, ale nepřesněji. Dospělým ptákům zabralo hledání více času ale celkové výsledky jsou přesnější. Na jeden pokus měl subjekt maximálně pět minut, během tohoto času se mohlo stát, že ho něco vyrušilo, nebo se první minuty věnoval jiné činnosti (pití, čištění peří, odpočinek). Po tomto čase ale stále mohl správně najít odměnu v boxu a na jeho celkových výsledcích se to neprojevovalo.

7. ZÁVĚR

Téma sebe-poznání a sebe-uvědomění je v posledních letech zkoumané na velkém množství druhů od primátů přes kytovce, chobotnatce, ptáky a domácí zvířata po ryby a paryby. Je to téma úzce související s teorií mysli a obecným vnímáním světa a diskuze zabíhají až do filozofických oblastí. Protože je tato kognitivní schopnost velmi různorodá a komplikovaná a může být ovlivněna obrovským množstvím faktorů jako například věk, pohlaví, motivace, ekologické nároky druhu nebo způsob odchovu, stále se o schopnosti sebe-uvědomění ví velmi málo. Ani použití mark testu jako důkazu schopnosti sebe-poznání implikující sebe-uvědomění nemusí být vhodné a ikdyž zvíře vykazuje chování zaměřené na značku, existují jiná možná vysvětlení, proč tak koná. Stejně jako negativní výsledek mark testu nemusí nutně znamenat absenci sebe-poznání, ale může ukazovat na nevhodnou metodiku experimentu.

Naše výsledky nenaznačují, že by sýkory koňadry (*Parus major*) měly schopnost sebe-poznání. V open mirror testu byla mláďata aktivnější než dospělci a projevovala velkou část chování, které by mohlo být považováno za předstupeň sebe-poznání nebo napomáhalo jeho vývoji. Zájem o zrcadlo a sociální reakce na obraz v zrcadle neměla tendence se během pokusu snižovat a to ani u mláďat ani u dospělců. Žádný mezipohlavní rozdíl v chování jsme nezaznamenali.

Zároveň jsme nenašli žádný rozdíl v míře komfortního chování u zrcadla nebo mimo něj, ptáci si čistili peří všude stejně. Grooming byl stejně jako ostatní prvky chování častější u mláďat, ale i zde nebyl žádný rozdíl jestli u zrcadla nebo jinde v kleci. Na čištění peří nemělo tudíž zrcadlo žádný vliv.

Žádný z našich pokusných jedinců neprošel úspěšně mark testem, protože míra chování zaměřeného na značku byla stejná jak v testu tak v kontrolních podmínkách s černou značkou anebo se zakrytým zrcadlem. Tyto výsledky byli stejné jak pro juvenilny tak pro dospělé jedince, a zároveň stejné výsledky vyšly při srovnání groomingu s nebo bez zrcadla. Ohedně těchto prvků chování nebyli ptáci nijak zrcadlem ovlivněni.

Dospělí jedinci sýkorek jsou schopni naučit se využívat informaci ze zrcadla pro úspěšné vyhledání skryté odměny, což naznačuje, že chápou samotný princip zrcadla. U sníženého kritéria pro úspěch prošli tímto testem všichni dospělci i několik juvenilů, avšak u zvýšeného kritéria, které se nám zdá vhodnější, byli úspěšní čtyři dospělci a pouze jeden juvenil.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Allen, M., and Schwartz, L.B. (2008).** Mirror Self-Recognition in a Gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*). *Journal of Integrative Biosciences* 5, 19–24.
- Amsterdam, B. (1972).** Mirror self-image reactions before age two. *Dev. Psychobiol.* 5, 297–305.
- Anderson, J. (1984).** The Development of Self-Recognition - a Review. *Dev. Psychobiol.* 17, 35–49.
- Aplin, L.M., Farine, D.R., Morand-Ferron, J., and Sheldon, B.C. (2012).** Social networks predict patch discovery in a wild population of songbirds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, 4199–4205.
- Aplin, L.M., Farine, D.R., Morand-Ferron, J., Cockburn, A., Thornton, A., and Sheldon, B.C. (2014).** Experimentally induced innovations lead to persistent culture via conformity in wild birds. *Nature* 518, 538–541.
- Ari, C. (2014).** Rapid coloration changes of manta rays (Mobulidae). *Biol. J. Linnean Soc.* 113, 180–193.
- Ari, C., and D'Agostino, D.P. (2016).** Contingency checking and self-directed behaviors in giant manta rays: Do elasmobranchs have self-awareness? *Journal of Ethology* 34, 167–174.
- Balzarini, V., Taborsky, M., Wanner, S., Koch, F., and Frommen, J.G. (2014).** Mirror, mirror on the wall: the predictive value of mirror tests for measuring aggression in fish. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 68, 871–878.
- Bard, K.A., Todd, B.K., Bernier, C., Love, J., and Leavens, D.A. (2006).** Self-Awareness in Human and Chimpanzee Infants: What Is Measured and What Is Meant by the Mark and Mirror Test? *Infancy* 9, 191–219.
- Biondi, L.M., Bó, M.S., Vassallo, A.I. (2010).** Inter-individual and age differences in exploration, neophobia and problem-solving ability in a Neotropical raptor (*Milvago chimango*). *Animal Cognition* 13, 701–710
- Brodin, A., and Urhan, A.U. (2014).** Interspecific observational memory in a non-caching Parus species, the great tit *Parus major*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 68, 649–656.
- Brodin, A., and Utku Urhan, A. (2015).** Sex differences in learning ability in a common songbird, the great tit—females are better observational learners than males. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 69, 237–241.
- Broom, D.M., Sena, H., and Moynihan, K.L. (2009).** Pigs learn what a mirror image represents and use it to obtain information. *Animal Behaviour* 78, 1037–1041.
- Carruthers, P., and Smith, P.K. (1996).** Theories of Theories of Mind (Cambridge University Press).

- Cauchard, L., Boogert, N.J., Lefebvre, L., Dubois, F., and Doligez, B. (2013).** Problem-solving performance is correlated with reproductive success in a wild bird population. *Animal Behaviour* 85, 19–26.
- Cole, E.F., Cram, D.L., and Quinn, J.L. (2011).** Individual variation in spontaneous problem-solving performance among wild great tits. *Animal Behaviour* 81, 491–498.
- Del Hoyo, J. del, Elliott, A., Christie, D.A., and Boles, W. (2007).** Handbook of the birds of the World. 12, Picathartes to tits and chickadees (*Barcelona: Lynx Edicions*).
- Delfour, F., and Marten, K. (2001).** Mirror image processing in three marine mammal species: killer whales (*Orcinus orca*), false killer whales (*Pseudorca crassidens*) and California sea lions (*Zalophus californianus*). *Behav. Processes* 53, 181–190.
- Desjardins, J.K., and Fernald, R.D. (2010).** What do fish make of mirror images? *Biol. Lett.* 6, 744–747.
- Diamond, J., Bond, A.B., Diamond, J., and Bond, A.A. (1989).** Note on the lasting responsiveness of a kea (*Nestor notabilis*) toward its mirror image.
- Dingemanse, N.J., Bouwman, K.M., van de Pol, M., van Overveld, T., Patrick, S.C., Matthysen, E., Quinn, J.L. (2012).** Variation in personality and behavioural plasticity across four populations of the great tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology* 81, 116–126.
- Dunphy-Lelii, S., and Wellman, H.M. (2012).** Delayed self-recognition in autism: A unique difficulty? *Research in Autism Spectrum Disorders* 6, 212–223.
- Duyck, I., and Duyck, J. (1984).** Koolmees, *Parus major*, gebruikt instrument bij het voedselzoeken. *Wielewaal* 50, 416.
- Eglash, A., and Snowdon, C. (1983).** Mirror-Image Responses in Pygmy Marmosets (*Cebuella pygmaea*). *Am. J. Primatol.* 5, 211–219.
- Ennion, H.E. (1962).** Notes on Birds Seen in Aden and the Western Aden Protectorate. *Ibis* 104, 560–562.
- Epstein, R., Lanza, R., and Skinner, B. (1981).** Self-Awareness in the Pigeon. *Science* 212, 695–696.
- Estok, P., Zsebok, S., and Siemers, B.M. (2010).** Great tits search for, capture, kill and eat hibernating bats. *Biol. Lett.* 6, 59–62.
- Fisher, J., and Hinde, R.A. (1949).** The opening of milk bottles by birds. *British Birds* 42, 347–357.
- Gallagher, H.L., and Frith, C.D. (2003).** Functional imaging of “theory of mind.” *TRENDS COGN. SCI.* 7, 77–83.
- Gallup, G. (1970).** Chimpanzees . Self-Recognition. *Science* 167, 86-.

- Gallup, G., and Capper, S. (1970).** Preference for Mirror-Image Stimulation in Finches (*Passer-domesticus domesticus*) and Parakeets (*Melopsittacus undalatus*). *Anim. Behav.* 18, 621-.
- Gallup, G., and Povinelli, D. (1993).** Mirror, Mirror on the Wall Which Is the Most Heuristic Theory of Them All - a Response. *New Ideas Psychol.* 11, 327–335.
- Gallup, G., McClure, M., Hill, S., and Bundy, R. (1971).** Capacity for Self-Recognition in Differentially Reared Chimpanzees. *Psychol. Rec.* 21, 69-.
- Gallup, G., Wallnau, L., and Suarez, S. (1980).** Failure to Find Self-Recognition in Mother-Infant and Infant-Infant Rhesus-Monkey Pairs. *Folia Primatol.* 33, 210–219.
- Gallup Jr, G.G., Anderson, J.R., and Shillito, D.J. (2002).** The mirror test. *The Cognitive Animal: Empirical and Theoretical Perspectives on Animal Cognition* 325–333.
- Gibb, J. (1957).** Food Requirements and other Observations on Captive Tits. *Bird Study* 4, 207–215.
- Gieling, E.T., Mijdam, E., van der Staay, F.J., and Nordquist, R.E. (2014).** Lack of mirror use by pigs to locate food. *Applied Animal Behaviour Science* 154, 22–29.
- Hauser, M., Kralik, J., Bottomahan, C., Garrett, M., and Oser, J. (1995).** Self-Recognition in Primates - Phylogeny and the Salience of Species-Typical Features. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 92, 10811–10814.
- Hauser, M.D., Miller, C.T., Liu, K., and Gupta, R. (2001).** Cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) fail to show mirror-guided self-exploration. *Am. J. Primatol.* 53, 131–137.
- Henry, L., Le Cars, K., Mathelier, M., Bruderer, C., and Hausberger, M. (2008).** The use of a mirror as a “social substitute” in laboratory birds. *Comptes Rendus Biologies* 331, 526–531.
- Heschl, A., and Burkart, J. (2006).** A new mark test for mirror self-recognition in non-human primates. *Primates* 47, 187–198.
- Heschl, A., and Fuchsichler, C. (2009).** Siamangs (*Hylobates syndactylus*) Recognize their Mirror Image. *International Journal of Comparative Psychology* 22.
- Heyes, C. (1994).** Reflections on Self-Recognition in Primates. *Anim. Behav.* 47, 909–919.
- Howell, T.J., and Bennett, P.C. (2011).** Can dogs (*Canis familiaris*) use a mirror to solve a problem? *J. Vet. Behav.-Clin. Appl. Res.* 6, 306–312.
- Howell, T.J., Toukhsati, S., Conduit, R., and Bennett, P. (2013).** Do dogs use a mirror to find hidden food? *J. Vet. Behav.-Clin. Appl. Res.* 8, 425–430.
- Hyatt, C.W. (1998).** Responses of gibbons (*Hylobates lar*) to their mirror images. *Am. J. Primatol.* 45, 307–311.

- InoueNakamura, N. (1997).** Mirror self-recognition in nonhuman primates: A phylogenetic approach. *Jpn. Psychol. Res.* 39, 266–275.
- Itakura, S. (1987).** Use of a Mirror to Direct Their Responses in Japanese Monkeys (*Macaca fuscata fuscata*). *Primates* 28, 343–352.
- Keenan, J.P., Wheeler, M.A., Gallup, G.G., and Pascual-Leone, A. (2000).** Self-recognition and the right prefrontal cortex. *TRENDS COGN. SCI.* 4, 338–344.
- Kohda, M., Hotta, T., Takeyama, T., Horie, S., Yoshimura, N., and Jordan, A. (2012).** Self-recognition in fish: cleaner wrasse passes the mark test. *Congress of the International Society for Behavioral Ecology* 14.
- Kraft, F., Forštová, T., Urhan, A.U., Exnerová, A., Brodin, A. (under review).** No evidence for self-recognition in a small passerine, the great tit (*Parus major*) judged from the mark-mirror test. *Animal Cognition*
- Kusayama, T., Bischof, H.-J., and Watanabe, S. (2000).** Responses to mirror-image stimulation in jungle crows (*Corvus macrorhynchos*). *Anim Cogn* 3, 61–64.
- Ledbetter, D., and Basen, J. (1982).** Failure to Demonstrate Self-Recognition in Gorillas. *Am. J. Primatol.* 2, 307–310.
- Legrain, L., Cleeremans, A., and Destrebecqz, A. (2011).** Distinguishing three levels in explicit self-awareness. *Consciousness and Cognition* 20, 578–585.
- Lethmate, J., and Dücker, G. (1973).** Untersuchungen zum Selbsterkennen im Spiegel bei Orang-Utans und einigen anderen Affenarten1. *Zeitschrift Für Tierpsychologie* 33, 248–269.
- Ma, X., Jin, Y., Luo, B., Zhang, G., Wei, R., and Liu, D. (2015).** Giant pandas failed to show mirror self-recognition. *Animal Cognition* 18, 713–721.
- Macellini, S., Ferrari, P.F., Bonini, L., Fogassi, L., and Paukner, A. (2010).** A modified mark test for own-body recognition in pig-tailed macaques (*Macaca nemestrina*). *Animal Cognition* 13, 631–639.
- Marten, K., and Psarakos, S. (1994).** Evidence of self-awareness in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). In *Self-Awareness in Animals and Humans: Developmental Perspectives*, S.T. Parker, R.W. Mitchell, and M.L. Boccia, eds. (New York, NY, US: Cambridge University Press), pp. 361–379.
- Marten, K., and Psarakos, S. (1995).** Using Self-View Television to Distinguish Between Self-Examination and Social-Behavior in the Bottle-Nosed-Dolphin (*Tursiops truncatus*). *Conscious. Cogn.* 4, 205–224.
- McBride, S.D., Perentos, N., and Morton, A.J. (2015).** Understanding the concept of a reflective surface: Can sheep improve navigational ability through the use of a mirror? *Animal Cognition* 18, 361–371.
- Medina, F.S., Taylor, A.H., Hunt, G.R., and Gray, R.D. (2011).** New Caledonian crows' responses to mirrors. *Animal Behaviour* 82, 981–993.

- Menzel, E., Savagerumbaugh, E., and Lawson, J. (1985).** Chimpanzee (*Pan troglodytes*) Spatial Problem-Solving with the Use of Mirrors and Televised Equivalents of Mirrors. *J. Comp. Psychol.* 99, 211–217.
- Miles, H.L.W. (1994).** me chantek: The development of self-awareness in a signing orangutan. In *Self-Awareness in Animals and Humans*, S.T. Parker, R.W. Mitchell, and M.L. Boccia, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 254–272.
- Mitchell, R. (1993).** Mental Models of Mirror-Self-Recognition - 2 Theories. *New Ideas Psychol.* 11, 295–325.
- Mitchell, R. (1995).** Evidence of Dolphin Self-Recognition and the Difficulties of Interpretation. *Conscious. Cogn.* 4, 229–234.
- Mitchell, R.W. (1997).** A comparison of the self-awareness and kinesthetic-visual matching theories of self-recognition: Autistic children and others. *Ann.NY Acad.Sci.* 818, 39-.
- Nicholson, I., and Gould, J. (1995).** Mirror Mediated Object Discrimination and Self-Directed Behavior in a Female Gorilla. *Primates* 36, 515–521.
- Nissani, M., and Hoefler-Nissani, D. (2007).** Absence of mirror self-referential behavior in two asian elephants. *Journal of Veterinary Science.*
- Parker, S.T., Mitchell, R.W., and Miles, H.L. (1999).** The Mentalities of Gorillas and Orangutans: Comparative Perspectives (Cambridge University Press).
- Patterson, F.G.P., and Cohn, R.H. (1994).** Self-recognition and self-awareness in lowland gorillas. In *Self-Awareness in Animals and Humans*, S.T. Parker, R. W. Mitchell, and M.L. Boccia, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 273–290.
- Paukner, A., Anderson, J.R., and Fujita, K. (2004).** Reactions of capuchin monkeys (*Cebus apella*) to multiple mirrors. *Behavioural Processes* 66, 1–6.
- Pepperberg, I., Garcia, S., Jackson, E., and Marconi, S. (1995).** Mirror Use by African Grey Parrots (*Psittacus erithacus*). *J. Comp. Psychol.* 109, 182–195.
- Plotnik, J.M., de Waal, F.B.M., and Reiss, D. (2006).** Self-recognition in an Asian elephant. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 103, 17053–17057.
- Posada, S., and Colell, M. (2005).** Mirror responses in a group of *Miopithecus talapoin*. *Primates* 46, 165–172.
- Posada, S., and Colell, M. (2007).** Another gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) recognizes himself in a mirror. *American Journal of Primatology* 69, 576–583.
- Povinelli, D. (1989).** Failure to Find Self-Recognition in Asian Elephants (*Elephas maximus*) in Contrast to Their Use of Mirror Cues to Discover Hidden Food. *J. Comp. Psychol.* 103, 122–131.
- Povinelli, D.J. (1987).** Monkeys, apes, mirrors and minds: The evolution of self-awareness in primates. *Hum. Evol.* 2, 493–509.

- Povinelli, D., Rulf, A., Landau, K., and Bierschwale, D. (1993).** Self-Recognition in Chimpanzees (*Pan troglodytes*) - Distribution, Ontogeny, and Patterns of Emergence. *J. Comp. Psychol.* 107, 347–372.
- Prior, H., Schwarz, A., and Güntürkün, O. (2008).** Mirror-Induced Behavior in the Magpie (*Pica pica*): Evidence of Self-Recognition. *PLoS Biology* 6, e202.
- Rajala, A.Z., Reininger, K.R., Lancaster, K.M., and Populin, L.C. (2010).** Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*) Do Recognize Themselves in the Mirror: Implications for the Evolution of Self-Recognition. *PLoS ONE* 5, e12865.
- Reiss, D., and Marino, L. (2001).** Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 98, 5937–5942.
- Roma, P.G., Silberberg, A., Huntsberry, M.E., Christensen, C.J., Ruggier, A.M., and Suomi, S.J. (2007).** Mark tests for mirror self-recognition in Capuchin monkeys (*Cebus apella*) trained to touch marks. *Am. J. Primatol.* 69, 989–1000.
- Sasvari, L. (1979).** Observational-Learning in Great, Blue and Marsh Tits. *Anim. Behav.* 27, 767-.
- Savanah, S. (2013).** Mirror self-recognition and symbol-mindedness. *Biology & Philosophy* 28, 657–673.
- Shillito, D.J., Gallup, G.G., and Beck, B.B. (1999).** Factors affecting mirror behaviour in western lowland gorillas, *Gorilla gorilla*. *Animal Behaviour* 57, 999–1004.
- Soler, M., Pérez-Contreras, T., and Peralta-Sánchez, J.M. (2014).** Mirror-Mark Tests Performed on Jackdaws Reveal Potential Methodological Problems in the Use of Stickers in Avian Mark-Test Studies. *PLoS ONE* 9, e86193.
- Šťastný, K., Bejček, V., and Hudec, K. (2009).** Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice: 2001-2003 (*Praha: Aventinum*).
- Suarez, S.D., and Gallup, G.G. (1981).** Self-recognition in chimpanzees and orangutans, but not gorillas. *Journal of Human Evolution* 10, 175–188.
- Suddendorf, T., and Collier-Baker, E. (2009).** The evolution of primate visual self-recognition: evidence of absence in lesser apes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276, 1671–1677.
- Suddendorf, T., and Whiten, A. (2001).** Mental evolution and development: Evidence for secondary representation in children, great apes, and other animals. *Psychol. Bull.* 127, 629–650.
- Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D., Grant, P.J., and Doležal, R. (2012).** Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého Východu (Ševčík).
- Swartz, K.B., and Evans, S. (1991).** Not all chimpanzees (*Pan troglodytes*) show self-recognition. *Primates* 32, 483–496.

- Swartz, K.B., Sarauw, D., and Evans, S. (1999).** Comparative aspects of mirror self-recognition in great apes. In *The Mentalities of Gorillas and Orangutans*, S.T. Parker, R.W. Mitchell, and H.L. Miles, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 283–294.
- Thompson, R.K.R., and Contie, C.L. (1994).** Further reflections on mirror usage by pigeons: Lessons from Winnie-the-Pooh and Pinocchio too. In *Self-Awareness in Animals and Humans: Developmental Perspectives*, (New York, NY, US: Cambridge University Press), pp. 392–409.
- Tobach, E., Skolnick, A.J., Klein, I., and Greenberg, G. (1997).** Viewing of self and nonself images in a group of captive orangutans (*Pongo pygmaeus abellii*). *Percept. Mot. Skills* 84, 355–370.
- Uchino, E., and Watanabe, S. (2014).** Self-Recognition in Pigeons Revisited. *J. Exp. Anal. Behav.* 102, 327–334.
- de Veer, M.W., and Van den Bos, R. (1999).** A critical review of methodology and interpretation of mirror self-recognition research in nonhuman primates. *Anim. Behav.* 58, 459–468.
- de Veer, M.W., Gallup, G.G., Theall, L.A., van den Bos, R., and Povinelli, D.J. (2003).** An 8-year longitudinal study of mirror self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Neuropsychologia* 41, 229–234.
- de Waal, F.B.M., Dindo, M., Freeman, C.A., and Hall, M.J. (2005).** The monkey in the mirror: Hardly a stranger. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 102, 11140–11147.
- Watanabe, S. (2002).** Preference for mirror images and video image in Java sparrows (*Padda oryzivora*). *Behav. Processes* 60, 35–39.
- Westergaard, G.C., and Hyatt, C.W. (1994).** The responses of bonobos (*Pan paniscus*) to their mirror images: Evidence of selfrecognition. *Hum. Evol.* 9, 273–279.