

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Souvislost motorické a senzorické laterality a směru
chlupového víru u psa domácího (*Canis familiaris*)**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Martina Korejtková

Obor studia: Zájmové chovy zvířat

Vedoucí práce: prof. Ing. Luděk Bartoš, DrSc.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou prací „**Souvislost motorické a senzorické laterality a směru chlupového víru u psa domácího (*Canis familiaris*)**“ vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Ludka Bartoše DrSc., a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

12.4.2019 J. Horáková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Ludřkovi Bartošovi, DrSc. za cenné rady, jež mi uděloval v průběhu psaní mé práce, a za pomoc se statistickým vyhodnocením získaných dat. Dále bych chtěla poděkovat mé kamarádce Bc. Michaele Bártové a mým rodičům za asistenci při získávání dat. A především bych chtěla poděkovat všem majitelům testovaných psů, že byli ochotni se zúčastnit výzkumu a měli nekonečnou trpělivost při provádění testů. Bez nich by tato práce vůbec nemohla vzniknout. Jmenovitě bych chtěla poděkovat Bc. Lucii Bernasové za to, že mi pomohla uskutečnit sběr dat na táboře pořádaném speciálně pro plemeno německý boxer, konaném v Blatné u Písku. Dále bych chtěla poděkovat Kateřině Burešové, že byla ochotná se výzkumu zúčastnit se všemi svými psy, celkem 9 jedinců plemene dalmatin, a dále, že mi pomohla se sháněním dalších majitelů, kteří také vlastní dalmatiny. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat Ing. Jitce Šabatové za umožnění uskutečnění testování celé její smečky čítající 12 příslušníků plemene bígl.

Souvislost motorické a senzorické laterality a směru chlupového víru u psa domácího (*Canis familiaris*)

Souhrn

Diplomová práce „**Souvislost motorické a senzorické laterality a směru chlupového víru u psa domácího (*Canis familiaris*)**“ byla rozdělena na dvě části. V první části diplomové práce byla zpracována literární rešerše na téma lateralita u všech živočichů. Pojem lateralita značí, že tělo není funkční na obou stranách stejně, ale jedna ze stran je ve svém používání upřednostňována. Toto platí, ať už se jedná o preference v používání hrudních či pánevních končetin, ale i pro zrakový či sluchový orgán (Kumar et al. 2012). Lateralita byla po dlouhou dobu považována za jedinečnou vlastnost, kterou disponovali pouze lidé (Rogers & Andrew 2002). V průběhu času se však dospělo k názoru, že tato domněnka byla mylná.

Lateralita byla pozorována u velké části živočichů napříč celou živočišnou říší. Určitým způsobem byli lateralizované ryby (Cantalupo et al. 1995a), obojživelníci (Robins et al. 1998), plazi (Hews et al. 2004), ale i ptáci (Alonso 1998) a savci (Versace et al. 2007). A to jak zástupci žijící ve volné přírodě (Karenina et al. 2010), tak i druhy zvířat chované na farmách, například oslí (Zucca et al. 2011). V souvislosti s lateralitou jsme hovořili o druzích pro nás exotických, jakými byli například sloni (Giljov et al. 2017), ale i o zástupcích živočišné říše, se kterými se mnozí z nás setkáváme denně v podobě našeho nejlepšího přítele. Ano, řeč byla o psovi domácím (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758).

V nedávné době australští vědci Tomkins et al. (2012b) zjistili, že motorickou lateralizaci u psa lze určit pomocí směru, jakým se stáčí chlupový vír umístěný na psí hrudi. Pokud byl tento vír rostoucí směrem, jakým ukazují ručičky na hodinách, byl tento jedinec pravák ve first stepping testu. Tyto poznatky by mohly najít uplatnění při určování vhodných adeptů k výcviku na vodícího psa.

Praktická část této práce byla zaměřená na ověření těchto poznatků: vlivu motorické laterality na směr růstu chlupového víru na psí hrudi. Motorická lateralita byla ověřována pomocí tří různých testů „first stepping“ testu, „kong“ testu a „tape“ testu. Testování se zúčastnilo celkem 61 jedinců psa domácího patřících ke 4 odlišným plemenům. Konkrétně se jednalo o tato plemena: německý boxer, dalmatin, kříženci jack russell teriéra a bígl. Z výzkumu vyplynuly tyto skutečnosti: preference končetin se odlišovala v závislosti na použité metodě. Jako signifikantně závislý na lateralitě psa vyšel pouze vír rostoucí proti

směru hodinových ručiček pro lateralitu vypočítanou z hodnot získaných z kong testu. Na tuto lateralitu mělo ale vliv jak pohlaví, tak plemeno, a do hry vstoupila i interakce pohlaví x plemeno. Všechny tyto proměnné byly signifikantní. Nebyla potvrzena stanovená hypotéza. Výsledky získané v diplomové práci se se studií Tomkins et al. (2012b) neshodovaly.

Klíčová slova: lateralita, pes

Relationship between motor, sensoric and structural laterality in the domestic dog (*Canis familiaris*)

Summary

The diploma thesis „**Relationship between motor, sensoric and structural laterality in the domestic dog (*Canis familiaris*)**“ was divided into two parts. The literature research on the topic of laterality in all animals was compiled in the first part of this thesis. The term laterality means that body functions are not the same on both sides, but one side is preferred in its use. This is true, be it for the preference in the use of anterior limbs or pelvic limbs, but also for the visual and auditory organ (Kumar et al. 2012). For a long time, laterality had been considered a unique feature possessed by human beings only (Rogers & Andrew 2002). However, in the course of time, it was concluded that this assumption was wrong.

Laterality was observed in a large number of animals across the whole animal kingdom. Not only fish (Cantalupo et al. 1995a), amphibians (Robins et al. 1998), reptiles (Hews et al. 2004), but also birds (Alonso 1998) and mammals (Versace et al. 2007) were lateralized in a certain way. This was true not only for wild animals (Karenina et al. 2010) but also for species kept on farms, for example donkeys (Zucca et al. 2011). In connection with laterality, we told about species which were exotic for us, for example elephants (Giljov et al. 2017), but also about members of the animal kingdom which many of us meet every day as our best friend. Yes, we spoke about the domestic dog (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758).

Recently, Australian scientists Tomkins et al. (2012b) reported that motor laterality in the dog can be determined by the direction in which the whorl on the dog's chest rotates. If this whorl grew in the clockwise direction, such a dog was right-handed in first stepping test. These findings could be used in the selection of suitable candidates for the training of assistance dogs.

The practical part of this thesis focused on the verification of these findings: the influence of motor laterality on the direction of the hair whorl growth on the dog's chest. Motor laterality was tested by three different methods (first stepping test, kong test, tape test). 61 representatives of a species domestic dog belonging to four different breeds took part in this testing. This individuals belonged to 4 different breed. Specifically, they belonged to the following breeds: German boxer, Dalmatian, crossbreeds of Jack Russell terrier, and Beagle. The research brought the following findings: the preference of limbs differed according to the method used. Only the whorl which grew counter-clockwise was significant in terms of laterality calculated from the data from the kong test. However and breed had an influence on

laterality and what was more, the interaction sex x breed played a significant role. All of these variables were significant. The entered hypothesis was not confirmed. All of these findings did not conform to those discovered in the study Tomkins et al. (2012b).

Keywords: laterality, dog

Obsah

1 Úvod.....	13
2 Cíl práce.....	15
3 Literární rešerše.....	17
3.1 Lateralita.....	17
3.2 Lateralizace u obratlovců.....	19
3.2.1 Lateralizace u ryb.....	19
3.2.2 Lateralizace u obojživelníků.....	22
3.2.3 Lateralizace u plazů.....	25
3.2.4 Lateralizace u ptáků.....	28
3.2.5 Lateralizace u savců.....	32
3.3 Strukturální lateralita.....	35
3.3.1 Chlupový vír u tura domácího (<i>Bos primigenius f. taurus</i> Linnaeus, 1758).....	35
3.3.2 Vlasové víry u člověka moudrého (<i>Homo sapiens</i> Linnaeus, 1758).....	37
3.3.3 Chlupový vír u koně domácího (<i>Equus ferus f. caballus</i> Linnaeus, 1758).....	38
3.3.4 Chlupový vír u psa domácího.....	39
3.4 Motorická lateralita psa domácího.....	40
3.5 Vizuální lateralita u psa domácího.....	42
3.6 Emoční lateralita u psa domácího.....	43
3.7 Souvislost mezi motorickou, vizuální a strukturální lateralitou psa.....	45
4 Hypotéza.....	47
5 Metodika.....	49
5.1 Subjekty.....	49
5.2 Materiál.....	50
5.3 Prostředí, ve kterém bylo prováděno testování.....	50
5.4 Metodika.....	51
6 Výsledky.....	61
7 Diskuze.....	67
8 Závěr.....	71
9 Seznam použité literatury.....	73
10 Přílohy.....	I

1 Úvod

Otázkou laterality se lidé zabývají již od dob Pierre - Paula Broca, který svůj velký objev přinesl světu v roce 1861. Jeho výzkum položil základy zcela novému vědeckému tématu - lateralitě. Během svých experimentů přišel na zajímavou skutečnost, že levá a pravá mozková hemisféra si nejsou zcela rovnocenné, co se týče anatomické stavby. Konkrétně dospěl k poznání, že planum temporale levé hemisféry je odlišné od planum temporale pravé hemisféry. Je totiž specializované pro produkci řeči (Rogers & Vallotigara 2015). Definice laterality je následující. Jedna strana těla bývá více používána oproti té druhé při provádění různých činností v průběhu dne. Tento jev je možné pozorovat jak na rukách či nohách, tak i na jiných částech těla (Kumar et al. 2012). Může být též pozorován na párových orgánech, jako jsou například oči (Tomkins et al. 2012b), ale i uši (Lemasson et al. 2010), či výrazy projevující se na tváři (Hauser & Akre 2001).

Ve vědeckých kruzích byl po dlouhou dobu rozšířen názor, že lateralita je čistě lidskou vlastností a u jiných živočichů se nevyskytuje (Rogers & Andrew 2002). Tento fakt byl mylný, jak ukazují mnohé studie prováděné na různých zástupcích z živočišné říše patřících do podkmenu obratlovců. Lateralita byla prokázána již u mnohých zástupců nadřády ryb (Cantalupo et al. 1995a; Bisazza et al. 1997; Heuts 1999). Dále u příslušníků třídy obojživelníci (Robins et al. 1998; Robins & Rogers 2004; Robins & Rogers 2005). Též u jedinců zastupujících třídu plazi (Hews et al. 2004; Stancher et al. 2006; Bonati et al. 2008). Tato vlastnost byla objevena i u okřídlených zástupců živočišné říše, tedy ptáků (Alonso 1998; Mckenzie et al. 1998; Vallortigara et al. 1999). Značné pozornosti dosahuje i lateralita projevující se u savců. Ta byla studována i u divoce žijících zvířat. Například můžeme zmínit běluhu severní (Karenina et al. 2010). Dále exotické zástupce, jakými jsou třeba sloni (Giljov et al. 2017) či sobi (Espmark & Kinderas 2002). Nejvíce pozornosti bývá však v souvislosti s lateralitou věnováno domácím zvířatům, jakými jsou například ovce (Versace et al. 2007), osli (Zucca et al. 2011), koně (Murphy & Arkins 2008) či psi (Tan 1987). Lidé využívající těchto zvířat začali toužit po tom, aby dosahovali co nejlepších výsledků a ekonomické rentability. Hledali tedy spolehlivý marker, podle kterého by dokázali určit, jak lateralizovaný je jejich zvířecí společník. Tím by podle všeho mohly být chlupové víry, které se objevují ve zvířecí srsti. Tyto víry se nacházejí i u psů. Výzkum provedený na jedné australské univerzitě Tomkins et al. (2012b) přinesl tyto informace. Hledaným vírem, jenž měl spojitost s motorickou lateralitou, byl vír umístěný na psí hrudi. Hlavním faktorem byl směr jeho růstu. Pes, jehož vír rostl po směru, jakým ukazují hodinové ručičky, dával přednost užití pravé

končetiny ve „first stepping“ testu oproti jedincům, kteří měli vír na hrudi narostlý proti směru hodinových ručiček. V této diplomové práci jsme se rozhodli ověřit, zda se tyto výsledky potvrdí i u psů chovaných v České republice.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo ověřit možnost vztahu mezi motorickou lateralitou a směrem růstu chlupových vírů na hrudi u psů. Motorická lateralita byla zjištěna pomocí tří různých testů (first stepping test, kong test, tape test).

3 Literární rešerše

3.1 Lateralita

První objev týkající se laterality učinil v roce 1861 Pierre – Paul Broca, když našel rozdíl v utváření pravé a levé hemisféry. Konkrétní rozdíl pozoroval na jedné části mozku, spánkovém laloku (*lobi temporales*). Hlavní kontrolu nad tvorbou řeči má levá hemisféra. Po svém objeviteli je toto místo pojmenováno jako Brocovo centrum (Rogers & Vallortigara 2015). Další objevy na sebe nenechaly dlouho čekat a v roce 1874 Carl Wernicke přišel s objevem, že levá hemisféra je nejen dominantní při tvorbě řeči, ale že rovněž zaujímá hlavní roli i v jejím porozumění. Tyto zadní oblasti horního spánkového zářezu (*gyrus temporalis superior*) rovněž nesou název po svém objeviteli a nazývají se Wernickeho oblast (Musiek et al. 2001). Dalším pokračovatelem, který se zabýval tímto tématem, byl Robert Sperry. Ten až v roce 1982, což bylo až o celých 100 let později než jeho předchůdci Pierre – Paul Broca a Carl Wernicke učinili své objevy. Robert Sperry prováděl studie na pacientech, kteří měli rozdělené mozkové hemisféry. Tento zákrok podstoupili kvůli nevládnutelné epilepsii. Sperry zjistil, že tito lidé dokázali číst slova nahlas a pojmenovávat zobrazené předměty pouze tehdy byly-li tyto informace promítnuty do levé hemisféry (Sperry, 1982).

Dále bylo zjištěno, že tyto funkční asymetrie v utváření mozku nesouvisí jen se schopností mluvit, ale jsou platné i pro další činnosti. Dalšími činnostmi, nad kterými přebírá kontrolu levá hemisféra, jsou potravní chování, určování podnětů dle kategorií, pozornost týkající se zaměření na orientační body, cílené pozorování objektů, tedy záměrná pozornost. Dále sem patří prvky chování, které opakujeme každý den, jsou pro nás rutinní. Levá hemisféra také souvisí s dlouhodobou pamětí. Naopak pravá hemisféra je zodpovědná za reakci na podněty, které se objeví náhle, a za silné emoční projevy (strach, agrese). Dále se díky ní dokážeme orientovat v prostoru, rozpoznáme v davu cizích lidí známé tváře, vnímáme podněty, aniž bychom o tuto pozornost stáli (bezděčná pozornost), a používáme krátkodobou paměť. Pravá hemisféra je dokonce zodpovědná za to, že se projevujeme jako sociální tvorové. Řídí projevy sociálního chování (Rogers & Vallortigara 2015).

Odlišnosti ve funkčním utváření jednotlivých hemisfér vznikly proto, aby se snížila duplikace nervových procesů a v důsledku tohoto jevu se zvýšila mozková kapacita pro kognitivní funkce (Rogers 2002). Asymetrie v používání nebyly zaznamenány pouze pro funkční utváření mozkových hemisfér, ale projevují se i v rozdílné frekvenci užití pravé či levé horní končetiny, tzv. motorická lateralizace (Tomkins et al. 2010a). Ve studii

MacNeilage et al. (2009) je uvedeno, že nervové spojení týkající se funkce těla, je provedeno kontralaterálním způsobem. Jinak řečeno pravá strana těla je ovládána pomocí levé kůry mozkové a levá strana těla je naopak pod vlivem pravé kůry mozkové (Sun & Walsh 2006). Za dlouhou dobu, co byla lateralita zkoumána, vzniklo mnoho studií. Nicméně pro existenci kognitivních rozdílů mezi leváky a praváky bylo objeveno jen málo důkazů. Několik jich zřetelně vyplývá na povrch, např.: existence vyšší variability u lidí preferujících levou horní končetinu (15 % leváků disponuje specializací pravé hemisféry pro jazykové schopnosti ve srovnání s pouze 4 % praváků). Rozdíly v kognitivních schopnostech předurčuje spíše konzistence v chování souvisejícím s používáním jedné horní končetiny oproti druhé než to, zda je preferována levá či pravá strana. U lidí, kteří dávají přednost užívání pravé ruky místo levé, je toto chování více stejnoměrné, než u jedinců preferujících opačnou horní končetinu. Výzkumy prováděné v minulosti se zaměřovaly spíše na preferenci konkrétní strany, než že by věnovaly pozornost konzistenci tohoto typu chování. V důsledku toho je možná někdy mylně spojováno leváctví s rozdíly v kognitivních schopnostech namísto nevyhraněnosti v preferencích horních končetin (Porac 2015).

Výzkumy zabývající se neurovědou prokázaly, že obě hemisféry se účastní většiny typů chování, např. levá hemisféra souvisí s produkcí řeči, avšak pravá hemisféra má také podíl na aktivitách souvisejících s jazykovými schopnostmi. Navíc se lateralita mění s věkem. U jednoletých dětí byly zaznamenány tendence používání jedné hemisféry k danému úkolu, u dospělých se tento rozdíl stírá. Bylo zjištěno, že čelní lalok pravé hemisféry je utvářen podobně jako tento lalok u levé hemisféry (Kolb & Whishaw 2015). Jiná studie, Jang et al. (2017), uvedla přítomnost rozdílů v utváření bazálních ganglií u praváků a leváků. Bazální ganglia a jejich části globus pallidus a putamen jsou důležitými členy podílejícími se na kontrole pohybu (Stocco et al. 2010). Putamen nacházející se na pravé straně a zároveň globus pallidus na straně opačné, dosahovaly většího objemu u lidí, kteří nepreferovali pravou ruku (Jang et al. 2017). Leváci dle poznatků ze studie Judge & Stirling (2003) disponovali lepší schopností ovládat jejich pravou ruku, než praváci dokázali ovládat jejich levou ruku.

Stále je obecně platná informace o tom, že levá hemisféra je specializovaná pro schopnosti související s řečí, a pravá hemisféra hraje hlavní úlohu ve vizuálně prostorových úkolech. Avšak zůstává tu mnoho nezodpovězených otázek týkajících se kooperace mezi oběma hemisférami (Kolb & Whishaw 2015). Nejnovější objev, zaznamenaný v souvislosti s leváctvím a praváctvím, přinesla studie Ocklenburg et al. (2017). Lateralizace je způsob organizace nervového systému, avšak faktory určující zda z jedince vyroste pravák či levák zůstávají zatím skryté. Vědci se dříve domnívali, že hlavní roli v rozdílné preferenci horních

končetin hraje asymetrické utváření mozkové kůry. Nicméně bylo prokázáno, že již lidské plody disponovali rozdílným používáním horních končetin, a to i v době, kdy ještě neexistovalo funkční spojení mezi míchou a mozkovou kůrou. V této studii byla provedena analýza lidského genomu týkající se exprese mRNA a metylace DNA v krční a přední hrudní části míšních segmentů 5 plodů. Jednalo se o gen TGF- β , u kterého dochází k metylaci na ostrůvčích CpG. Asymetrie v expresi tohoto genu procházejí epigenetickou regulací. Rozdíly v expresi tohoto genu jsou regulovány miRNA. Právě tyto mechanismy pro epigenetickou regulaci v míše byly klasifikovány jako faktor stojící na počátku volby, zda jedinec bude preferovat pravou či levou horní končetinu.

Lateralita se na přelomu 70. a 80. let 20. století stala často studovaným jevem, který je možné pozorovat jak u obratlovců, tak i u bezobratlých živočichů (Rogers & Andrew 2002). O lateralizaci u jednotlivých tříd obratlovců je pojednáváno v další části literární rešerše.

Z důvodu přehlednosti byla lateralita dále rozdělena na vizuální, motorickou, emoční a strukturální.

Vizuální lateralita:

Preference v používání pravého a levého oka jako následek rozdílného utváření mozkových hemisfér (Tomkins et al. 2012b).

Motorická lateralita:

Častější užívání jedné strany těla či končetiny během konání rozličných činností (Tomkins et al. 2010a).

Emoční lateralita:

Asymetrie ve funkčnosti související s emocemi (Quaranta et al. 2007).

Strukturální lateralita:

Rozdíly pozorované na odlišném uložení jednotlivých tělesných orgánů, například srdci, či ve zcela jiné podobě a to konkrétně směr, jakým se stáčí víry na psí srsti (Tomkins & McGreevy 2010a; Tomkins & McGreevy 2010b)

3.2 Lateralizace u obratlovců

3.2.1 Lateralizace u ryb

Vizuální lateralizace u ryb

Nejčastěji byla lateralita u ryb studována na druhu (*Girardinus falcatus* (Eigenmann, 1903)) neboli živorodce okaté. Výzkumem laterality u mladých a dospělých jedinců se zabývala práce Cantalupo et al. (1995a). Bylo zjištěno, že u nedospělých jedinců vystavených

atrapě predátora převládál úhybný manévr směrem doprava během prvního testování. S následujícími pokusy se směr útěku měnil a převažovalo levostranné otáčení. Byly-li přítomnosti predátora vystaveny adultní formy živorodky okaté, nebyla zaznamenána silná četnost vyhýbání se směrem doprava při plnění počátečních pokusů. Se stoupajícím počtem opakování se ryby otáčely doleva. Tyto asymetrie byly pozorovány na úrovni populace. Ve studii Facchin et al. (1999) byly ryby tohoto druhu testovány na preferenci strany, kterou obeplavaly překážku, za níž se skrývala atrapa predátora. Ryby preferovaly plout kolem bariéry po její levé straně, aby pravé oko směřovalo na útočníka a levé skenovalo okolí. Tento způsob převládál v celé populaci, nicméně se objevili i jedinci, kteří se vyhýbali překážce po její pravé straně, a ti predátora pozorovali levým okem. Byli zaznamenáni i jedinci, kteří nepreferovali žádnou ze stran. Předchozí studie se shoduje s Bisazza et al. (1997) v tom, že jedinci tohoto druhu obeplouvají bariéru po levé straně, jestliže se za ní skrývá predátor. Navíc bylo zjištěno, že samci pluli po pravé straně zábrany, pokud se za ní nacházela samice. V případě, že před ně byla umístěna neprůhledná překážka, obraceli se na pravou stranu. Dále byly v této studii zkoumány i další druhy ryb, a to konkrétně živorodka Holbrookova (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859), gambusie nikaragujská (*Gambusia nicaraguensis* Günther, 1866), živorodka duhová (*Poecilia reticulata* Peters, 1859), gambusenka Rosenova (*Brachyrhaphis roseni* Bussing, 1988). Druh gambusenka Rosenova při testu, během kterého měli samci získat přístup k samicím, dosahoval stejných výsledků jako živorodka okatá, tedy bariéru míjel po pravé straně. Zatímco druhy živorodka Holbrookova, gambusie nikaragujská a živorodka duhová obeplouvaly zábrany zleva. U testů, kdy byl použit predátor a neprůhledná překážka, bylo zjištěno, že živorodka Holbrookova reagovala stejně jako živorodka okatá. Když byla ryba vystavena situaci, ve které byla před ní postavena neprůhledná překážka, překonávala ji po pravé straně. Pokud se za zábranou nacházel predátor, byla překonávána obeplutím z levé strany. Autoři této studie se domnívají, že by tento pozorovaný rozdíl mohl být způsobený různou úrovní motivace k páření v neznámém prostředí. Tento fakt podporuje i zjištění, že u druhů gambusenka Rosenova a živorodka okatá bylo méně pozorováno rozmnožovací chování po přemístění jedinců do cizího akvária.

Na výzkum laterality konkrétně u druhu gambusenka Holbrookova se ve své práci zaměřili Santi et al. (2000). Jejich závěry byly shodné se studií Bisazza et al. (1997). Druh gambusenka Holbrookova byl v této studii vystaven atrapě predátora a navíc byla zkoumána reakce na odraz v zrcadle. Když byli jedinci testováni bez přítomnosti predátora, vykazovali levostranné preference při pozorování svého odrazu v zrcadle. Naopak při přítomnosti atrapy jejich lovce bez použití zrcadla byly zaznamenány jiné skutečnosti. Pokud byly ryby od

predátora ve značné vzdálenosti, kontrolovaly okolí levým zorným polem. Jestliže se testování jedinci dostali do blízkosti atrapy, reagovali na ni svým pravým okem. Tyto preference se vyskytovaly na úrovni populace.

Reakci na odraz v zrcadle u druhu bojovnice pestrá (*Betta splendens* Regan, 1910) zachycuje dílo Cantalupo et al. (1995b). Ryby byly testovány nejprve za pomoci zrcadla a po uplynutí dvou měsíců za přítomnosti samice. Jedinci druhu bojovnice pestré nevykazovali lateralizaci na populační úrovni, ale na úrovni jedinců. Lateralizace u tohoto druhu byla pozorována během útočného a epigamního chování. U samců byla zjištěna stálost v preferenci zorných polí při pozorování zrcadlového obrazu a dále, pokud samec preferoval jednu stranu více než druhou, trávil i více času natočen tímto směrem. Ke shodným závěrům se dospělo i při testování lateralizace při námluvách.

Jiný pohled na lateralizaci u ryb nabízí studie Heuts (1999). V tomto díle není lateralita zkoumána ve smyslu preference zorného pole, ale autor se zaměřil na různé uspořádání rybích svalů. Ryby byly stimulovány vibracemi. Konkrétně byly pozorovány tyto rybí druhy dánio pruhované (*Brachydanio rerio* (Hamilton, 1822)), karas zlatý (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)), živorodka duhová (*Poecilia reticulata*), tlamoun mosambický (*Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852)), kančík příčnopruhý (*Archocentrus nigrofasciatus* (Günther, 1867)), pestřenec proužkovaný (*Neolamprologus multifasciatus* (Boulenger, 1906)) a pestřenec tanganický (*Neolamprologus brichardi* (Poll, 1974)). Dospělo se k závěru, že druhy dánio pruhované a karas zlatý reagují na stimuly otočením jejich trupu směrem doprava, zatímco u druhů živorodka duhová, tlamoun mosambický, kančík příčnopruhý, pestřenec proužkovaný a pestřenec tanganický nic podobného prokázáno nebylo. Pokud se testování jedinci otáčeli na pravou stranu, tento pohyb byl prováděn v rychlejším tempu než při obrácení na opačnou stranu. U samic druhu dánio pruhované bylo zaznamenáno i pomalé zatačení na pravou stranu v době, kdy na samice nepůsobily rušivé vlivy v podobě samčího útoku. Autoři studie tento rozdíl vysvětlují na základě různého uspořádání svalové hmoty, kdy bílé svalové vlákno slouží k rychlému pohybu a červené naopak k pohybu pomalému. Toto uspořádání se projevuje zejména na uspořádání trupu příslušníků druhu dánio pruhované, a to konkrétně na konstituci ocasní svaloviny. Důvod, proč se tento mechanismus chování vyskytl právě u jedinců druhu dánio pruhované a u jiných zkoumaných druhů se neprojevil, by mohl být vysvětlen častějšími útoky predátorů v otevřených vodách. Proto druhy ryb žijící v tomto prostředí musely vyvinout různé strategie na svoji ochranu, kam může patřit i lateralizace, a přítomnost vyvinutější svaloviny oproti druhům, které žijí při dně (Heuts 1999).

Dle asymetrií v anatomické stavbě těla ryb nelze předpovědět, jak bude lateralizováno jejich chování. Lateralizace se vyvinula jako součást adaptace živočichů, nebyla dílem náhody. Například proto by jenynsie pruhovaná (*Jenynsia lineata* (Jenyns, 1842)) měla být soliterně žijící živočich jen s nízkou úrovní vnitrodruhové komunikace (Bisazza et al. 1996). Toto tvrzení je s předchozí studií v rozporu. V této práci byla morfologická lateralizace pozorována u druhu jenynsie pruhovaná. Lateralizace se u tohoto druhu vyskytla jen na úrovni jedinců (Bisazza et al. 1996).

Emoční lateralizace u ryb

Ryby mají schopnost reagovat na podněty vyvolávající emoce rozdílně dle pohlaví. U samic blíže nespecifikovaného druhu cihlid se více objevovala lateralizace na stimuly vyvolávající kladné odpovědi, například potrava, zatímco samci toho rodu reagovali silněji na podněty působící negativně. Tento jev se nevyskytoval na populační úrovni. Mohl by být způsoben rozdílnými funkcemi rodičů při výchově mláďat (Reddon & Hudrd 2009). Hlavním úkolem samice je zajištění potravy, naproti tomu samci mají roli ochránce (Budaev et al. 1999).

3.2.2 Lateralizace u obojživelníků

Vizuální lateralizace

Vizuální lateralizace byla u žab pozorována během krmení, a to jak při chytání kořisti, tak i při útočných reakcích žab na příslušníky stejného druhu. Jednou ze studií, která se tímto tématem zabývala, je studie Robins & Rogers (2006). Vizuální lateralizace v této práci byla sledovaná na jedincích druhu ropucha obrovská (*Bufo marinus* (Linnaeus, 1758)). Těmto živočichům byla podána potrava, která pro ně byla známá, dále i kořist, se kterou se nikdy nesečkali, a také se zde autoři zabývali pozorováním agonistických reakcí žab na příslušníky svého druhu. Výsledky ukázaly, že jedinci druhu ropucha obrovská vykazovali pravostranné preference při chytání kořisti, kterou běžně loví, zatímco na další jedince svého druhu útočili tak, aby je měli ve svém levém zorném poli. Stejným způsobem, tedy s levostrannou preferencí, reagovali i na kořist, se kterou se nikdy nesečkali. Ve studii Robins & Rogers (2004) je uvedeno, že příslušníci druhu ropucha obrovská častěji útočili na hmyz, jehož směr pohybu směřoval z levého zorného pole do pravého, tedy po směru hodinových ručiček, než na hmyz, který mířil na opačnou stranu. To se shoduje s předchozí studií v bodě, kde se uvádí, že ropucha obrovská preferovala sledování kořisti pravým okem. Studium této problematiky na stejném druhu se zabývali i autoři Robins et al. (1998). Tato práce také zkoumala žáby v průběhu jejich krmení, ale není zaměřená na studium preference zorných polí uplatňujících

se při lovu hmyzu, ale její zaměření je čistě na lateralizaci útočného chování vůči příslušníkům stejného druhu. Závěry jsou stejné. Jedinci ropuchy obrovské útočili na ostatní příslušníky tak, aby je při útoku viděli ve svém levém oku. Ve studii Robins & Rogers (2005) byla na jiném druhu žáby zkoumána jak reakce na kořist, tak i agrese vůči příslušníkům stejného druhu. Zkoumaným druhem byla rosnice siná (*Litoria caerulea* (White, 1790)). Výzkum přinesl zjištění, že u jedinců druhu rosnice siné existovala levostranná preference, pokud žáby útočily na příslušníky svého druhu. To je s výsledky předešlé studie ve shodě. Dále byla zkoumána i preference zorného pole při lovu hmyzu. Žáby dávaly přednost používání pravého oka, ale výsledky nedosahovaly statisticky významné hodnoty na rozdíl od studie Robins & Rogers (2006). Vizuální lateralizace pozorovaná u obojživelníků je srovnatelná s lateralizací vyskytující se u vyšších savců během provádění stejných prvků chování (Robins & Rogers 2005).

Motorická lateralizace

Motorická lateralizace vyskytující se u žab se dá studovat konkrétně dvěma rozdílnými způsoby a to „snout-wiping“ testem, který spočívá v preferenci končetiny používané k odstraňování vlhkého proužku papíru, plastového drátu či malého balónu umístěného na žabí tlamu. Druhá metoda se nazývá „aquatic-righting“ test, ten probíhá následovně. Žába je přetočena v horizontální rovině. K tomu, aby se opět dostala do správné polohy, musí se přetočit nazpět. K tomuto úkonu používá jednu přední končetinu a vědci zkoumají, jestli jedinec některou z končetin preferuje (Robins & Rogers 2005).

Studiem motorické laterality u žab pomocí „aquatic-righting“ testu se zabývaly studie (Robins et al. 1998; Malashichev 2006). V práci Malashichev (2006) byl použit i „snout-wiping“ test. Výzkum byl proveden na pěti různých druzích žab, konkrétně se jednalo o druhy rosnice siná (*Litoria caerulea*), skokan hnědý (*Rana temporaria* Linnaeus, 1758) a skokan krátkonohý (*Rana lessonae* Camerano, 1882), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)), rohatka ozdobná (*Ceraptohrys ornata* (Bell, 1843)). Druhy nebyly vybírány zcela náhodně, ale dle různého pohybového vzoru. Hypotéza říká, že stupeň motorické lateralizace se liší způsobem pohybu. Druhy, které se pohybují pomocí chůze či lezení, budou mít vyšší stupeň motorické lateralizace než druhy, které se přemisťují z místa na místo pomocí skoků a záběry při plavání. Jedinci druhu rosnice siné byli lateralizováni na úrovni populace a lateralizaci vykazovali jak na zadních končetinách, tak na předních. Pro tento druh je charakteristická především chůze či lezení, anebo krátké skoky. Příslušníci druhů skokana hnědého a skokana krátkonohého lateralizováni nebyli. Rody (*Rana spp.*) a (*Bombina spp.*) se vyznačují symetrickým pohybem končetin, který je typický pro skákání a plavání. Žába druhu

blatnice skvrnitá vykazovala statisticky významné preference pouze v používání zadních končetin. Tato žába hrabe v substrátu, ale k této činnosti využívá výhradně zadní končetiny. Jedinci druhu rohatka ozdobná využívají své zadní končetiny kromě hrabání také k navádění kořisti. Jejich lateralizace se shodovala s předchozím druhem blatnicí skvrnitou, jen s tím rozdílem, že jejich lateralita měla jiný směr. Autoři jiné studie Robins et al. (1998) ke studiu používali jedince tří druhů: ropuchy obrovské, ropuchy zelené (*Bufo viridis* (Laurenti, 1768)) a ropuchy obecné (*Bufo bufo* (Linnaeus, 1758)). Žáby těchto druhů používaly hlavně zadní končetiny k přetáčení se do správné pozice a přední končetiny používaly jen minimálně. Navíc bylo zjištěno, že se směr laterality se posouval ve dnech. Příslušníci druhu ropucha obrovská nejdříve vykazovali signifikantní pravostranné preference v používání zadní končetiny, ale později už jedinci nevykazovali žádné významné hodnoty ve smyslu, že by přednostně používali některou zadní končetinu. U jedinců ropuchy zelené byl také zaznamenán posun v dávání přednosti jedné zadní končetině, a to konkrétně levé, po dvou dnech, kdy probíhalo testování. Naopak u druhu ropuchy obecné byly po této době zaznamenány tendence k posunu laterality směrem doprava.

Příslušníky druhu ropuchy zelené si pro svůj výzkum zvolili i v následující práci Sovrano (2007). Metoda studia byla odlišná od předchozích prací. Vychází ze „snout-wiping“ testu, jen je více přirozená. Žábě není nic umísťováno na tlamu, ale zjišťují se spontánní reakce, spočívající v upřednostňování jedné přední končetiny během krmení. Z výsledků vyplynulo, že jedinci druhu ropuchy zelené vykazovali levostranné preference pro používání přední končetiny ke zkoumání a přenosu živých larev do tlamy.

Modifikaci druhé metody „righting“ testu provedli ve studii Robins & Rogers (2005). Jako zkoumaný druh byla zvolena žába rosnice siná, pocházející z Austrálie, která se vyznačuje tím, že žije na stromech. Preference přední končetiny byla zjišťována při šplhání. Příslušníci tohoto druhu používali pravou přední končetinu v úkonech, na jejichž provedení bylo třeba použít sílu. Dále bylo zjištěno, že přednostně užívali pravou zadní končetinu jako kontrolní, při šplhání do kolmé pozice po té, co byly žáby obráceny ve vertikální rovině. Toto zjištění se shoduje se studií Malaschiev (2006) v tom, že jedinci tohoto druhu měli lateralizované přední i zadní končetiny. Není ve shodě s prací Robins et al. (1998), ve které byli příslušníci druhů ropuchy obrovské a ropuchy zelené lateralizováni spíše směrem doleva. Jen jedinci druhu ropuchy obecné vykazovali spíše pravostranné preference, ale až po dvou dnech testování. Na rozdíl od ropuch mají žáby druhu rosnice siné větší mozek. Jako ostatní žáby, které obývají prostředí lesa, mají zvětšenou jednu konkrétní část mozku, cerebellum. To

by mohlo být zvětšeno jako důsledek přizpůsobení se životu v trojdimenzionálním prostoru, ale telencephalon ani optické tektum zvětšené nejsou (Taylor et al. 1995).

3.2.3 Lateralizace u plazů

Vizuální lateralizace

Vizuální lateralizace u plazů byla stejně jako u obojživelníků pozorována v souvislosti s krmením a také při projevech agresivního chování vůči jedincům stejného druhu. Lateralizací agresivního chování u druhu leguánka (*Sceloporus virgatus* Smith, 1938) se zabývala práce Hews et al. (2004). Tato práce byla zaměřená konkrétně pouze na samičí pohlaví. Oplodněné samice tohoto druhu leguánka vykazovaly levostrannou oční preferenci při agresivních projevech vůči dvořícím se samcům. Samice tohoto druhu leguánka si ponechávají vajíčka v kloace 3 až 4 týdny před naklazením, což může způsobovat jejich případnou agresivitu vůči samcům (Weiss 2002).

Studiem vizuální lateralizace v souvislosti s příjmem potravy se zabývaly práce Bonati et al. (2008) a Csermely et al. (2010). V obou byli studovaným živočichem jedinci druhu ještěrky zední (*Podarcis muralis* (Laurenti, 1768)). První jmenovaná studie Bonati et al. (2008) se zabývala studiem lovu pouze kořisti, kterou ještěrky předem znaly. Příslušníci druhu ještěrky zední vykazovali lateralitu na úrovni jedinců. Bylo připuštěno, že jedinci tohoto druhu mohou být lateralizovaní i na úrovni populace, ale toto tvrzení nebylo statisticky podpořeno. Ještěrky dávaly přednost pohledu na kořist svým pravým okem. Ve druhé práci Csermely et al. (2010) byl pro studium vizuální laterality zvolen „detour“ test. Ten byl použit dříve pro studium vizuální laterality u ryb (Bisazza et al. 1997; Facchin et al. 1999). Test prošel modifikací. Za průhlednou překážkou byla umístěna potrava: larvy brouka druhu potměníka moučného (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758), zatímco v předchozích studiích byl za překážkou predátor. Ještěrky tohoto druhu preferovaly obcházení překážky z levé strany. To značí, že dávají přednost pozorování kořisti pravým zorným polem za použití levé hemisféry. Dále bylo zjištěno, že kořist byla tímto okem pozorována delší dobu, což potvrzuje, že se jedná o vizuální lateralizaci a ne lateralizaci motorickou. Ještěrky byly lateralizované jak na úrovni jedinců, tak i na úrovni populace. Na individuální úrovni bylo zjištěno jen nízké procento lateralizovaných jedinců. Studie Bonati et al. (2008) a Csermely et al. (2010) se spolu shodují ve směru vizuální lateralizace související s predátorským chováním, ale neshodují se v tom, na jaké úrovni byla lateralita pozorována. Naproti tomuto se studie Bonati et al. (2010) věnovala výzkumu laterality pozorované při útěku. Studovaným druhem byla opět ještěrka zední. Ještěrky byly vystrašeny predátorem, který se nacházel za

jejich zády. Ještěrky pro útěk nevolily přímou trasu, ale zatačely směrem doprava. To není důsledek motorické, ale vizuální lateralizace. Vylekaní jedinci ještěrky zední během úniku před predátorem přerušovaly běh a otáčely svoji hlavu směrem na levou stranu, aby se ohlédly po pronásledovateli. Navíc únikový manévr směrem doprava umožňoval ještěrkám pozorovat větší část terária levým okem. Preference pro útěk směrem doprava byla potvrzena i experimentem, ve kterém ještěrky neměly možnost běžet rovně a musely si tedy zvolit zatočení do pravého či levého ramene tunelu. Ještěrky v tomto experimentu volily pravé rameno tunelu. To potvrzuje výsledky zjištěné v prvním pokusu. Studie Csermely & Bonati (2011) se zabývala výzkumem lateralit v souvislosti s průzkumem nového prostředí. Ke studiu též byli použiti jedinci druhu ještěrky zední. U ještěrek byla pozorována preference levého zorného pole při otáčení hlavy během průzkumu bludiště a též při vystupování z neprůhledného boxu. Toto upřednostňování bylo zaznamenáno jak na úrovni jedinců, tak v rámci celé populace. Pokud jedinci byli vystaveni průzkumu tunelu, jež měl podobu tvaru písmene T, dávali zkoumaní jedinci přednost jeho levému rameni a během tohoto experimentu nebyly zaznamenány žádné pohyby hlavou směrem do stran. Tato studie Csermely & Bonati (2011) se s předchozími studii (Bonati et al. 2010) shoduje v udávaném směru lateralit, což značí, že explorační a antipredační chování jsou pod přímou kontrolou pravé hemisféry. Ještěrky projevovaly levostrannou oční preferenci pozorovanou během útěku před predátorem a při průzkumu neznámého prostředí.

U želv byla také zkoumána vizuální lateralizace, a to v reakci na sociální stimuly v práci Sovrano et al. (2018). Jako model vhodný pro studium byl zvolen druh želva zelenavá (*Testudo hermanni* Gmelin, 1789). Bylo pozorováno, jak se želvy chovají v přítomnosti či nepřítomnosti zrcadel. Pokud nebyly želvy vystaveny přítomnosti zrcadel, preferovaly při pozorování pravé zorné pole. Jestliže byla do terária přidána zrcadla, želvy naopak dávaly přednost kontrole okolí pomocí levého oka, jež je pod vlivem pravé hemisféry. Což je ve shodě s prací Hews et al. (2004) týkající se preference levého oka při projevech agresivního chování u druhu leguánka (*Sceloporus virgatus*). Též se shodují se studii Csermely & Bonati (2011) zaměřené na studium lateralizace projevující se během exploračního chování. Navíc bylo zjištěno, že želvy vykazovaly přednostní používání pravé končetiny pro začátek pohybu, pokud byla v teráriu přítomna zrcadla (Sovrano et al. 2018).

Motorická lateralizace

Výzkumem motorické lateralizace u plazů se zabývala práce Malashichev (2016). Pro výzkumné účely byli zvoleni netypičtí zástupci z řádu želvy. Jedná se o dva konkrétní druhy kareta obrovská (*Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)) a kareta zelenavá (*Lepidochelys olivacea*

(Eschscholtz, 1829)). V této práci byl pro určení motorické laterality použit „righting“ test. Ten byl využit už pro studium motorické laterality u obojživelníků (Robins et al. 1998; Malashichev 2006). Želvy jsou během testu přetočeny v horizontální rovině, tedy položeny krunýřem na podklad. Lateralizace byla zjištěna jak u příslušníků druhu karety obrovské, tak i u jedinců druhu karety zelenavé, jak na úrovni jedinců, tak i na populační úrovni. I když na této úrovni byla lateralizace slabá, ale zároveň čistá. Želvy druhu karety obrovské dávaly přednost přetáčení se zpět přes pravou stranu, zatímco želvy druhu karety zelenavé preferovaly při přetáčení stranu opačnou, tedy levou. Oba druhy se též lišily v síle pozorované laterality. Druh kareta obrovská vykazoval nižší úroveň lateralizace s většinou jedinců bez stranových preferencí. Naproti tomu příslušníci druhu karety zelenavé projevovali větší sílu laterality a též se v tomto druhu vyskytoval i vyšší počet jedinců, kteří tíhli k přetáčení se přes jednu stranu častěji než přes druhou. Tyto rozdíly se dají vysvětlit dvěma možnými mechanismy. První z nich zní následovně. Existují 3 rovnovážné třídy želv: S1, S2 a S3. Jednotlivé třídy se mezi sebou liší dle počtu stabilních balančních bodů, které mají želvy na krunýři. Třída S1 vlastní 1 bod, třída S2 má 2 stabilní místa a u třetí třídy se nacházejí hned 3 opěrné body. Do druhé třídy náleží většina mořských želv, tedy i druhy kareta obrovská a kareta zelenavá. Jeden stabilní bod je umístěn na plastronu spodní části krunýře a druhý na karapaxu horní části krunýře. To tvoří hranici mezi stabilní polohou a polohou nestabilní. Tato hranice se dá překonat pouze silou, tvořenou tlakem želví hlavy proti povrchu s extrémně nataženým krkem (Domokos & Varkonyi 2008). Druhý princip se zdá více pravděpodobnější. Druhy želv se liší druhem pohybu stejně jako obojživelníci. Existují želvy, které se pohybují asynchronně, ale i druhy, které se pohybují naopak synchronně. Druhy zkoumané v práci Malashichev (2016) využívají k přesunu z místa na místo asynchronní pohyby končetin. Kareta zelenavá předvádí asynchronní pohyby čerstvě po vylíhnutí. Tento způsob pohybu je zachován i u dospělých samic po době dlouhé i 30 let. Tento typ pohybu se dá u želv pozorovat, pokud se pohybují po pláži. Druhý zkoumaný druh kareta obrovská disponuje asynchronním pohybem končetin pouze čerstvě po vylíhnutí (Wyneken 2000). Z „righting“ testu vyplynulo, že příslušníci druhu karety obrovské vykazovali nižší míru laterality. Tím byl potvrzen trend objevený u obojživelníků (Malaschiev 2006). Želvy, které volí jako častější způsob pohybu asynchronní typ, tedy střídání protilehlých končetin pravá hrudní a levá dolní končetina, jsou užity současně. Prokazovaly větší sílu lateralizace při uplatňování „righting“ reflexu. Mohou tedy společně s obojživelníky představovat fenomén uplatňující se napříč u všech obratlovců, jež mají čtyři končetiny (Malashiehev 2016). V práci Stancher et al. (2006) byl také použit „righting“ reflex jako ukazatel motorické

lateralizace a ke studiu byl opět zvolen řád želvy. Jen pro účely výzkumu byl zvolen jiný druh želva zelenavá. Jedinci tohoto druhu byli lateralizováni, a to jak na úrovni jedinců, tak na úrovni populace. V přetáčení preferovali pravou stranu. Studie Malashiechev(2016) a Stancher et al. (2006) se spolu shodují. Obě uvádějí, že u želv existuje preference ve výběru strany, přes kterou se přetočí zpět. Navíc existuje i možná souvislost mezi typem pohybu a silou laterality. Želva zelenavá patří mezi suchozemské želvy a pohybuje se převážně pomocí chůze, tedy pohybu asynchronního, a z výzkumu vyplynulo, že se jedná o želvu s největší mírou laterality „righting“ reflexu (Malashiechev 2016).

3.2.4 Lateralizace u ptáků

Vizuální lateralizace

Vizuální lateralizace u ptáků může být pozorována stejně jako u plazů při konzumování potravy. Tímto typem chování se zabývala studie Alonso (1998). Zkoumaným ptačím druhem byla zebřička pestrá (*Taeniopygia guttata* (Vieillot, 1817)). Pro studium vizuální laterality byl zvolen „pebble-floor“ test. Jedná se o test, během kterého ptáci hledají zrní, jenž je rozptýleno na zemi mezi korálky. Ty jsou napevno přilepeny k podlaze, aby je ptáci nemohli sezobnout. Korálky se svým vzhledem podobají zrní. Během testu je zaznamenáno každé klovnutí do korálku či do zrna (Dharmaretnam & Rogers 2005). Testování ptáci v uvedené práci Alonso (1998) měli na hlavě čepičky tak, aby měli zakryté pouze pravé či levé oko. V případě, že ptáci měli zakryté levé oko, byla zaznamenána vyšší četnost klovnutí do korálku než ve variantách, kdy ptáci měli možnost používat pravé oko či obě oči současně, ale tento jev byl pozorován až v konečné fázi testování. Dále bylo zjištěno, že samci byli v rozlišování zrn od korálků úspěšnější. Trend úspěšnějšího používání pravého zorného pole by mohl být dán specializací levé hemisféry ke kategorizaci potravy, ale počáteční souhlasné hodnoty získané pro pravé i levé zorné pole napovídají, že pravá hemisféra je prioritní pro reakci na nové stimuly. Studie William et al. (2001) se zabývala naopak lateralizací ve smyslu antipredačního chování. Pro výzkum byly vybrány dva druhy vrabců strnadc zimní (*Junco hyemalis* (Linnaeus,1758)) a strnádka pokřovní (*Spizella arborea* (Wilson, 1810)). Ptáci byli pozorováni během krmení za použití bariéry, jež měla tvar písmene V. Pozorování jedinci museli zrakem kontrolovat své okolí a reagovat při případném výskytu dravých ptáků. Předpoklad byl, že ptáci budou dávat přednost jednomu oku. Závěr pozorování byl následující. Ptáci skutečně preferovali pohled jedním okem více než okem opačným. Výsledky pozorování se však rozcházejí v rámci obou druhů, které jsou považovány za blízce příbuzné. Jedinci patřící do druhu strnadce zimního používali ke

kontrole častěji pravé oko, zatímco příslušníci druhu strnádky pokřovní dávali přednost oku levému. Tento trend však nedosáhl statistické významnosti. Práce Dharmaretnam & Rogers (2005) byla zaměřená na pozorování lateralizovaného chování během krmení i na studium projevů antipredačního chování. Jako modelový živočich byl zvolen druh kur domácí (*Gallus gallus domesticus* Linnaeus, 1758). Výzkum byl prováděn na kuřatech tohoto druhu, a ta se v rámci výzkumu mezi sebou lišila ještě podmínkami, za kterých probíhala inkubace. To, zda k inkubaci dochází ve tmě nebo na světle, má vliv na pozorovanou lateralitu u kuřat. Kuřata, jenž neměla možnost přijít do styku se světlem v době inkubace si nevedla dobře během „pebble-floor“ testu, a to jak při možnosti používání jednoho oka, tak i když měla možnost používat obě oči současně. Zároveň tato kuřata potřebovala mnohem více času k absolvování tohoto úkolu, pokud jim byl současně s potravou ukázán i predátor. Bylo to z toho důvodu, že kuřata přerušila příjem zrní na dlouhou dobu, když byl dravec zpozorován a navíc vydávala více poplašné vokalizace způsobené tímto nebezpečím. Stejně špatných výsledků získaných během „pebble-floor“ testu dosahovali i jedinci, kteří preferovali levé zorné pole a dále kuřata, která pozorovala predátora pravým okem. Nejlepších výsledků dosahovala kuřata, která měla možnost inkubace na světle. Ta dlouhodobě pozorovala predátora svým levým okem. Kuřata jsou lateralizovaná v důsledku světelné stimulace pravého oka před vylíhnutím. Levá hemisféra souvisí s detekcí potravy a pravá hemisféra zaujímá nadřazené postavení při řízení projevů antipredačního chování, ale pouze v případě, že kuřata byla v době před inkubací vystavena zdroji světla. To, že levá hemisféra slouží k identifikaci potravy, potvrzuje i studie Alonso (1998), kde ptáci, jenž měli zakryté pravé oko (levou hemisféru) si častěji pletli korálky se zrní. Předpoklad, že pravá hemisféra kontroluje antipredační chování, však studie Dharmaretnam & Rogers (2005) u tohoto druhu nepotvrdila. Rozdíly v lateralizaci antipredačního chování se objevovaly i v rámci blízkce příbuzných druhů.

Vizuální lateralizací u ptáků, ale z pohledu sociálního chování se také zabývají následující studie (Mckenzie et al. 1998; Vallortigara et al. 1999, Vallortigara et al. 2001; Deng & Rogers 2002; Andrew et al. 2004). V práci Mckenzie et al. (1998) byly zkoumány rozdíly v lateralizaci kuřat a dospělých slepic kura domácího během sociální rekognice. Závěry ukázaly, že lateralizace objevená u slepic se projevuje už u kuřat. Ptáci preferovali použití levého oka pro pozorování nových podnětů a zároveň pouze pravé oko je schopno rozpoznat již známého jedince stejného druhu při pohledu z blízka a také umožňuje zamezení přístupu neznámým jedincům. Pokud se známý jedinec nacházel ve větší vzdálenosti, ptáci preferovali pozorovat jej levým okem. Ve studii Vallortigara et al. (1999) byl použit „detour test“ známý již u ryb (Bisazza et al. 1997; Facchin et al. 1999) a později byl využit i u plazů

(Csermely et al. 2010). Kuřata kura domácího měla obejít překážku, za kterou byl umístěn buďto jedinec známý či neznámý nebo balón. Ten měl podobu balónu, který byl kuřatům vtištěn, nebo se od tohoto původního míčku nepatrně lišil svojí barvou. Kuřata, která preferovala pravé zorné pole, potřebovala méně času při obcházení bariéry. Ta, která mohla používat obě oči, volila stranu obcházení zátarasu v závislosti na vztahu k umístěnému objektu. Jestliže se za stěnou nacházel míček, který byl kuřatům vtištěn, preferovala její obcházení zleva a kontakt s objektem tak udržovala pomocí pravého oka. Naopak, pokud byl za stěnu umístěn podnět kuřatům neznámý, ať už se jednalo o míč či kuře, testovaní jedinci raději obcházeli překážku z pravé strany s preferenčním užitím levého oka. Pozorované chování se lišilo i v rámci pohlaví, kdy samci vykazovali neměnnou podobu lateralizace tohoto chování po celé první dva týdny svého života. U samic se pozorované rozdíly ztrácely již ve věku 8 až 11 dní. Práce Vallortigara et al. (2001) byla také zaměřena na studium kuřat kura domácího, a to jak těch vylíhlých ve tmě, tak i těch, která měla možnost, aby na ně dopadaly světelné paprsky. Kuřata inkubovaná bez přístupu ke zdroji světla upřednostňovala použití levého oka a zároveň pravou část oblasti binokulárního zrakového pole při střetu s neznámými jedinci. Kuřata inkubovaná na světle také dávala přednost použití levého oka, ale nebyly u nich zaznamenány žádné rozdíly v použití některé části binokulárního zorného pole, když byla konfrontována s jedinci, které nikdy před tím nespatriřila. Dále nebyly pozorovány žádné asymetrie v upřednostňování zrakových polí, pokud se jednalo o neživé předměty. V následující studii Deng & Rogers (2002) byla též pro studium použita kuřata kura domácího inkubovaná ve tmě i na světle. Kuřata, která dávala přednost použití levého zorného pole, byla při testu zaměřeném na rozlišování jedinců, se kterými už se testovaný jedinec měl možnost setkat, od těch, které spatřil poprvé v životě, úspěšnější. Způsob inkubace neměl na pozorovanou lateralitu vliv. Pouze kuřata, jež se vylíhla na světle, trávila méně času ve středu a reagovala rychleji. Dále bylo zjištěno, že na projevy chování mají vliv i zrakové a sociální zkušenosti. Skupina kuřat, která byla chována 12 hodin po vylíhnutí na světle, byla stoprocentně úspěšná v diskriminaci. Zatímco jedinci ponechaní 12 hodin po inkubaci ve tmě nedokázali rozlišit známé jedince od jedinců neznámých. V neposlední řadě bylo zjištěno, že zkušenosti zažité po vylíhnutí pomáhají jedincům preferujícím pravé oko v diskriminaci, a tím pádem popírají jakýkoliv výskyt lateralit ve smyslu sociálního chování. Bylo tedy zjištěno, že pravá hemisféra je schopna rozlišovat známé či neznámé jedince přirozeně, zatímco levá hemisféra je tohoto úkonu schopna teprve po získání předchozích zkušeností. Poslední zmiňovaná práce Andrew et al. (2004), stejně jako předchozí díla využila pro výzkum kuřata kura domácího taktéž inkubovaná za rozdílných podmínek. Kuřata, která

se vylíhla bez přístupu ke světlu, preferovala levé oko při diskriminaci dvou balónků, z nichž jeden měl bílé pruhy horizontálně a druhý je měl umístěné vertikálně. Avšak kuřata dávala přednost pravému oku, když se seznamovala s vlastnostmi původního balónku. Oproti tomu kuřata vylíhla na světle nejevila žádné známky rozdílu mezi preferencí pravého či levého zorného pole, ale byla u nich zaznamenána snížená tendence klovnání do míčků. Dospělo se k závěru, že pravá hemisféra reaguje na nové stimuly a levá hemisféra je schopna diskriminace mezi podněty. Tyto rozdíly objevené v thalamofugální zrakové dráze nejsou závislé na vystavení kuřat světlu. Práce (Mckenzie et al. 1998; Vallortigara et al. 1999; Vallortigara et al. 2001; Andrew et al. 2004) se spolu shodují v tvrzení, že levé oko a pravá hemisféra slouží pro zkoumání nových podnětů a pravé oko a levá hemisféra hrají hlavní roli v diskriminaci známých a neznámých podnětů. Studie Deng & Rogers (2002) není s předchozími studii ve shodě. Kuřata dávající při rozlišování přednost levému oku byla úspěšnější. Navíc zkušenosti zažité po vylíhnutí, stírají rozdíly mezi hemisférami, a tímto byla zamítnuta existence vizuální laterality související se sociálním chováním. Práce Deng & Rogers (2002) se shoduje se studií Andrew et al. (2004) v tom, že rozdíly nebyly způsobeny světelnou expozicí.

Změny chování související s lateralizací byly pozorovány po jednostranné aplikaci injekce obsahující glutamát. Tímto se zabývaly studie (Deng & Rogers 1997; Johnston & Rogers 1998). V obou výše zmíněných pracích byla opět jako studovaný druh zvolena kuřata kura domácího. První zmiňovaná studie Deng & Rogers (1997) přinesla následující informace. Thalamofugální a tectofugální zrakové dráhy jsou lateralizované rozdílně. Části předního mozku hyperstriatum, které jsou zodpovědné za kontrolu kopulace, útoku a diskriminaci potravy od nejedlých objektů, získávají informace z thalamofugální dráhy. Pouze levé vizuální hyperstriatum je zodpovědné za kontrolu těchto tří chování. Pravé a levé neostriatum nebyla injekcemi vůbec ovlivněna. Informace přivedené tectofugální dráhou ovlivňují pouze ectostriatum oblasti předního mozku zodpovědné za řízení odpovědi na útok. Řídící funkci má pouze levé ectostriatum. Schopnost ptáků habituovat se na zvuky nebyla vůbec ovlivněna. Druhá studie Johnston & Rogers (1998) se zabývala testováním vlivu injekce glutamátu na vybavení si imprintovaných vzpomínek. Z výzkumu bylo zjištěno, že pravá hemisféra hraje hlavní roli ve vybavení si vtištěných vzpomínek. Konkrétně časných vzpomínek vybavených 0-8 hodin po tréninku a tento efekt byl pomíjivý. Trval pouze 48 hodin po skončení tréninku. Na chování spojené se strachem a na případnou aktivitu injekce neměla vliv.

3.2.5 Lateralizace u savců

Divoká zvířata

Vizuální lateralizace související se sociálním chováním byla pozorována u běluh severních (*Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776)). Tímto tématem se zabývaly studie (Karenina et al. 2010; 2013). V práci Karenina et al. (2010) byly zjištěny tyto závěry. Během pozorování matek s mláďaty bylo zjištěno, že mláďata běluh severních trávila více času plaváním po matčině pravé straně. To by mohlo být způsobeno preferencí mláďat pozorovat svou matku levým okem. Pravá hemisféra slouží k identifikaci známých jedinců a ke zpracování nových podnětů. Sociální vývoj mláďat může být ovlivněn aktivací pravé hemisféry. Studie Karenina et al. (2013) se s předchozí studií shoduje a navíc bylo zjištěno, že levostranná oční preference mláďat nebyla ovlivněna rozdílnou zeměpisnou polohou. Běluhy severní v Bílém i Ochotském moři vykazovaly stejné tendence. Vliv na tuto lateralitu neměla ani rozdílná pozice mláďat podél těla samice či rozmístění ostatních členů doprovázejících matku s mláďetem. Nebyla ovlivněna ani věkem mláďat, ale síla lateralizace se s věkem měnila. Největší síla lateralizace byla objevena u mláďat mezi 2 a 6 měsícem věku. Mláďata čerstvě narozená či starší 7 měsíců nevykazovala takovou míru lateralizace.

U opic druhu dželada (*Theropithecus gelada* (Rüppell, 1835)) byla pozorována vizuální lateralizace během prezentace agonistického chování (Casperd & Dunbar 1996). Samci, kteří se spolu střetli, preferovali pozorování protivníka levým zorným polem, a to během souboje, hrozeb i při přibližování se. Stupeň lateralizace se měnil v závislosti na tom, jakou hodnotu dosahovala úroveň negativní emoce. Dále levostrannou oční preferenci po proběhlém konfliktu ukazovalo pouze zvíře, které ustupovalo. To nahrává tomu, že pravá hemisféra má za úkol zpracovávat emocionální informace. Opice disponují i lateralitou týkající se sluchového ústrojí (Lemasson et al. 2010). Jedinci druhu makak červenolící (*Macaca fuscata* (Blyth, 1875)), kterým byly přehrávány různé zvuky, natáčeli svoje levé ucho směrem ke zdroji zvuku tehdy, pokud přehrávaný zvuk byl hlas jedinců stejného druhu, či zvuky vydávané jinými primáty, které byly makakům známé. To podporuje specializaci pravé hemisféry ke komunikaci. Rozdílná lateralizace týkající se mimiky obličeje byla pozorována u primátu (Hook-Costigan & Rogers 1998; Hauser & Akre 2001; Fernandez-Carriba et al. 2002; Vallez & Vauclair 2011). V práci Hook-Costigan & Rogers (1998) byla lateralita pozorována na novosvětském druhu opice kosmana bělovousého (*Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758)). Z výzkumu vyplynulo zjištění, že i druh opice obývajících americký kontinent vykazoval známky lateralizace. U opic, které vykazovaly známky strachu, bylo

zjištěno, že jejich levá polovina úst byla více roztažená. Naopak pokud opice komunikovaly s ostatními jedinci, jevila se širší pravá polovina úst. Pravá hemisféra tedy souvisí s negativními emocionálními výrazy a vokalizací, levá hemisféra slouží ke komunikaci. Stejně tendence byly zaznamenány i u lidí. Ve studii Hauser & Akre (2001) sloužili jako studijní materiál makakové rhesus (*Macaca mulatta* (Zimmermann, 1780)). Byly získány tyto informace. Existují rozdíly v načasování výrazů tváře a mluvených projevů. Tyto asymetrie se objevovaly jak u dospělých jedinců, tak u mláďat. U mláďat nebyly objeveny signifikantní důkazy směru lateralizace ve výrazech tváře, ale ve zvukových projevech ano. Testování jedinci používali levou stranu tváře dříve předtím, než nastoupila do akce pravá strana obličeje. Pravá hemisféra je tedy dominantní pro iniciaci tvářových a vokálních výrazů. Dále bylo zjištěno, že to jaké emoce zkoumaní jedinci prožívali, kladné či záporné, nemělo vliv na preferenci pozorovanou ve výrazech tváře a zvukových projevech. V práci Fernandez-Carriba et al. (2002) byl jako testovaný druh zvolen šimpanz učenlivý (*Pan troglodytes* (Blumenbach, 1775)). Studií bylo zjištěno, že výraz šimpanzí tváře není symetrický. Emoce se silněji projevují na levé straně obličeje. Šimpanzí ústa se jevila větší na jejich levé polovině. Pravá hemisféra je zodpovědná za ovládnání projevů emocí u šimpanzů. Zároveň bylo zjištěno, že emoce, které šimpanz zrovna prožíval, neměly vliv na tuto rozdílnost ve výrazovém projevu. Dalším druhem opice studovaným v této souvislosti byli pavíani anubi (*Papio anubis* (Lesson, 1827)) Vallez & Vauclair (2011). Z výsledků vyplynulo, že staticky významné asymetrie u pavíanů existovaly pouze pro agonistické chování, a jen pro jeden z projevů tohoto chování (skřípání zuby). Jedinci při manifestaci tohoto výrazu používali více levou polovinu úst řízenou pravou hemisférou. Všechny uvedené studie se spolu shodují na straně, které je dávana přednost při vyjadřování emočních výrazů (Hook-Costigan & Rogers 1998; Hauser & Akre 2001, Fernandez-Carriba et al. 2002; Vallez & Vauclair 2011). Studie Hook-Costigan & Rogers (1998) se neshoduje se studiemi (Hauser & Akre 2001; Fernandez-Carriba et al. 2002) v bodě, že na tvářové asymetrie měly vliv další okolnosti (pozitivní či negativní emoce). První zmiňovaná studie tvrdí, že ano, a další dvě práce uvádějí pravý opak. Studie Vallez & Vauclair (2011) říká, že levá polovina obličeje slouží pouze k zobrazení agonistických reakcí, což se s pracemi (Hauser & Akre 2001; Fernandez-Carriba et al. 2002) neshoduje.

Pro lateralizaci emocí existují dvě teorie. Jedna říká, že pravá hemisféra hraje hlavní roli v kontrole emocí. Naproti tomu teorie Valence uvádí, že se funkce hemisfér liší v závislosti na prožívaných emocích. Pravá hemisféra má za úkol kontrolu záporně nabitých emocí a levá hemisféra naopak kladně nabitých emocí (Parr & Hopkins 2000). Tato studie

provedená na šimpanzích učenlivých využívající novou metodu, přináší důkazy podporující obě teorie. Výsledky, získané měřením teploty tympanických membrán během zrakové prezentace pozitivních, negativních a neutrálních stimulů, přinesly tyto poznatky. Vyšší teplotu vykazovala pravá tympanická membrána, ale pouze v přítomnosti negativního stimulu.

Jiná pozorování byla dělána na slonech a sobech polárních. Práce Giljov et al. (2017) se zabývala motorickou lateralizací sloniho chobotu. Pro účely výzkumu byl zvolen druh slon indický (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758). Sloni byli pozorováni při příjmu potravy a během sociálního chování. Chování související s příjmem potravy (trhání trsů trávy) pomocí chobotu nebylo lateralizováno v rámci celé populace, ale projevovalo se jen individuálně (mezi jedinci). Při pozorování interakcí mezi sloníci a slonem, konkrétně se jednalo o očichání samičích pohlavních orgánů, byl zjištěn trend převládající v celé populaci. U slonů převládalo navazování kontaktu se samičími genitáliemi pomocí chobotu z pravé strany. Tyto výsledky mohou indikovat čichové vnímání a hlavní úlohu pravé hemisféry na kontextově závislé informace o sociálním partnerovi. U sobů polárních (*Rangifer tarandus* (Linnaeus, 1758)) bylo pozorováno také chování související s potravou, respektive s jejím získáváním, a také lateralizace jako stádový projev ochrany vůči predátorům (Espmark & Kinderas 2002). Sobi k vyhrabávání trávy zasypané sněhem používali výhradně levou přední končetinu. Po následné pitvě bylo zjištěno, že pravá hemisféra dosahovala vyšších hodnot hmotnosti u 23 z 35 testovaných sobů. Nicméně při celkovém ověřování hmotnostních rozdílů mezi levou a pravou hemisférou nebyl nalezen statisticky významný trend. Co se týče pozorovaného antipredátorského chování charakteristického pro soby, sražení protivníka u sobů, kteří měli možnost volného pohybu, nebylo lateralizované vůbec. Sobi chování v dobytčářské ohradě vykazovali lateralizaci tohoto typu. V ohradě se celé stádo pohybovalo proti směru hodinových ručiček, jestliže došlo k rozrušení stáda. Tento pohyb byl iniciován skupinkou čítající 20-25 jedinců. Role těchto zvířat nebyla dána věkem ani pohlavím. Existuje předpoklad, že lateralizace je určována rozdílným utvářením mozkové kůry a aktivitou hormonů. Tyto rozdíly mohou být vyvolány přírodními a stresovými faktory.

Hospodářská zvířata

Otázky týkající se laterality se nevyhnuly ani hospodářským zvířatům, jakými jsou např. ovce a osli. Zkoumáním laterality u ovce domácí (*Ovis aries* Linnaeus, 1758) se zabývala studie Versace et al. (2007). V této práci bylo ke studiu dané problematiky využito několik různých úkolů, které ovce či jehňata musely absolvovat. U jehňat byla zaznamenána tendence uplatňující se v pravostranném obcházení překážky. Jehňata tuto překážku musela

obejít, aby znovu získala přístup ke svým matkám. Tato preference pravé strany může mít souvislost s tím, že levá hemisféra slouží k rozeznávání známých tváří pozorované u tohoto druhu. Dále jedinci byli individuálně lateralizováni, ve směru jakým se pohybovaly jejich čelisti během ruminiscence. Nebyla zaznamenána žádná souvislost týkající se lateralit při vstupování jedinců na dřevěnou desku. Práce Zucca et al. (2011) zkoumala vliv prostorového omezení na motorickou lateralitu u osla afrického (*Equus asinus* Linnaeus, 1758). Z výsledků studie vyplynulo, že osli vykazovali motorickou lateralizaci pozorovanou na úrovni populace v preferencích postoje. Osli stáli tak, že pravá přední končetina byla předkročena před levou přední končetinu. Na tuto lateralitu měla vliv i prostorová dostupnost.

3.3 Strukturální lateralita

3.3.1 Chlupový vír u tura domácího (*Bos primigenius f. taurus* Linnaeus, 1758)

Chlupový vír se dostal do popředí zájmu vědeckých prací jako anatomická charakteristika, která byla zpočátku studována ve spojitosti s temperamentem u skotu (Grandin et al. 1995; Randle 1998; Lanier et al. 2001; Olmos & Turner 2008), později s motorickou aktivitou (Brouček et al. 2004) a též ve spojení s vlastnostmi spermatu (Evans et al. 2005).

Do studie Grandin et al. (1995) bylo zapojeno celkem 1500 kusů skotu. Z tohoto počtu převážná většina, tedy 72 %, byli evropsko-britští plemenní kříženci. Zbýlých 28 % bylo tvořeno příslušníky plemene zebu indický (*Bos indicus* Linnaeus, 1758) a kříženci mléčných plemen pocházejících z Mexika. Jejich temperament byl hodnocen pomocí bodů od 1- 4. Z výsledků vyplývá, že významné bylo přesné umístění chlupového víru u skotu. Jedinci, jenž měli chlupový vír umístěný nad očima, byli méně klidní než jedinci, kteří měli chlupový vír ve výši očí či naopak pod očima. Zvířata pozorovaná v této studii pocházela z extenzivního chovu, a pokud byla konfrontována lidmi, vykazovala vůči nim velkou útěkovou vzdálenost. V práci Randle (1998) bylo k výzkumu využito 57 jedinců druhu tura domácího (*Bos taurus* Linnaeus, 1758). Větší únikové vzdálenosti vůči neznámým lidem byly prokázány u skotu s vírem umístěným ve střední pozici, tedy ve výšce očí, a zároveň tito jedinci projevovali výraznější zájem o tyto lidi, oproti jedincům s vírem umístěným pod očima. Navíc nebyla prokázána spojitost mezi umístěním chlupového víru a jeho vlivem na způsob reakce vůči známému člověku, novému objektu a schopnosti řešit kognitivní problém.

Další práce Lanier et al. (2001) hodnotila vztah temperamentu s pozicí chlupového víru na jedincích prezentovaných během aukce. Studie měla rozsah 1636 prozkoumaných

kusů skotu. Složeného ze 75 % z plemen masného typu (angus, hereford, charolais, simmental) 21% byli příslušníci plemene holštýn, 3 % patřili jedincům plemene (*Bos indicus*) a zbylé 1 % náleželo jedincům mléčného plemene, kteří nepatřili k plemenu holštýn. Z celkového počtu pozorovaných jedinců 10 % nemělo žádný chlupový vír na přední části hlavy. Jedinci, kteří měli vír umístěný nad očima, nebo u nich nebyla vůbec zaznamenána přítomnost tohoto chlupového víru, byli nejméně klidní. Dále plemeno holštýn bylo shledáno klidnějším ve srovnání s plemeny chovanými pro masnou produkci. Testovaní jedinci, jejichž vír se nacházel ve středu, dosahovali vyšší variability v temperamentovém skóre.

V práci Olmos & Turner (2008) bylo k výzkumu použito 76 jedinců náležejících ke křížencům pěti evropských plemen. Též byl zkoumán vztah mezi temperamentem a pozicí chlupového víru umístěného na hlavě v různé pozici mezi nozdrami a vrcholem hlavy. Neexistovala žádná signifikantní souvislost mezi tím, v jaké pozici se nacházel chlupový vír umístěný na hlavě, a temperamentovými rysy, které byly pozorovány. Zároveň nebyla potvrzena existence spojitosti mezi lokalizací tohoto víru a váhovým přírůstkem. Tato studie byla prováděna na zvířatech, která často přicházela do kontaktu s člověkem.

První tři zmiňované studie (Grandin et al. 1995; Randle 1998; Lanier et al. 2001) se spolu shodují na existenci vztahu mezi pozicí chlupového víru nacházejícího se na hlavě mezi nozdrami a vrcholem hlavy u skotu. A též na tvrzení, že čím výše se chlupový vír nacházel, tím méně klidný byl projev studovaného jedince. Poslední zmiňovaná studie (Olmos & Turner 2008) se s předchozími pracemi neshoduje. Existence souvislosti mezi umístěním chlupového víru a temperamentem v této studii nebyla potvrzena.

Brouček et al. (2004) zkoumali na 58 jalovicích plemene holštýn vztah mezi chlupovým vírem a motorickou aktivitou. Jalovice byly rozděleny do dvou skupin podle toho, v jaké pozici se nacházel chlupový vír. První skupina A byla rozdělena na krávy s vírem umístěným nad očima, mezi očima a pod úrovní očí. Druhá skupina B byla roztržena pouze na krávy, jež měly vír v pozici nad očima a jalovice s vírem umístěným nízko. Jalovice v této studii probíhaly bludištěm. Ve skupině A dosahovaly nejkratší doby potřebné k projití bludiště jalovice s vírem umístěným nad očima. Krávy, které měly vír v pozici mezi očima, potřebovaly nejvíce času k proběhnutí bludištěm. Ve skupině B také jalovice s vírem umístěným vysoko dosahovaly nejkratší potřebné doby k projití bludiště. Tyto tendence byly zaznamenány pro dvě rozdílná stáří jalovic 16 týdnů a 18 měsíců. Existence souvislosti mezi umístěním chlupového víru a vyvinutou pohybovou aktivitou nebyla potvrzena, a ani jediný rozdíl v aktivitě jedinců s rozdílným umístěním víru nebyl signifikantní. Jiným pohledem na chlupový vír u skotu se zabývala práce (Evans et al. 2005). Objektem této studie bylo 485

jedinců plemene holštýn. Všichni testovaní jedinci byli samčího pohlaví. Zkoumán byl vliv pozice chlupového víru a jeho spojitost s kvalitou a kvantitou semene. Nepotvrdil se rozdíl mezi býky s vírem umístěným ve středu a býky, jenž měli vír v pozici nad úrovní očí či pod úrovní očí. Pozice chlupového víru tedy neměla vliv na kvalitu a kvantitu semenné produkce u býků holštýnského plemene.

3.3.2 Vlasové víry u člověka moudrého (*Homo sapiens* Linnaeus, 1758)

Jak probíhalo studium souvislosti chlupového víru s temperamentem u skotu, vyšly na světlo i otázky týkající se motorické laterality a směru růstu víru nacházejícího se ve vlasech lidské populace. Ve studii Klar (2003) bylo cílem zjistit spojitost motorické laterality se směrem růstu vlasového víru na genetickém podkladě. Byl navržen jediný gen se dvěma alelami, jež je zodpovědný jak za volbu mezi leváctvím a praváctvím, tak za následné stáčení víru ve vlasech. Výskyt víru rostoucího proti směru byl zaznamenán pouze u 10 % lidské populace. Takto atypicky rostoucí vír by měl být u jedinců, jež preferují užívání levé horní končetiny. Avšak určit, zda je testovaný jedinec pravák či levák není snadný úkol, ani pokud budeme uvažovat o čistě lidské motorické lateralizaci. Geschwind (1975) uvedl, že nikdy nebude možné vyvinout tak spolehlivou metodu, aby bylo bez pochybování možné říci, že daný subjekt dává přednost té či oné horní končetině. V práci Klar (2005) bylo uvedeno, že toto tvrzení je pravdivé. Ve studii Perelle & Ehrman (2008) bylo popsáno, že jediný test, ve kterém je používání levé či pravé ruky konzistentní u většiny populace, je psaní. Dále propojení mozkových hemisfér je kontralaterální. Levá hemisféra je u 90 % lidské populace je specializována na práci se slovy, proto píšeme v drtivé většině pomocí pravé ruky. Studie (Jansen et al. 2007; Klar 2009; Perelle et al. 2009) se zabývaly právě výše zmíněnou souvislostí směru, jakým se stáčí vír ve vlasech, a motorickou lateralizací člověka. Ve studii Jansen et al. (2007) byl proveden výzkum na 1212 lidských dobrovolnících. Nebyla objevena žádná spojitost mezi směrem, jakým rostou víry nacházející se v lidských vlasech, a preferencemi v užívání horních končetin a ani domněnka, že víry mohou ukazovat, která hemisféra převažuje v řečových schopnostech, nebyla potvrzena. Klar (2009) zjistil, že rozložení jedinců dávajících přednost levé či pravé horní končetině bylo v japonské populaci shodné, jako byla pozorovaná distribuce praváků a leváků u amerického obyvatelstva. Nicméně bylo zjištěno, že směr růstu vlasového víru a preferovaná horní končetina se spolu neshodovaly. Nebyla tedy potvrzena existence jediného genu, který by zároveň udával směr růstu víru ve vlasech a informaci o tom, která horní končetina bude upřednostňována v průběhu jednotlivých aktivit. V průběhu embryogeneze tedy musí proběhnout dva odlišné

mechanismy výběru těchto atributů. Z výzkumu uskutečněného ve studii Perelle et al. (2009) byla získána tato fakta. Nebyla potvrzena jediná etiologická příčina rozdílného směru růstu vlasového víru a asymetrií v používání horních končetin u člověka. Jinak řečeno, orientace víru a to, která končetina bude upřednostňována, bylo čistě o náhodě.

Všechny tři zmiňované studie (Jansen et al. 2007; Klar 2009; Perelle et al. 2009) se spolu shodují. Pro člověka není platné tvrzení, že dle orientace vlasů tvořících vír na hlavě je možné určit, zda daný jedinec je pravák či levák.

3.3.3 Chlupový vír u koně domácího (*Equus ferus f. caballus* Linnaeus, 1758)

Chlupové víry nacházející se na koňské hlavě se také staly objektem studia v souvislosti s motorickou lateralitou. Tímto tématem se zabývalo několik prací (Murphy & Arkins 2008; Savin & Randle 2011; Shivley et al. 2016).

V práci Murphy & Arkins (2008) bylo k prokázání této souvislosti pozorováno 219 koní. Koně byli pozorováni pod sedlem během jezdecké práce. U koní byly pozorovány rozdíly v motorické lateralitě. Z celkového počtu koní, kteří byli zahrnuti do studie, 104 dávalo přednost práci na levé straně a 95 preferovalo pravou stranu. Pouze 20 koní nejevilo žádné známky motorické laterality. Dále bylo zjištěno, že u 114 koní se objevoval vír rostoucí proti směru hodinových ručiček, zatímco 82 koní mělo vír rostoucí ve směru opačném, tedy po směru hodinových ručiček. U 23 koní se neobjevoval žádný směr, kterým by se víry stáčely, tzv. radiální víry. Ze statistické analýzy vyplynula existence spojitosti mezi motorickou lateralitou a směrem, kterým se stáčel chlupový vír na koňské hlavě nacházející se mezi nozdrami a vrcholem hlavy. Pro koně preferující pravou stranu vycházel jako statisticky významný vír stáčeující se po směru hodinových ručiček. Na koních, kteří dávali přednost levé straně, byl objeven větší počet těchto vírů majících směr opačný, než jakým ukazují hodinové ručičky. Ve studii Savin & Randle (2011) byl rovněž zkoumán vztah mezi směrem chlupového víru a motorickou lateralitou. Hodnoty byly měřeny pomocí pedometru. Do studie bylo zapojeno 22 koní. Z tohoto počtu byl u 13 jedinců zaznamenán vír rostoucí proti směru hodinových ručiček a u 9 koní vír rostoucí po směru hodinových ručiček. Směr chlupového víru měl vliv na počet zaznamenaných kroků. Koně, jenž měli vír narostlý po směru hodinových ručiček, byli aktivnější oproti koním s vírem rostlým proti směru hodinových ručiček. U koní s vírem narostlým po směru hodinových ručiček byl zaznamenán silný trend preference levé strany. Na úrovni populace celkově převažovali leváci nad jedinci preferujícími pravou stranu. Studie Shivley et al. (2016) se také zabývala souvislostí motorické laterality se směrem růstu chlupového víru u koně. K prokázání motorické

laterality byl zvolen směr, jakým se testovaní jedinci budou otáčet po vylekání, které přišlo v podobě náhlého podnětu (otevírání deštníku). Testovaní jedinci, kteří měli vír na hlavě rostoucí po směru hodinových ručiček, se jevíli během tohoto testu jako praváci. Naopak jedinci s vírem směřujícím doleva, proti směru hodinových ručiček, byli klasifikováni jako leváci. V této studii nebyly potvrzeny žádné spojitosti mezi pozicí a výškou chlupového víru a preferencemi ve straně, na kterou se testovaní jedinci otáčeli.

Práce Murphy & Arkins (2008) a Shivley et al. (2016) se spolu shodují. Koně, jež měli vír rostoucí po směru hodinových ručiček, preferovali pravou přední končetinu a naopak koně, kteří dávali přednost užívání levé přední končetiny, měli vír rostoucí opačným směrem, než jakým ukazují ručičky hodin. Práce Savin & Randle (2011) se s těmito studiemi neshoduje. Koně s vírem rostoucím po směru preferovali levou přední končetinu.

3.3.4 Chlupový vír u psa domácího

Výzkumy týkající se chlupového víru u psů brzy následovaly (Tomkins & McGreevy 2010a; 2010b). Ve studii Tomkins & McGreevy (2010a) byla zaznamenána a následně klasifikována veškerá přítomnost chlupových vírů na těle psa. Přítomnost vírů byla zaznamenána na 11 odlišných místech těla. Víry se nacházejí v oblasti hlavy, krku (zadní, boční, přední), paže hrudi, ramene, lokte, na břicho a na zadní straně stehen. Víry, které byly pozorovány u velkého počtu psů, byly na hrudi, paži – proximální část hrudní končetiny, loktech a na dorzální straně stehna v oblasti sedacího hrbolu (*tuber ischiadicum*). Víry, které se vyskytly u méně než 20 % testovaných jedinců, byly klasifikovány jako atypické. Do atypických vírů patří víry vyskytující se na hlavě (cefalické), krku (laterální, dorzální, ventrální), na ramenou, hrudní axilární – mezi výběžky lopatek (nadpažek -acromion) a ventrální abdominální.

Víry byly dále klasifikovány na jednoduché a trsovité. Jednoduchý vír obsahuje ohnisko - z tohoto bodu se chlupy dále ploše rozptylují, nevytvářejí trs. Trsovité víry se sbíhají z různých směrů do středu a tím vytváří trs. Víry na hrudi se objevovaly u 76 % testovaných jedinců. Velká část těchto vírů (96, 70 %) byla označena jako víry trsovité. Na tento vír neměly vliv další faktory jako je pohlaví či tloušťka srsti.

Studie Tomkins & McGreevy (2010b) byla též zaměřena na studium chlupových vírů u psa, ale zabývala se směrem, jakým se víry stáčí. Víry byly rozděleny dle směru, kterým se stáčí, na víry rostoucí po směru hodinových ručiček a víry směřující směrem opačným, tedy proti směru hodinových ručiček. Víry rostoucí na obou stranách psího těla to jsou pažní (proximální část hrudní končetiny), loketní, břišní a na dorzální straně stehna (v oblasti

sedacího hrbole *tuber ischiadicum*), byly přítomny na každé straně v opačném směru. Dále u vírů nalézajících se v oblasti hlavy, paže a dorzální strany stehna byla zaznamenána shoda v jejich směru. Víry vyskytující se na hlavě a zadní straně stehna se stáčely po směru hodinových ručiček na pravé straně těla a proti směru hodinových ručiček na levé straně těla. V kontrastu s tímto jevem víry nacházející se na paži měly na pravé straně směr odlišný, než jakým ukazují ručičky na hodinách, a tyto víry na levé straně těla naopak směr shodný se směrem ručiček na hodinách. Vír umístění ve středu hrudi byl v (91, 21 %) klasifikován jako levotočivý, rostoucí proti směru hodinových ručiček. Dále pro tento vír nebyl zaznamenán žádný vliv délky srsti. Po klasifikaci vírů nyní mohou přijít na řadu testy souvislosti těchto vírů s dalšími atributy, jakými je například temperament či motorická lateralita.

3.4 Motorická lateralita psa domácího

Vůbec první studie, jež se věnovala výzkumu motorické laterality u psa, byla provedena již v roce 1987. V rámci této práce Tan (1987) bylo zjištěno, že 57,1 % psů vykazovalo přednostní používání pravé přední končetiny. Dále, že 17,9 % bylo zaznamenáno jako jedinci upřednostňující levou končetinu a 25 % testovaných psů nejevilo žádné známky lateralizovaného chování. Jako pomůcka vhodná pro určení laterality byla zvolena lepicí páska, která byla testovaným jedincům nalepena přes oči. Ve studii z roku 2003 byl zaznamenán trend odlišnosti v lateralitě týkající se rozdílného pohlaví u psa v práci Wells (2003). Feny reprezentovaly populaci používající převážně pravou končetinu, zatímco psi samci vykazovali opačné preference, tedy přednostní použití levé přední končetiny. Tento trend byl zaznamenán pro všechny úkoly, které psi během testování museli absolvovat.

U samičí populace byla pravostranná preference platná pro každý ze tří úkolů. U samců byla preference levé končetiny zaznamenána jen v souvislosti s prvním a třetím úkolem. Pro testování laterality v této práci byly zvoleny tyto tři úkoly: zvedání hrudní končetiny na slovní povel, shzení deky přehozené přes psí hlavu a získání potravy ukryté pod plechovou nádobou. Ve studii Poyser et al. (2006) byly objeveny odlišné výsledky, co se týče laterality související s rozdílným pohlavím. U samců došlo v průběhu testování k posunu v preferenci levé přední končetiny směrem ke spodní hranici, a to pouze u jednoho z prováděných testů. Konkrétně se jednalo o test s interaktivním balónem naplněným odměnami pro psy. U dalších testů, „chew“ testu a „tape“ testu, nebyly zaznamenány žádné lateralizační tendence. „Chew“ test spočíval v přidržení si pamlsku některou z končetin a „tape“ test byl proveden podobně jako ve studii Tan (1987) jen lepicí páska nebyla lepena přes oči, nýbrž nad čenichovou partii. Tento výzkum byl prováděn u psů, kteří byli svými majiteli opuštěni, a jeden z testů

prováděných ve studii Wells (2003) nebylo vůbec možné u těchto psů provést. Jednalo se o test, kdy psům byla přes hlavu přehozena pokrývka. Tito psi nejevili žádné známky pokusu o sundání si přehození některou z předních končetin. Pokrývky se zbavili, tak že couvali. Ve studii Batt et al. (2008) bylo zjištěno, že neexistují rozdíly mezi pohlavími, plemennou příslušností ani věkem v souvislosti s motorickou lateralitou u psa. Končetinové preference byly zkoumány pomocí „tape“ testu prováděného dle stejné metodiky jako ve studii Wells (2003) a pomocí „kong“ testu. „Kong“ je gumová cylindrická hračka, která je uvnitř dutá a naplněná konzervou pro psy. Před samotným zkoušením jedince byl umístěn na 12 hodin do mrazáku, aby z něj maso nevypadávalo příliš snadno. Dále testovaným jedincům nebylo podáno krmení 4 hodiny před výkonem, aby psi jevíli o hračku větší zájem. Pes si musí „kong“ přidržit některou z předních končetin (Batt et al. 2007). Výsledky práce Batt et al. (2008) jsou následující: lateralita je stabilní vlastnost, na kterou nemělo vliv dospívání (doba mezi 6-20 měsíci věku), a u vodících psů ani podmínka, že psi musejí pracovat pouze na levé straně svého cvičitele. Ve studii McGreevy et al. (2010) byly zkoumány rozdíly mezi plemeny. K otestování motorické lateralizace byli zvoleni jak zástupci brachycefalických plemen boxer a mops, tak zástupci plemen dolichocefalických whippet a greyhound. Žádné rozdíly v rámci plemen nebyly pozorovány pro index laterality (hodnota určující směr laterality (Schnider et al. 2013), ani pro absolutní sílu laterality. Přesto však byl objeven rozdíl mezi používáním obou předních končetin současně a zároveň v čase, který psi potřebovali k dokončení celého testu. Pro testování byl opět použit „kong“ test. Příslušníci plemene mops byli shledáni jako jedinci s nejmenším počtem užití obou končetin současně k přidržení kongu. Dále oproti whippetům a greyhoundům byli boxeři a mopsové rychlejší v dokončení testu. Co se týká pohlavních rozdílů, samci vykazovali častější použití levé přední končetiny, zatímco samice pravé přední končetiny, což je v souladu s předchozí studií Wells (2003). V neposlední řadě nebyly objeveny žádné tendence změny laterality v souvislosti s věkem. Pro směr lateralizace nebyla jako určující faktor shledána plemenná příslušnost ani tvar psí hlavy. Změny v síle laterality nebyly pozorovány ani v návaznosti na užívání obou předních končetin ve stejné době.

Poslední zmíněnou studií týkající se motorické laterality bude práce Tomkins et al. (2010b). V této studii byla použita nová testová metoda k ověření motorické laterality u psa „first stepping“ test. Tato metoda spočívá v ověření, která končetina je použita jako první k sejití ze schodiště. Testovaný jedinec je v průběhu testu na vodítku držen asistentem. Pes je postaven do takové pozice, ve které jsou obě končetiny ve stejné vzdálenosti od okraje schodiště. Naproti testovanému psovi se postaví osoba, která psa zavolá, a pes k ní vykročí.

Zkoušený jedinec tento pokus absolvuje v 50 opakováních. Tato testová metoda oproti kong testu trvala kratší dobu - 20 minut v kontrastu se ziskem 50 opakování z „kong“ testu trvajících 4 hodiny. „First stepping“ test navíc ukázal pravostranné tendence na úrovni populace. Zatímco kong test naopak ukázal na nevyhraněnost na úrovni populace. Navíc síla lateralitu určená pomocí „first stepping“ testu nabývala vyšších hodnot, než tomu bylo v případě kong testu. „First stepping“ test dále nebyl sledován jako ovlivňovatelný dalšími faktory věkem, pohlavím a plemenem, zatímco „kong“ test těmito faktory ovlivňován být může.

Motorická lateralita u psů je často zkoumaným jevem. K jejímu určení jsou využívány rozličné metody a často získávány rozdílné výsledky. Vliv na lateralitu podle pohlaví byl potvrzen ve dvou studiích (McGreevy et al. 2010; Wells 2003). Feny preferovaly pravou hrudní končetinu a psi samci levou. Toto tvrzení je v rozporu s následujícími studiemi (Batt et al. 2008; Poyser et al. 2006). Tyto studie uvádí, že neexistoval vliv pohlaví na motorickou lateralitu u psů a navíc studie Poyser et al. (2006) nesouhlasí ani s tvrzením, že by se motorická lateralita shodovala v rámci jednotlivých testů. Se studií Poyser et al. (2006) souhlasí i studie Tomkins et al. (2010b).

3.5 Vizuální lateralita u psa domácího

Práce Guo et al. (2009) se zabývala vizuální lateralitou. Konkrétně se jednalo o preference v užívání pravého či levého zorného pole k pozorování fotografií, na kterých byly zobrazeny rozdílné motivy (neutrální výrazy tváře lidské, opičí a psí, dále obrazy na kterých byly pouze neživé symetrické objekty). Toto asymetrické používání očí bylo zkoumáno u tří rozdílných druhů – člověk, makak rhesus a pes domácí. Výsledky výzkumu vyšly odlišně pro každý z výše zmíněných druhů. Pes pozoroval lidské portréty levým okem, které je pod kontrolou pravé hemisféry. Tato informace však nebyla platná pro ostatní zobrazené fotografie. Člověk v dospělosti pozoroval levým okem jen fotografické materiály, na kterých byli zobrazeni další příslušníci lidské populace, ale jejich orientace byla převrácená. Dítě ve věku 6 měsíců – tedy kojeneček, pozorovalo levým okem veškeré testové materiály s výjimkou lidských obličejů, které byly orientovány rovně. Opice pozorovaly levým okem jak lidské portréty, tak fotografie s podobiznami svého druhu, ale pouze ty, které měly běžnou orientaci, jinými slovy řečeno nebyly otočeny v prostoru o 180 °.

Odlišný pohled na lateralitu zorných polí u psa nabídla studie Tomkins et al. (2010c). K pozorování tohoto jevu byla použita nová testová metoda, tzv. „sensory jump“ test. Ten spočívá v absolvování skokové překážky, avšak testovaný jedinec je v jejím překonávání

znevýhodněn nemožností užití obou zrakových orgánů. Testovaný jedinec má na hlavě umístěnou ohlávku, která je dále opatřena látkou zasahující přes jedno oko. Pes tedy může pozorovat překážku pouze levým či pravým okem. Pokud pes viděl překážku pouze ve svém levém zorném poli, tak existovala nižší šance, že překážka bude překonána čistě, než v případě, že měl možnost používat obě oči, či jen pravé oko. Na základě těchto informací byla potvrzena kontrola levé hemisféry nad průběhem tohoto testu. Faktory, které ovlivňovaly úspěšnost skoku, byla přístupová vzdálenost a výška hrudních končetin zaznamenaná v době, kdy byl testovaný jedinec nad překážkou. S narůstajícím počtem pokusů se tyto faktory u psů, kteří měli možnost pozorovat skok jen levým okem zlepšovaly, oproti psům, kteří měli možnost pozorovat skok oběma očima nebo jen pravým okem. Navíc byly zaznamenány i další nesignifikantní faktory, jako byla preference pravého oka při volbě přístupové vzdálenosti a čistá výška části těla, která byla nejnižší v době skoku. Při následném srovnávání přednosti počáteční a doskokové končetiny a možnosti pozorovat překážku některým okem nebyly zaznamenány statisticky významné hodnoty, které by ukazovaly na vztah mezi motorickou a vizuální lateralitou.

3.6 Emoční lateralita u psa domácího

V souvislosti s emoční lateralitou u psa vzniklo několik studií věnujících se lateralitě různých částí psího těla. Studii Quaranta et al. (2007) se zabývá lateralitou související s emocemi, projevující se na první pohled viditelným odlišným směrem pohybu psího ocasu. Testovaným jedincům v této studii byly prezentovány různorodé vizuální stimuly. Mezi ně patřil vlastník testovaného psa; osoba, se kterou se pes nikdy nesetkal; jedinec kočky domácí (*Felis silvestris f. catus* Linnaeus, 1758); dále dominantní člen druhu psa domácího. Test probíhal rovněž i pro variantu, že psovi nebyl prezentován žádný zrakový podnět. Pokud pes přišel do vizuálního kontaktu se svým majitelem, jeho ocas se pohyboval směrem doprava a frekvence tohoto pohybu byla vysoká. Když byl pes konfrontován cizí osobou, směr pohybu ocasu zůstával zachován shodný. Pouze frekvence pohybu byla o něco nižší. V případě, že byl psovi prezentován jiný živočišný druh - kočka, pohyb ocasu směrem doprava zůstával stále zachovaný, ale frekvence tohoto pohybu byla nejnižší ze všech tří variant. Ve variantě, kdy byl testovanému jedinci ukázán dominantní příslušník stejného druhu, se směr pohybu ocasu změnil. Pes ocasem nyní pohyboval směrem doleva. Tento shodný směr pohybu byl zaznamenán i v případě, že žádný vizuální stimul nebyl přítomen. Tímto výzkumem byla potvrzena přítomnost asymetrií v souvislosti s emočním nábojem prezentovaných stimulů. Směr pohybu ocasu doprava je pod kontrolou levé hemisféry a pohyb směrem opačným řídí

pravá hemisféra. Ověřit výsledky tohoto výzkumu si kladla za cíl studie Artelle et al. (2011). Pro tento výzkum byl zkonstruován umělý model psa – robot. Frekvence a směr pohybu ocasu tohoto robotického modelu byly nastaveny dle zjištění Quaranta et al. (2007), tedy rychlý pohyb směrem na pravou stranu. Závěr výzkumu nesplnil očekávání, že psi se k modelu budou přibližovat bez nejmenších problémů, pokud bude pohyb ocasu nastaven v tomto módu. Reakce testovaných psů nebyla pozitivní. Po spatření robotického psa ustali v pohybu a dále se k němu nepřibližovali. Informace, kterou přinesl tento výzkum je, že pohyb ocasu není jediná podmínka, která musí být splněna, aby daný jedinec byl přijat pozitivně.

V neposlední řadě byla zkoumána i lateralita v odlišném používání uší na základě rozdílného emočního významu přijatých akustických stimulů. Siniscalchi et al. (2008) testovali psi, tak že je vystavili dvěma rozdílným zvukovým podnětům. Nepříjemný podnět představoval zvuk hromů a naopak jako podnět přinášející pozitivní emoce byl vybrán záznam vnitrodruhové komunikace psa domácího. V případě, že psům byla prezentována zvuková nahrávka komunikace mezi příslušníky jejich druhu, psi směřovali svou hlavu na pravou stranu. Pokud jim byl přehráván zvuk bijících hromů, představující negativní stimul, směr, kterým se psí hlava pohybovala, byl změněn na levou stranu. Dále 2 z testovaných jedinců projevovali během přehrávání akustických podnětů nepřiměřené strachové reakce. Na přehrávání jakéhokoli zvukového záznamu vždy reagovali natočením hlavy na levou stranu. Navíc bylo zjištěno, že pokud došlo při reakci k zapojení pravé hemisféry - otočení hlavy na levou stranu, byly následně zaznamenány delší časové intervaly mezi přerušением konzumace předložené potravy a opětovným návratem k této aktivitě. Levá hemisféra je tedy specializovaná ve smyslu přijímání kladných stimulů (vnitrodruhová komunikace) a pravá hemisféra naopak kontroluje odpověď na podněty vyvolávající strach (zvuk hromů).

Siniscalchi et al. (2011) zkoumali projevy laterality související s emocemi na čichovém orgánu psů. Testovaným jedincům byly předkládány různorodé pachové podněty. Mezi tyto stimuly byly zařazeny následující látky chemické povahy: adrenalin – hormon produkovaný dřením nadledvin; sudor - vodnatý produkt potních žláz, odebraný veterinárním lékařem; sekret odebraný z pochvy fen, které byly v říji; kyselina citronová; vůně granulí pro psy a neutrální pachový stimul bez specifického pachu. Při první prezentaci pachových molekul testovaní jedinci preferovali pravou nozdru. V průběhu testování však jedinci začali používat levou nozdru. Propojení nozder s nervovým systémem je ipsilaterální, tedy pravá hemisféra kontroluje funkci pravé nozdrý a levá hemisféra zodpovídá za správnou funkci levé nozdrý (Royet & Plailly 2004). Pravá hemisféra reaguje na podněty, které jsou pro ni

neznámé či vzrušující, jako byl např. pach adrenalinu či sudor veterinárního lékaře. Levá hemisféra přebírá kontrolu, pokud dochází k opakované prezentaci podnětu.

Studie Quaranta et al. (2007) a Siniscalchi (2008) se spolu shodují v tvrzení, že pravá hemisféra je specializovaná pro reakci na příjemné stimuly, a zároveň, že levá hemisféra reaguje na příjemné podněty. Ve studii Artelle et al. (2011) bylo prokázáno, že směr a frekvence pohybu ocasu nejsou jedinými atributy, které určují, zda daný podnět bude pro psa příjemný. Práce Siniscalchi et al. (2011) navíc přidala zjištění, že levá hemisféra je zodpovědná za reakci na podněty, jež jsou prezentovány opakovaně, a pravá hemisféra kontroluje stimuly nové a vzrušující.

3.7 Souvislost mezi motorickou, vizuální a strukturální lateralitou psa

Zkoumáním vzájemné souvislosti těchto tří rozdílných typů lateralit - motorická, senzorická a strukturální se zabývaly dvě studie (Tomkins et al. 2012a; 2012b). Studie Tomkins et al. (2012a) zkoumala zákonitosti uplatnění těchto tří typů lateralit z hlediska úspěšnosti psů ve výcvikovém programu, po jehož absolvování se ze psů stanou nepostradatelní průvodci nevidomých osob – tedy vodící psi. Výzkumu se zúčastnilo celkem 114 psů 2 odlišných plemen a jejich kříženci. 97 jedinců plemene labradorský retrívr, 9 psů plemene zlatý retrívr a 8 jedinců zahrnovalo křížence těchto dvou plemen. Výzkumu se zúčastnilo 53 psů samců a 61 fen. Všichni jedinci byli kastrováni a jejich věk byl v rozmezí od 13 do 17 měsíců. Mezi faktory, které zvyšovaly pravděpodobnost úspěšného absolvování tohoto výcviku, patřila končetina, které byla dáвана přednost v „kong“ testu, čistá výška zadních končetin nad překážkou – získaná pomocí metody „sensory jump“ testu (Tomkins et al. 2010c). Dále jako další charakteristika určující úspěch může být zařazena identifikace směru laterality. Jedinci, kteří byli praváci, byli ve skládání zkoušek na vodícího psa úspěšnější než ti, kteří preferovali levou končetinu. Tento předpoklad platil pouze pro hodnocení motorické laterality na základě hodnot získaných z „kong“ testu. Směr laterality, určený pomocí „first stepping“ testu, nevyšel jako významný atribut, dle kterého by se dal předpovědět budoucí úspěch. Posledním markerem zaručujícím úspěšné absolvování výcviku byl směr víru na psí hrudi. Pokud se tento vír stácel proti směru hodinových ručiček, pak byl tento jedinec dvakrát úspěšnější v závěrečném testování. Kdyby se tedy psi selektovali při výběru na vodícího psa dle směru růstu chlupového víru na hrudi, vzrostla by celková úspěšnost ve skládání těchto zkoušek.

Další studie Tomkins et al. (2012b) také zkoumala souvislost mezi těmito třemi druhy laterality. Do této studie bylo též zahrnuto 114 psů z nichž bylo: 97 jedinců plemene

labradorský retrív, 9 plemene zlatý retrív a 8 kříženci těchto dvou plemen. Z toho bylo 53 psů a 61 fen. Všichni testovaní jedinci byli též po kastraci a věková hranice testovaných psů byla také 13 - 17 měsíců. Víry, které byly na levé straně těla na hlavě, krku, rameni, hrudníku a vír nacházející se na ventrální straně spodní čelisti rostoucí proti směru hodinových ručiček, byly charakteristické pro jedince, kteří preferovali pravé zorné pole. Dále bylo zjištěno, že vír na hrudi rostoucí po směru hodinových ručiček ukazoval na preference pravé přední končetiny ve „first stepping“ testu. Tato diplomová práce byla provedena za účelem ověření tohoto tvrzení, tedy že dle směru růstu chlupového víru na hrudi lze určit, zda testovaný jedinec je pravák či levák.

4 Hypotéza

Hypotéza: Pes, který bude mít chlupový vír rostlý po směru hodinových ručiček, bude vykazovat vyšší pravostranné tendence oproti jedincům s chlupovým vírem rostlým proti směru hodinových ručiček.

5 Metodika

5.1 Subjekty

Pro testování laterality v souvislosti se směrem chlupového víru na hrudi byla zvolena čtyři odlišná plemena psa domácího, tak, aby měla krátkou srst a chlupové víry byly dobře viditelné: německý boxer, dalmatin, kříženci jack russell teriér a bígl. Sběr dat probíhal od 25. 7. 2018 do 21. 2. 2019. Velikostně zvolená plemena zastupovala všechny typy velkého německého boxera, dalmatina, středně velkého bígla a nejmenšího vzrůstu dosahujícího jack russell teriéra. Od plemene německý boxer bylo testováno 16 jedinců, z tohoto počtu bylo 11 fen (3 byly kastrované) a 5 psů, od plemene dalmatin 19 jedinců, konkrétně se jednalo o 10 fen (2 kastrované) a 9 psů. Dále testováním prošlo 14 kříženců jack russell teriéra, šlo o 4 feny (3 po kastraci) a 10 psů (3 kastrování samci) a 12 příslušníků plemene bígl, z toho bylo 8 fen (2 vykastrované) a 4 psi. Celkově se testování zúčastnilo 63 psů, z toho 2 jedinci (1 dalmatin pes a 1 bígl fena) museli být z testování vyřazeni pro neochotu spolupracovat. Věková hranice testovaných psů se pohybovala od 3,5 měsíce do 14 let věku a věkový průměr činil 5 let.

Bylo testováno 8 jedinců plemene dalmatin, kteří se zúčastnili oblastní výstavy psů v Mladé Boleslavi a 3 jedinci tohoto plemene, kteří se zúčastnili mezinárodní výstavy psů též pořádané v Mladé Boleslavi. 9 jedinců bylo natočeno přímo u chovatelky v Pískové Lhotě u Mladé Boleslavi. Jedinci plemene německý boxer prošli testováním na psím táboře pořádaném v Blatné u Písku. Příslušníci plemene bígl byli testováni u chovatelky v Hubově u Tábora. Kříženci jack russell teriéra byli natáčeni v domácnostech majitelů, které se nacházely ve Ctěnicích, Klánovicích, Kolíně, v Záboří nad Labem, Čáslavi, Českém Krumlově a Karlových Varech. Pracovně vedeni byli pouze příslušníci plemene německý boxer a bígl. Jinak se jednalo o psy chované v domácnostech.

Pro testování laterality v souvislosti se směrem chlupového víru na hrudi byla zvolena čtyři odlišná plemena psa domácího, tak, aby měla krátkou srst a chlupové víry byly dobře viditelné: německý boxer, dalmatin, kříženci jack russell teriér a bígl. Sběr dat probíhal od 25. 7. 2018 do 21. 2. 2019. Velikostně zvolená plemena zastupovala všechny typy velkého německého boxera, dalmatina, středně velkého bígla a nejmenšího vzrůstu dosahujícího jack russell teriéra. Od plemene německý boxer bylo testováno 16 jedinců, z tohoto počtu bylo 11 fen (3 byly kastrované) a 5 psů, od plemene dalmatin 19 jedinců, konkrétně se jednalo o 10 fen (2 kastrované) a 9 psů. Dále testováním prošlo 14 kříženců jack russell teriéra, šlo o 4

feny (3 po kastraci) a 10 psů (3 kastrování samci) a 12 příslušníků plemene bígl, z toho bylo 8 fen (2 vykastrované) a 4 psi. Celkově se testování zúčastnilo 63 psů, z toho 2 jedinci (1 dalmatin pes a 1 bígl fena) museli být z testování vyřazeni pro neochotu spolupracovat. Věková hranice testovaných psů se pohybovala od 3,5 měsíce do 14 let věku a věkový průměr činil 5 let.

Bylo testováno 8 jedinců plemene dalmatin, kteří se zúčastnili oblastní výstavy psů v Mladé Boleslavi a 3 jedinci tohoto plemene, kteří se zúčastnili mezinárodní výstavy psů též pořádané v Mladé Boleslavi. 9 jedinců bylo natočeno přímo u chovatelky v Pískové Lhotě u Mladé Boleslavi. Jedinci plemene německý boxer prošli testováním na psím táboře pořádaném v Blatné u Písku. Příslušníci plemene bígl byli testováni u chovatelky v Hubově u Tábora. Kříženci jack russell teriéra byli natáčeni v domácnostech majitelů, které se nacházely ve Ctěnicích, Klánovicích, Kolíně, v Záboří nad Labem, Čáslavi, Českém Krumlově a Karlových Varech. Pracovně vedeni byli pouze příslušníci plemene německý boxer a bígl. Jinak se jednalo o psy chované v domácnostech.

5.2 Materiál

K testování byly potřeba schody, ty byly vždy přítomné na místě testování. Dále k pokusu bylo využito 2 odlišných velikostí „kongu“. Jedná se o hračku pro psy vyrobenou z přírodního kaučuku. Tato hračka je pevná a odolná, uvnitř je dutá a při testování byla naplněna masem – psí konzervou. Pro testování příslušníků plemen jack russell teriér a bígl byl použit „kong Classic“ červený, velikosti M, měřící 8, 5 cm a pro velká plemena dalmatin a německý boxer byl vybrán jako vhodnější pro testování „kong Extreme“, velikosti XL, který se lišil od „kongu Classic“ barvou a velikostí. Měl černou barvu a měřil 13 cm. Konzervy pro plnění do kongu byly vybrány tak, aby obsahovaly co největší podíl masa a nezpůsobovaly psům potíže s trávením. K pokusu bylo dále nutné použití gumičky do vlasů, která byla pro všechny psy totožná. V neposlední řadě byly k testování použity pamlsky jako odměna pro psy. Občas bylo nutné spolupracovat s cizími psy místo jejich vlastního majitele a tato spolupráce by bez použití odměn nebyla možná. Všechny pokusy byly zaznamenávány na digitální kameru pro možnou pozdější detailní analýzu záznamů. Fotografické materiály byly zachycovány na mobilní telefon.

5.3 Prostředí, ve kterém bylo prováděno testování

Prostředí, které bylo zvoleno pro testování, nebylo z logistických důvodů stejné pro všechna testovaná plemena. Přesto v rámci možností bylo shodné, alespoň pro některá

z testovaných plemen či pro větší počet jedinců v rámci jednoho plemene. Na vybraném místě muselo být k dispozici schodiště složené nejméně ze dvou schodů. Dále bylo v rámci možností voleno místo, které nebylo příliš rušné, nepohybovalo se na něm příliš mnoho lidí a psů, aby nedocházelo k rozptylování testovaných jedinců. Přesto tyto podmínky nebylo možno vždy dodržet. Jedno z testování probíhalo během Mezinárodní výstavy psů v Mladé Boleslavi, zde byli testováni 3 jedinci plemene dalmatin. Němečtí boxeři byli testováni v rámci tábora pořádaného speciálně pro toto plemeno v Blatné u Písku. Zde byli testováni všichni jedinci, kteří se výzkumu zúčastnili. Byly tak zajištěny shodné podmínky pro všechny jedince testované v rámci tohoto plemene. Dalších 8 příslušníků plemene dalmatin bylo též testováno v areálu výstaviště Na zelené louce v Mladé Boleslavi při oblastní výstavě psů a zbytek jedinců tohoto plemene byl zkoušen blízko bydliště chovatelky v Pískové Lhotě u Mladé Boleslavi. Kříženci jack russell teriéra byli natáčeni v prostředí bydliště jejich majitelů, spíše venku a v 5 případech i doma. Příslušníci plemene bígl byli všichni testováni ve stejném prostředí v blízkosti domu chovatelky a vedeni jedním psovodem.

5.4 Metodika

Pro testování laterality byly zvoleny 3 různé metody. První metoda byla prvně použita ve studii Tomkins et al. (2010b). Jednalo se o nejnovější metodu vhodnou ke zjišťování končetinové preference u psů „first stepping“ test. V této studii bylo použito jedno konkrétní dřevěné schodiště o délce tří schodů. Psi byli na vodítku a byli ze schodů pouštěni na povel experimentátora, který stál naproti psovi. Osoba, která psa vedla se nepohybovala zároveň se psem. Pes stál vždy po levé straně svého majitele, případně jiné osoby, která psa vedla (syn majitele, spolumajitel, osoba, která měla psa dočasně u sebe, externí handlerka – pokud majitel neměl čas se výzkumu se svým psem zúčastnit osobně, ale byl ochoten psa k testování zapůjčit). Pes byl naveden do pozice na začátek schodiště, aby obě přední končetiny byly v jedné rovině a v takové vzdálenosti, aby testovaný jedinec šel přímo ze schodů a neudělal žádný krok navíc, který by mohl ovlivnit výchozí končetinu. Psi ze schodů chodili na povel vlastníka či jiné osoby společně s ním. Pokud testovaný jedinec nestál v přímé pozici, nebo byl během testování vyrušen například nějakým pachem, pokus musel být opakován. Pes mohl být po výkonu odměněn, ale ne ihned po sejití prvního schodu. Do protokolu se zaznamenávala pouze první končetina, která byla psem použita k sejití z prvního schodu. Pro lepší přehlednost byly podmínky uznání pokusu shrnuty do tabulky č. 1.

Tabulka č. 1: Popis postupu při „first stepping“ testu

test č. 1	first stepping test
platný pokus	<p>Pes stál oběma končetinami ve stejné vzdálenosti od schodiště. Pes mezi sejitím schodu neudělal žádný krok navíc. Pes následoval na povel svého psovoda a byl na výkon soustředěný.</p>
neplatný pokus	<p>Pes neměl obě končetiny ve shodné vzdálenosti. Pes udělal krok navíc mezi tím, než sešel ze schodu. Pes byl zaujat nějakým pachem či jiným objektem a nešel hned ze schodiště.</p>

Druhou testovou metodou byl „kong“ test. Ten byl použit pro studium motorické laterality v práci (Batt et al. 2008) a mnoha dalších studiích, např. (McGreevy et al. 2010; Marshall-Pescini et al. 2013; Wells et al. 2016). Jedná je o gumovou cylindrickou hračku pro psy, která je uvnitř dutá. Je naplněna pamlskem, v tomto případě konzervou pro psy. Pro účely diplomové práce nebyla psům nařízena čtyři hodiny dlouhá doba bez příjmu potravy, a „kong“ nebyl umísťován do mrazáku jako tomu bylo například v práci Batt et al. (2007). Psi museli být během testu na vodítku z důvodu, že testování probíhalo i na veřejných místech, venku, a navíc psi, pokud nebyli na vodítku, měli tendenci si kong odnášet pryč. V důsledku tohoto chování by bylo znemožněno zachycení výsledku testu. „Kong“ byl položen na zem před psa. Po té bylo psovi na povel dovoleno se ke „kongu“ přiblížit. Testovaný jedinec začal jevit o „kong“ zájem, a pokud tak neučinil, „kong“ mu byl odebrán. Pokus musel být znovu zopakován. Jestliže ani při opakované prezentaci pes nejevil o kong zájem, je tento test byl vynechán a jedinec byl dále testován pouze pomocí „first stepping“ testu a „tape“ testu. Testovaný pes začal dobývat potravu ukrytou v „kongu“ jazykem. „Kong“ nebyl na místě a psovi uhýbal. Ten byl proto nucen si jej přidržet některou z předních končetin. Ta byla následně zaznamenána do archu. V potaz byl brán pouze ten pokus, kdy bylo na psovi patrné, že si „kong“ držel, a zaznamenána byla vždy pouze první použitá končetina. Po té byl pes rozptýlen a „kong“ odebrán. Tento test byl časově náročný. Při prvním seznámení testovaného jedince trvalo dlouhou dobu, než přišel na to, že si kong musí přidržet některou z hrudních končetin. Pro lepší přehlednost byly podmínky uznání pokusu zachyceny do tabulky č. 2.

Tabulka č. 2: Postup při aplikaci „kong testu“

test č. 2	kong test
platný pokus	Pes se musel kongu dotknout jednou přední končetinou.
neplatný pokus	Pes dotyk pouze naznačil. Pes si kong o končetinu pouze opíral. Pes se kongu dotýkal oběma hrudními končetinami.

Poslední použitou metodou byl „tape“ test. Ten je nejstarším používaným testem pro určení motorické laterality. Byl použit v úplně první studii zabývající se tímto tématem Tan (1987) a poté v dalších studiích, např. (Wells 2003; Poyser et al. 2006). Pro využití v této diplomové práci byl modifikován. V předchozích studiích byla použita lepicí páska, která byla připevněna psovi na hřbet nosu do pozice, která byla přesně ve středu, a páska byla lepena ve vertikální rovině. V této diplomové práci byla lepicí páska nahrazena gumičkou do vlasů. Použití gumičky bylo pro psy méně nepříjemné a při jejím sundání nebyly psům vytrhávány chlupy. Navíc gumička se navlékala na psí tlamu rovnoměrně a nemuselo se řešit přesné nalepování pásky, které by v mnohých případech ani nebylo možné. Gumička byla psovi nasazena na tlamu a pes byl poté nechán, aby reagoval. Psovi byla gumička nepříjemná a pokusil se ji sundat. Ihned, jakmile se pes dotkl jednou končetinou gumičky, byla mu z tlamy sejmutá. Bez ohledu na to, zda si ji pes svým dotykem sejmul či nikoliv, byl tento pokus uznán a zapsána první končetina, na které bylo patrné, že se pes gumičky dotkl. Pokud se pes pokusil gumičku sundat jakýmkoliv odlišným způsobem, aniž by k tomuto účelu využil přední končetinu, například třesením hlavou či válením se po zemi, třením o majitele, tento pokus nebyl uznán za platný. Dále nebyla uznána jako platná končetina, kterou se pes gumičky nedotkl, ale dotyk pouze naznačil či provedl končetinou pohyb těsně kolem. Pro lepší přehlednost byly podmínky uznání pokusu uvedeny do tabulky č. 3.

Tabulka č. 3: Návod k provedení „tape testu“

test č. 3	tape test
platný pokus	Pes se musel gumičky dotknout jednou přední končetinou.
neplatný pokus	<p>Pes dotyk pouze naznačil.</p> <p>Pes končetinou pohyboval těsně kolem, ale gumičky se nedotkl.</p> <p>Pes se gumičky dotknul oběma hrudními končetinami.</p> <p>Pes se pokusil si gumičku sundat jinak než pomocí přední končetiny.</p>

Každý z následujících testů byl prováděn v 5 opakováních a testy za sebou následovaly ve zcela náhodném pořadí. Pořadí testů bylo losováno z klobouku a pro každého z testovaných psů bylo zcela jedinečné. Z každého testování byl pořizován kamerový záznam se souhlasem majitelů, kterým byla daná skutečnost předem oznámena. Zvláště u malých psů musel být záznam pozorován po snímcích k přesnému určení první použité končetiny.

Na samotný závěr testování byl vyhotoven fotografický záznam chlupového víru umístěného na psí hrudi. Fotografie byla pořizována na sedícím psovi. Chlupové víry byly klasifikovány jako pravotočivé, pokud směr růstů chlupů tvořících vír, byl totožný se směrem hodinových ručiček a levotočivé v případě, že tento směr byl opačný (Tomkins et al. 2012b). Každý majitel byl požádán o vyplnění základních informací o psovi týkajících se jména, pohlaví, věku a případně, zda byl pes/fena kastrován/a.

Po zpětném zhlédnutí videí, v případě, že test nebyl proveden korektně, bylo přistoupeno k vyškrtnutí výsledné hodnoty. Pokus nebyl započítán do celkových výsledků, aby nedošlo k jejich zkreslení, tzv. falešnému označení psa za praváka či leváka, i když pes ve skutečnosti žádné preference nevykazoval.

Do tabulky č. 4 byly uvedeny základní údaje týkající se psů: jméno, pohlaví, věk, plemeno, kastrace, počty doteků pravou a levou končetinou, který byly zaznamenány zvláště z každého testu. Věk byl uveden v měsících. Zkratka jrt znamená: plemeno jack russell teriér.

Tabulka č. 4: Základní údaje o testovaných psech a údaje potřebné pro výpočet laterality

Jméno psa	Pohlaví	Věk	Plemeno	Kastrace	First levá	First pravá	Kong levá	Kong pravá	Tape levá	Tape pravá
Adam	Pes	15	dalmatin	ne	4	1	1	4	5	0
Adam	pes	48	boxer	ne	4	1	1	4	5	0
Aibee	fena	75	boxer	ano	0	5	5	0	3	2
Aireen	fena	102	dalmatin	ne	5	0	3	2	0	5
Albert	pes	138	dalmatin	ne	1	4	5	0	2	3
Anička	fena	108	jrt	ne	1	4	2	3	3	2
Arga	fena	17	boxer	ne	3	2	2	3	4	1
Archie	pes	48	jrt	ne	3	2	3	2	1	4
Atlanta	fena	36	boxer	ne	4	1	2	3	2	3
Bája	fena	120	dalmatin	ne	4	1	5	0	3	2
Beauty	fena	48	boxer	ne	2	3	3	2	3	2
Bendr	pes	84	bígl	ne	5	0	2	2	3	2
Breaceana	fena	12	bígl	ne	4	1	3	2	3	2
Buddy	pes	15	jrt	ne	0	5	2	3	1	4
Caramelka	fena	9,5	dalmatin	ne	1	4	1	4	0	5
Carda	pes	30	dalmatin	ne	4	1	3	2	3	2
Cesar	pes	30	boxer	ne	4	0	2	3	5	0
Damian	pes	18	dalmatin	ne	5	0	3	2	2	3
Darina	fena	102	dalmatin	ano	4	1	4	1	3	2
Deli	fena	84	dalmatin	ano	0	5	0	5	2	3
Desiree	fena	96	boxer	ano	1	2	2	3	3	2
Glen	pes	132	bígl	ne	4	1	4	1	3	2
Grace	fena	69	dalmatin	ne	3	2	2	3	4	1
Hatory	pes	48	boxer	ne	4	1	5	0	1	4
Helen	fena	54	dalmatin	ne	1	4	5	0	4	1
Helenka	fena	65	boxer	ano	3	0	1	4	3	2
Hepík	fena	168	bígl	ano	3	2	5	0	1	4
Hermes	pes	48	dalmatin	ne	2	2	0	0	3	2
Honey	fena	96	bígl	ne	2	3	3	2	3	2
Chilli	pes	30	boxer	ne	0	4	0	5	1	4
Chip	pes	96	jrt	ne	3	2	1	4	1	4
Chita	fena	20	dalmatin	ne	3	2	0	5	1	4
Chocolate	fena	36	boxer	ne	2	3	1	3	0	5
Chvosta	pes	144	jrt	ano	4	1	4	1	2	3
Jack	pes	36	jrt	ne	5	0	4	1	5	0
Jack	pes	156	jrt	ne	5	0	1	4	1	4
Jonáš	pes	72	dalmatin	ne	5	0	3	1	3	2
Jullieta	fena	3,5	boxer	ne	0	5	2	3	2	3
Karyulka	fena	7	boxer	ne	1	3	4	1	5	0

Katka	fena	24	bígl	ne	3	2	2	3	3	2
Kiko	pes	48	bígl	ne	4	1	2	3	4	1
Lenny	pes	96	dalmatin	ne	3	2	4	1	4	1
Luna	fena	24	dalmatin	ne	2	3	4	1	5	0
Max	pes	48	bígl	ne	5	0	3	2	5	0
Max	pes	72	dalmatin	ne	3	2	5	0	2	3
Natia	fena	12	boxer	ne	1	4	3	2	2	3
Nessie	fena	96	jrt	ano	5	0	2	3	4	1
Niki	fena	72	bígl	ne	2	3	1	3	1	4
Noema	fena	12	boxer	ne	3	1	3	2	5	0
Piškot	fena	36	jrt	ano	0	5	2	3	4	1
Rambo	pes	60	jrt	ano	0	3	2	3	5	0
Sam	pes	96	jrt	ano	1	4	3	2	2	3
Shape	fena	12	bígl	ne	4	0	1	4	3	2
Tommy Otto	pes	36	dalmatin	ne	2	2	3	2	0	5
Toto	fena	36	bígl	ne	1	4	5	0	1	4
Vdolek	pes	48	jrt	ne	5	0	4	1	2	3
Viktor	pes	30	jrt	ne	3	2	4	1	4	1
Wanda	fena	41	dalmatin	ne	5	0	1	4	3	2
Ziggy	pes	7	boxer	ne	2	3	3	2	3	2
Zoey	fena	48	jrt	ano	1	4	2	3	2	3
Žmolík	fena	132	bígl	ano	2	3	5	0	5	0

Z těchto hodnot byl vypočítán pro každý typ testu index laterality, kterým se vypočetlo, zda byl testovaný jedinec pravák, levák či nebyl lateralizovaný. Index laterality byl vypočítán pomocí tohoto vzorce $(R-L)/(L+R) \times 100$ pro každou použitou metodu odděleně. V tomto vzorci R znamenalo počet dotyků provedených pravou končetinou a L značilo počet dotyků, k nimž byla použita končetina opačná, tedy levá. Pokud se hodnota získaná tímto výpočtem pohybovala v intervalu od $< -100; -34,333 >$ pak byl tento jedinec klasifikovaný jako preferující levou stranu. Jestliže se tato hodnota nacházela v bodě $-33,333$ až $33,333$ jednalo se o jedince, jež nedával přednost ani jedné z předních končetin, jinými slovy byl nevyhraněný. Při hodnotách, které dosahovaly od $34,333$ do 100 , byl testovaný jedinec označen za praváka. Platilo, že čím více se hodnota blížila k -100 či 100 , tím více byl jedinec lateralizovaný, a naopak, čím více se hodnota blížila k nule, tím více byl tento jedinec nelateralizovaný (Schneider et al. 2013).

Do tabulky č. 5 byly uvedeny vypočítané hodnoty indexu laterality pro plemeno německý boxer. Hodnoty li_F značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „first stepping“ testu. Hodnoty li_K značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „kong“ testu

a hodnoty li_T značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „tape“ testu. Údaje uvedené v kolonce lateralita udávají, jakým způsobem byl daný jedinec lateralizovaný dle jednotlivých metod. Směr víru udává, jak se stácel vír na psí hrudi. Buď po směru – doprava, nebo proti směru – doleva.

Tabulka č. 5: Lateralita podle výpočtu indexu laterality u německého boxera

Jméno psa	li_F	lateralitaF	li_K	lateralitaK	li_T	lateralitaT	směr víru
Adam	-60	2	60	1	-100	2	doprava
Aibee	100	1	-100	2	-20	3	doleva
Arga	-20	3	20	3	-60	2	doleva
Atlanta	-60	2	20	3	20	3	doprava
Beauty	20	3	-20	3	-20	3	doprava
Cesar	-100	2	20	3	-100	2	doleva
Desiree	33,33	3	20	3	-20	3	doprava
Hatory	-60	2	-100	2	60	1	doleva
Helenka	-100	2	60	1	-20	3	doprava
Chilli	100	1	100	1	60	1	doleva
Chocolate	20	3	50	1	100	1	doprava
Jullieta	100	1	20	3	20	3	doleva
Karyulka	50	1	-60	2	-100	2	doleva
Natia	60	1	-20	3	20	3	doleva
Noema	-50	2	-20	3	-100	2	bez víru
Ziggy	20	3	-20	3	-20	3	doleva

Legenda: 1 - pravák

2 - levák

3 - nelateralizovaný

Do tabulky č. 6 byly uvedeny vypočítané hodnoty indexu laterality pro plemeno dalmatin. Hodnoty li_F značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „first stepping“ testu. Hodnoty li_K značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „kong“ testu a hodnoty li_T značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „tape“ testu. Údaje uvedené v kolonce lateralita udávají, jakým způsobem byl daný jedinec lateralizovaný dle jednotlivých metod. Směr víru udává, jak se stácel vír na psí hrudi. Po směru – doprava, nebo proti směru – doleva.

Tabulka č. 6: Lateralita dle výpočtu indexu laterality u dalmatina

Jméno psa	li_F	lateralitaF	li_K	lateralitaK	li_T	lateralitaT	směr víru
Adam	-60	2	60	1	-100	2	doleva
Aireen	-100	2	-20	3	100	1	doleva
Albert	60	1	-100	2	20	3	doleva
Bája	-60	2	-100	2	-20	3	doleva
Carda	-60	2	-20	3	-20	3	doleva
Caramelka	60	1	60	1	100	1	doleva
Damian	-100	2	-20	3	20	3	doleva
Darina	-60	2	-60	2	-20	3	doleva
Delí	100	1	100	1	20	3	doprava
Grace	-20	3	20	3	-60	2	doprava
Helen	60	1	-100	2	-60	2	doprava
Hermes	0	3	x	x	-20	3	doleva
Chitta	-20	3	100	1	60	1	doleva
Jonáš	-100	2	-50	2	-20	3	doleva
Lasco	x	x	x	x	x	x	vyřazen
Lenny	-20	3	-60	2	-60	2	doleva
Luna	20	3	-60	2	-100	2	doleva
Max	-20	3	-100	2	20	3	doleva
Tommy Otto	0	3	-20	3	100	1	doleva
Wanda	-100	2	60	1	-20	3	bez víru

Legenda: 1 - pravák

2 - levák

3 - nelateralizovaný

Do tabulky č. 7 byly uvedeny vypočítané hodnoty indexu laterality pro křížence plemene jack russell teriér. Hodnoty li_F značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „first stepping“ testu. Hodnoty li_K značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „kong“ testu a hodnoty li_T značí index laterality vypočítaný z dat získaných z „tape“ testu. Údaje uvedené v kolonce lateralita udávají, jakým způsobem byl daný jedinec lateralizovaný dle jednotlivých metod. Směr víru udává, zda se vír na psí hrudi stácel po směru – doprava nebo proti směru – doleva.

Tabulka č. 7: Lateralita podle výpočtu indexu lateralit u kříženců plemene jack russell teriér

Jméno psa	li_F	lateralitaF	li_K	lateralitaK	li_T	lateralitaT	směr víru
Anička	60	1	20	3	-20	3	doleva
Archie	-20	3	-20	3	60	1	doleva
Buddy	100	1	20	3	60	1	doleva
Chip	-20	3	60	1	60	1	doprava
Chvosta	-60	2	-60	2	20	3	doleva
Jack	-100	2	-60	2	-100	2	doleva
Jack	-100	2	60	1	60	1	doleva
Nessie	-100	2	20	3	-60	2	doleva
Piškot	100	1	20	3	-60	2	doleva
Rambo	100	1	20	3	-100	2	doleva
Sam	60	1	-20	3	20	3	doleva
Vdolek	-100	2	-60	2	20	3	doleva
Viktor	-20	3	-60	2	-60	2	doleva
Zoey	60	1	20	3	20	3	doleva

Legenda: 1 - pravák

2 - levák

3 - nelateralizovaný

Do tabulky č. 8 byly uvedeny vypočítané hodnoty indexu lateralit pro plemeno bígl. Hodnoty li_F značí index lateralit vypočítaný z dat získaných z „first stepping“ testu. Hodnoty li_K značí index lateralit vypočítaný z dat získaných z „kong“ testu a hodnoty li_T značí index lateralit vypočítaný z dat získaných z „tape“ testu. Údaje uvedené v kolonce lateralita udávají, jakým způsobem byl daný jedinec lateralizovaný dle jednotlivých metod. Směr víru udává, zda se vír na psí hrudi stácel po směru – doprava nebo proti směru – doleva.

Tabulka č. 8: Lateralita podle výpočtu indexu lateralit u bíglů

Jméno psa	li_F	lateralitaF	li_K	lateralitaK	li_T	lateralitaT	směr víru
Bendr	-100	2	0	3	-20	3	doleva
Breaceana	-60	2	-20	3	-20	3	doleva
Glen	-60	2	-60	2	-20	3	doleva
Hepík	-20	3	-100	2	60	1	doleva
Honey	20	3	-20	3	-20	3	doleva
Katka	-20	3	20	3	-20	3	doleva
Kiko	-60	2	20	3	-60	2	doleva
Max	-100	2	-20	3	-100	2	doprava
Niki	20	3	50	1	60	1	doprava
Shape	-100	2	60	1	-20	3	doprava
Toto	60	1	-100	2	60	1	doleva
Viktorie	x	x	x	x	x	x	vyřazena
Žmolík	20	3	-100	2	-100	2	doleva

Legenda: 1 - pravák

2 - levák

3 - nelateralizovaný

Statistická analýza

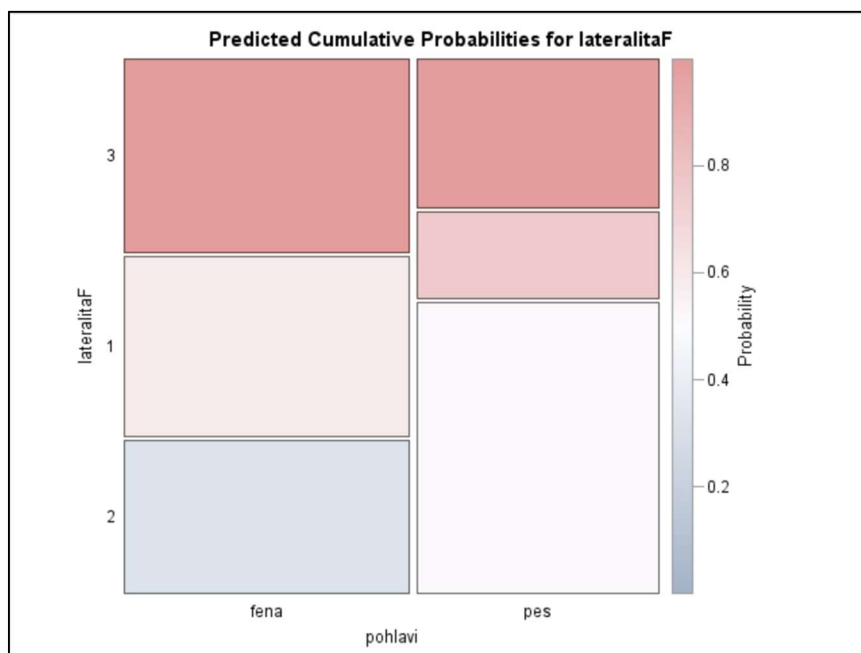
Hypotéza byla logistickou regresí s použitím PROC LOGISTIC s vícerozměrnou odezvou v programu SAS (verze 9.4) a výpočtem šance (odds ratio). Závisle proměnnou byla lateralita (se třemi úrovněmi odezvy: pravák, levák a indiferentní). Prediktory byly směr víru (otáčení víru po směru – doprava, proti směru – doleva, nebo nemusí být přítomen vůbec), pohlaví (fena, pes-samec), plemeno (bígl, boxer, dalmatin a Jack Russel), interakce pohlaví*plemeno, kastrace (Ano / Ne) a věk. Model byl sestavován tak, že vždy obsahoval jako prediktor směr víru a pak byly přidávány ostatní prediktory, aby nebyl opomenut případný další faktor, který by mohl výsledek ovlivnit. Logistická regrese byla postupně spočítána pro všechny typy testů na zjišťování laterality (tzn. First stepping test, Kong a Tape test). Statisticky neprůkazné výsledky nejsou uváděny.

Abychom zjistili, do jaké míry jsou výsledky odhadu laterality ze všech tří testů, použili jsme zobecněný lineární smíšený model (GLMM) s použitím PROC MIXED pro opakovaná měření (repeated=lateralita, subject=jméno psa), kde závisle proměnnou byla hodnota indexu laterality a pevným efektem lateralita podle typu testu (First stepping test, Kong a Tape test).

6 Výsledky

Pro First stepping test nebyl shledán žádný významný vliv směru víru ($\chi^2_{(2)}=2,08$, $P=0,35$). Při sestavě modelu s prediktory Směr víru, pohlaví, plemeno a interakce pohlaví*plemeno, byl jako jediný statisticky významný prediktor plemeno ($\chi^2_{(3)}=10,21$, $P=0,02$). Jako samostatný prediktor v modelu bylo plemeno nevýznamné. Když byl v modelu zastoupen jako jediný prediktor pohlaví, měl statisticky významný vliv na laterality ($\chi^2_{(1)}=12,77$, $P=0,0004$, Graf č. 1). Díky tomu, že v různé sestavě dával model odlišné výsledky, konstatujeme, že model logistické regrese byl velmi nestabilní, při čemž vliv směru víru se jako signifikantní neprojevil v žádné kombinaci prediktorů.

Graf č. 1 Pravděpodobnost účinku pohlaví na motorickou laterality dle „First stepping“ testu (Laterality: 1 = pravák; 2 = levák; 3 = nelateralizovaný). Fena měla více než dvojnásobnou pravděpodobnost ovlivnit laterality než pes-samec (šance = 2,21).

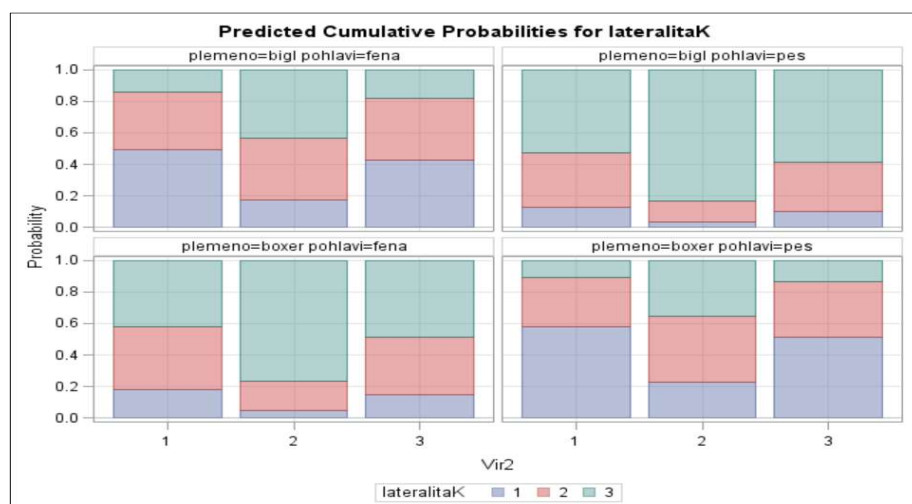


Pro motorickou laterality podle testu „Kong“, se ukázal vliv čtyř prediktorů, včetně směru víru (Tabulka 9, Graf č. 2 a Graf č. 3).

Tabulka č. 9 Výsledek logistické regrese pro motorickou lateralitu v důsledku směru růstu chlupového víru pohlaví, plemene, interakce mezi plemenem a pohlavím.

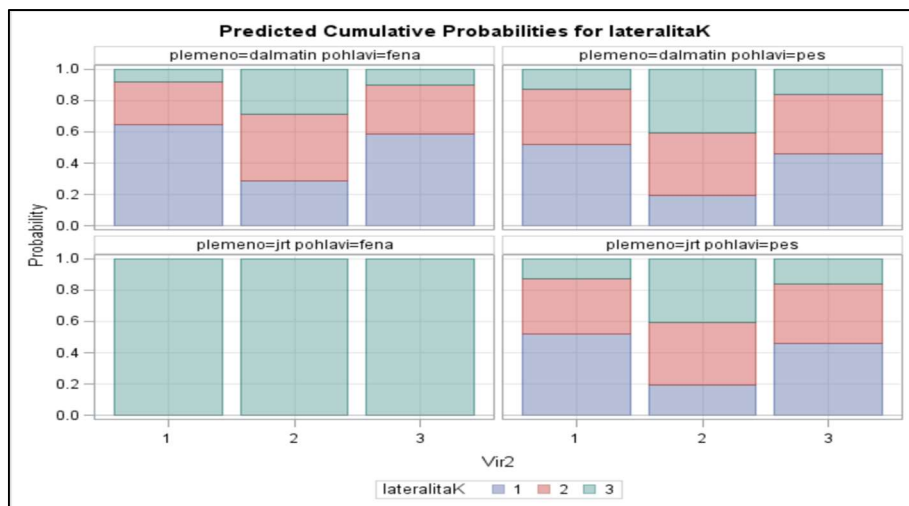
Joint Tests			
Effect	DF	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Vir2	2	23.4234	<.0001
pohlavi	1	9.1529	0.0025
plemeno	3	25.7400	<.0001
plemeno*pohlavi	3	22.9401	<.0001

Graf č. 2 Pravděpodobnost účinku směru víru, pohlaví, plemene (zastoupené v grafu německým boxerem a biglem) a interakce plemene*pohlaví na motorickou lateralitu dle testu „Kong“ (Lateralita: 1 = pravák; 2 = levák; 3 = nelateralizovaný).



Legenda	
pravák	1. vír rostoucí po směru
levák	2. vír rostoucí proti směru
nelateralizovaný	3. bez víru

Graf č. 3 Pravděpodobnost účinku směru víru, pohlaví, plemene (zastoupené v grafu dalmatinem a jack russell teriérem) a interakce plemene*poohlaví na motorickou lateralitu dle testu „Kong“ (Lateralita: 1 = pravák; 2 = levák; 3 = nelateralizovaný).

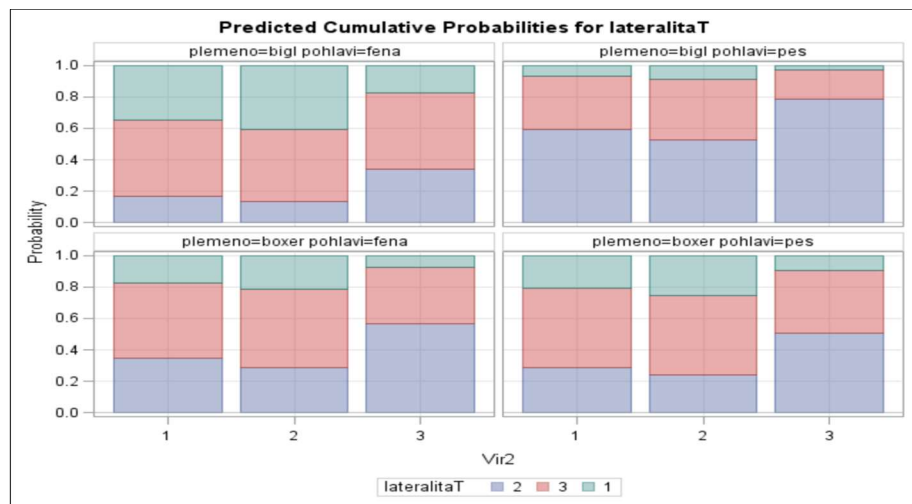


Také pro motorickou lateralitu podle „Tape“ testu, se ukázal vliv čtyř prediktorů, včetně směru víru (Tabulka 10, Graf č. 4 a Graf č. 5).

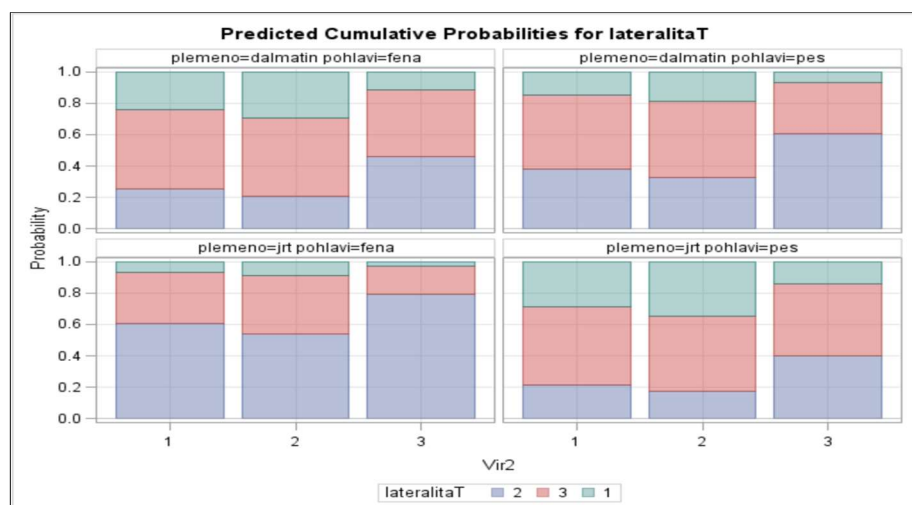
Tabulka č. 10 Výsledek logistické regrese pro motorickou lateralitu v důsledku směr růstu chlupového víru, pohlaví, plemene, interakce mezi plemenem a pohlavím.

Joint Tests			
Effect	DF	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Vir2	2	3.2817	0.1938
pohlavi	1	13.2449	0.0003
plemeno	3	15.2179	0.0016
plemeno*pohlavi	3	25.3964	<.0001

Graf č. 4 Pravděpodobnost účinku směru víru, pohlaví, plemene (zastoupené v grafu dalmatinem a jack russell teriérem) a interakce plemene*pohlaví na motorickou lateralitu dle „Tape“ testu (Lateralita: 1 = pravák; 2 = levák; 3 = nelateralizovaný).



Graf č. 5. Pravděpodobnost účinku směru víru, pohlaví, plemene (zastoupené v grafu dalmatinem a jack russell teriérem) a interakce plemene*pohlaví na motorickou lateralitu dle „Tape“ testu (Lateralita: 1 = pravák; 2 = levák; 3 = nelateralizovaný).



GLMM prokázal, že se odhady laterality mezi jednotlivými testy (First stepping test, Kong a Tape test) od sebe statisticky nelišily ($F_{(2,122)}=0,01$, $P=0.99$, opakovatelnost odhadu laterality podle tří testů = 0,52).

7 Diskuze

Tato diplomová práce byla zaměřena na souvislost motorické laterality se směrem růstu chlupového víru na psí hrudi. Analýza ukázala, že výsledky získané z jednotlivých metod se spolu shodují jen částečně. Směr víru ovlivňoval laterality pouze, když byla odhadována podle testu „kong“ a nikoliv, když byla odhadována podle „first stepping“ testu a „tape“ testu. Na laterality odhadovanou podle „first stepping“ testu mělo vliv pouze pohlaví. V testu „kong“ a „tape“ testu mělo značný vliv pohlaví a plemenná příslušnost. Tato velká různorodost výsledků byla pravděpodobně způsobena jen střední úrovní opakovatelnosti odhadu laterality podle uvedených třech testů. Díky tomu nelze učinit jednoznačný závěr naší studie. To, že jednotlivé testové metody nepřinášejí shodné výsledky, bylo zjištěno i ve studii Poyser et al. (2006), kde byl použit „tape“ test, „chew“ test a test s interaktivním balónem. Pouze test s interaktivním balónem ukázal určitou míru lateralizace. Dále stejného výsledku bylo dosaženo i ve studii Tomkins et al. (2010b), o které bude hovořeno dále v textu.

Skutečnost, že neexistovala spojitost mezi směrem, kterým se stáčí chlupový vír na psí hrudi, a motorickou laterality, odhadovanou podle „first stepping“ testu byla v rozporu se studií Tomkins et al. (2012b). „First stepping“ test byl prvně použit ve studii Tomkins et al. (2010b). V této práci byl porovnáván s „kong“ testem a ukázalo se, že u „first stepping“ testu byla pozorována preference pravé končetiny na úrovni populace, a zároveň, že tato končetinová preference dosahovala vyšší významnosti v porovnání s „kong“ testem. Podruhé byla tato metoda použita ve studii Tomkins et al. (2012b), kde byly hodnoty motorické laterality získané pomocí tohoto testu dány do spojitosti se směrem růstu chlupového víru, který se nachází na psí hrudi. Z výzkumu vyplynula tato skutečnost: psi, kteří měli vír na hrudi rostoucí po směru, jakým ukazují hodinové ručičky, vykazovali silnější pravostranné tendence oproti jedincům s vírem rostoucím proti směru hodinových ručiček. V diplomové práci se toto zjištění nepotvrdilo. Shodných výsledků nemuselo být dosaženo v důsledku užití odlišné metodiky sbírání dat. Ve studii Tomkins et al. (2012b) byli testováni psi, kteří byli vybráni jako adepti k výcviku na vodící psi. Všichni psi byli testováni na jednom místě, stejném schodišti s přesnými rozměry. Psi absolvovali celkem 50 pokusů se změnami stran, na které byl asistent, který držel psa na vodítku a který se nepohyboval zároveň se psem. Pes scházel ze schodiště sám na pokyn examinátora, který stál naproti psovi. Výzkum v diplomové práci byl proveden na psech chovaných v domácnosti. Psi nebyli testováni na jednom místě a jednom schodišti s přesnými rozměry. Psi absolvovali 5 pokusů, které nebyly

prováděny souvisle za sebou, ale v náhodném pořadí se střídaly s dalšími 2 testy. Měnily se i osoby, které psy vedly, i když ve většině případů byli psi vedeni svým majitelem.

Po statistickém vyhodnocení nasbíraných dat bylo dále zjištěno, že na hodnotu motorické laterality získanou pomocí „first stepping“ testu mělo vliv pouze pohlaví. Ze statistické analýzy vyplynulo, že u fen se projevila tendence být pravákem. Tato informace se shoduje s předchozími studii (McGreevy et al. 2010; Wells 2003). Tyto práce dospěly k závěru, že feny preferovaly pravou hrudní končetinu a psi dávali přednost levé hrudní končetině. Toto zjištění však není shodné se závěry studie Tomkins et al. (2010b), ve které bylo zjištěno, že další faktory jako je věk, plemeno a pohlaví neměly na výsledky měření pomocí této metody žádný vliv. Do výše uvedené studie bylo celkem zahrnuto 113 psů, z toho 61 fen a 52 psů. Plemenné složení bylo následující: 96 labradorských retrívrů, 9 zlatých retrívrů a 8 kříženců těchto dvou plemen. Všichni psi, účastníci se této studie, byli vykastrováni. V další studii Tomkins et al. (2012b) není uvedeno, že by plemeno nebo pohlaví či jejich vzájemná interakce měla vliv na výslednou hodnotu motorické laterality získanou pomocí této metody. Do této studie bylo zařazeno 114 psů, z toho 97 jedinců patřilo k plemenu labradorský retrívr, 9 jedinců náleželo k plemenu zlatý retrívr a 8 jedinců byli kříženci plemene zlatý retrívr.

Pro účely diplomové práce se testování zúčastnilo 61 psů. Z toho bylo 33 jedinců samičího pohlaví a 28 samčího. Pouze 10 testovaných jedinců absolvovalo kastraci. Díky tomuto faktu mohly být zaznamenány rozdíly související s pohlavím, které ve studii Tomkins et al. (2010b) nemusely být patrné. Pro další testované faktory jako je plemeno a interakce mezi plemenem - pohlavím nebyly zaznamenány signifikantní rozdíly. Tento výsledek je se studií Tomkins et al. (2010b) ve shodě. Přestože ve výše zmíněné studii byla většina testovaných psů jen od plemene labradorský retrívr a v diplomové práci byli testováni jedinci 4 rozdílných plemen: bigl, dalmatin, německý boxer a kříženci plemene jack russell teriér, nebyly zjištěny meziplenné rozdíly v souvislosti s touto testovou metodou k určení motorické laterality u psa. Navíc nebyly objeveny ani rozdíly týkající se interakce mezi plemenem - pohlavím.

Statistická analýza výsledků měření motorické laterality pomocí „kong“ testu přinesla neočekávané výsledky. V tomto případě směr víru vyšel jako signifikantní a to pro vír rostoucí proti směru hodinových ručiček. Jedinci s tímto vírem preferovali levou přední končetinu v „kong“ testu. Ve studii Tomkins et al. (2012b) nebyl vztah mezi hodnotou motorické laterality hodnocenou pomocí „kong“ testu a směrem růstu chlupového víru u psa hodnocen. Tento test ze všech použitých metod trval nejdelší dobu a ve vědeckých studiích

bývá často užívaným testem. Byl použit i ve studiích (Batt et al. 2008; McGreevy et al. 2010; Marshall-Pescini et al. 2013; Tomkins et al. 2010; Wells et al. 2016). Nicméně na výslednou motorickou laterální vypočítanou pomocí tohoto testu mělo vliv jak pohlaví, tak plemeno, tak i vzájemná interakce mezi těmito proměnnými. Toto zjištění je ve shodě s prací Tomkins et al. (2010b), ve které je uvedeno, že věk, plemeno a pohlaví měly vliv na motorickou laterální hodnocenou pomocí „kong“ testu.

Poslední metodou použitou k hodnocení motorické lateralizace u psa byl „tape“ test. V diplomové práci byly podmínky pro provádění tohoto testu upraveny oproti dřívějším studiím, ve kterých byla použita lepicí páska. V této diplomové práci byla páska z několika důvodů nahrazena gumičkou do vlasů. Prvním důvodem bylo, že lepicí páska vytrhávala chlupy z psí srsti. Dále, že bylo obtížné ji umístit přesně do středu na svrchní straně horní čelisti. Pro všechny testované psy byla použita jedna a tatáž gumička. Zkoušející osoby byly instruovány, aby gumičku na psí tlamu nasazovaly tak, aby byla na obou stranách navlečena ve stejné vzdálenosti. Po statistickém zpracování výsledků získaných pomocí této metody bylo zjištěno, že směr chlupového víru nebyl signifikantní. Opět jako proměnné, které dosahovaly statisticky významného výsledku, byly shledány pohlaví, plemeno a vzájemné propojení plemene s pohlavím.

Bylo tedy zjištěno, že metody „tape“ test a „kong“ test použité k testování motorické laterality, byly ovlivněny dalšími faktory pohlavím, plemenem, a dokonce vzájemnou interakcí plemene s pohlavím. Nejlépe hodnocenou metodou s nejnižší mírou ovlivnění dalšími faktory byl shledán „first stepping“ test. Metody určené k měření motorické laterality se shodovaly jen částečně.

Motorická laterální u psů tedy není zcela dořešeným tématem. Je těžké stanovit metodu, která určí, zda psi jsou praváci, leváci či nelateralizovaní. Tato složitost ve stanovení přesné metody, která určí jakým směrem je jedinec lateralizovaný, je známá již z určování lidské motorické lateralizace. Ani v této problematice si vědci nejsou zcela jisti. Do budoucna tedy bude nutné objevit přesnější metody pro zjišťování motorické laterality u psů. Dále směr víru umístěného na psí hrudi nebyl shledán jako faktor, kterým by se dala motorická laterální předpovědět. Tento fakt byl potvrzen i ve studii Jensen et al. (2007), kde byla studována souvislost motorické laterality se směrem víru nacházejícího se ve vlasech. Této studie se zúčastnilo 1212 lidí.

8 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo ověřit vztah chlupového víru na psí hrudi s motorickou lateralitou u psa domácího. K ověření hypotézy byly použity tři odlišné metody k získávání hodnot motorické lateralitity – „first stepping“ test, „kong“ test, „tape“ test. Bylo zjištěno, že výsledky získané pomocí těchto metod dosahovaly jen částečné shody.

Dále na hodnoty získané pomocí těchto metod měly vliv další faktory: pohlaví, plemeno, interakce mezi pohlavím - plemenem. Nejméně ovlivnitelnou metodou byl shledán „first stepping“ test. Na hodnoty získané pomocí tohoto testu mělo vliv pouze pohlaví. Z výzkumu provedého v rámci diplomové práce byla zjištěna existence vyšší pravděpodobnosti, že fena bude preferovat pravou hrudní končetinu ve „first stepping“ testu. Souvislost směru růstu chlupového víru na psí hrudi a motorické lateralitity byla pozorována pouze v souvislosti s „kong“ testem. Psi s vírem na hrudi, rostlým proti směru hodinových ručiček, dávali přednost užití levé hrudní končetiny v „kong“ testu. Nicméně na výsledky „kong“ testu měly ještě větší vliv další faktory, mezi které patřilo pohlaví, plemeno, interakce mezi plemenem - pohlavím.

Nejdůležitějším poznatkem této práce bylo zjištění, že měření motorické lateralitity pomocí použitých testovacích metod neukázalo žádnou souvislost se směrem růstu chlupů na psí hrudi. Zadaná hypotéza nebyla potvrzena. Toto tvrzení také podporují výsledky studií na lidské populaci (Jensen et al. 2007; Klar 2009; Perelle et al. 2009), jejichž závěrem bylo, že směr růstu vlasového víru nesouvisel s motorickou lateralitou. Dále tvrzení podporují protichůdné výsledky studií týkající se stejné problematiky u koní (Murphy & Arkins 2008; Savin & Randle 2011; Shivley et al. 2016). To samo o sobě zpochybňuje obecnou závislost motorické lateralitity na směru chlupových vírů a pozitivní výsledek studie (Tomkins et al. 2012b) mohl být náhodný.

Do budoucna by bylo potřeba do testů motorické lateralitity zapojit nový parametr, který by pomohl ověřit správnost získaných výsledků. Například zjistit zda u psů také existují mechanismy pro epigenetickou regulaci v míše, určující, zda daný jedinec bude pravák či levák, jako je tomu u lidí (Ocklenburg et al. 2017). Případně zjistit, zda je svalovina na některé přední končetině mohutnější, či prokázat existenci rychlejšího nervového spojení v končetině, která je daným jedincem preferována. Posunout se tak dále v chápání motorické lateralitity a podpořit nebo vyvrátit její existenci a případné spojení se směrem růstu chlupového víru na psí hrudi.

9 Seznam použité literatury

- Andrew RJ, Johnston ANB, Robins A, Rogers LJ. 2004. Light experience and the development of behavioural lateralisation in chicks II. Choice of familiar versus unfamiliar model social partner. *Behavioural Brain Research* **155**: 67-76.
- Alonso Y. 1998. Lateralization of visual guided behaviour during feeding in zebra finches (*Taeniopygia guttata*). *Behavioural Processes* **43**: 257-263.
- Artelle KA, Dumoulin LK, Reimchen TE. 2011. Behavioral responses of dogs to asymmetrical tail wagging of a robotic dog replica. *Laterality* **16 (2)**: 129 – 135.
- Batt LS, Batt MS, McGreevy PD. 2007. Two tests for motor laterality in dogs. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **2**: 47-51.
- Batt LS, Batt MS, Baguley JA, McGreevy PD. 2008. Stability of motor lateralisation in maturing dogs. *Laterality* **13**: 468-479.
- Bisazza A, Cantalupo C, Vallortigara G. 1996. Lateral asymmetries during escape behavior in a species of teleost fish (*Jenynsia lineata*). *Physiology and Behavior* **61 (1)**: 31-35.
- Bisazza A, Piganatti R, Vallortigara G. 1997. Laterality in detour behavior: interspecific variation in poeciliid fish. *Animal Behaviour* **54**: 1273-1281.
- Bonati B, Csermely D, Romani R. 2008. Lateralization in the predatory behaviour of the common wall lizard (*Podarcis muralis*). *Behavioural Processes* **79**: 171-174.
- Bonati B, Csermely D, López P, Martín J. 2010. Lateralization in the escape behaviour of the common wall lizard (*Podarcis muralis*). *Behavioural Brain Research* **207**: 1-6.
- Brouček J, Uhrinčat' M, Kišac P, Hanus A. 2004. Hair whorl position as a predictor of learning ability and locomotor behavior in cattle? *Acta Veterinaria Brno* **73**: 455-459.

Budaev SV, Zworykin DD, Mochek AD. 1999. Individual differences in parental care and behaviour profile in the convict cichlid: a correlation study. *Animal Behaviour* **58**: 195-202.

Cantalupo C, Bisazza A, Vallortigara G. 1995a. Lateralization of predator-evasion response in a teleost fish (*Girardinus falcatus*). *Neuropsychologia* **33 (12)**: 1637-1646.

Cantalupo C, Bisazza A, Vallortigara G. 1995b. Lateralization of displays during aggressive and courtship behavior in the siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Physiology and Behavior* **60 (1)**: 249-252.

Casperd JM, Dunbar RIM. 1996. Asymmetries in the visual processing of emotional cues during agonistic interactions by gelada baboons. *Behavioural Processes* **37**: 57-65.

Csermely D, Bonati B, Romani R. 2010. Lateralisation in a detour test in the common wall lizard (*Podarcis muralis*). *LATERALITY* **15 (5)**: 535-547.

Csermely D, Bonati B. 2011. Is the *Podarcis muralis* lizard left-eye lateralised when exploring a new environment?. *LATERILITY* **16 (2)**: 240-255.

Deng C, Rogers LJ. 1997. Differential contributions of two visual pathways to functional lateralization in chicks. *Behavioural Brain Research* **87**: 173-182.

Deng C, Rogers LJ. 2002. Social recognition and approach in the chick: lateralization and effect of visual experience. *ANIMAL BEHAVIOUR* **63**: 697-706 DOI: 10.1006/anbe.2001.1942.

Domokos G, Varkonyi PL. 2008. Geometry and self-righting of turtles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **1635 (275)**: 11–17 DOI: 10.1098/rspb.2007.1188.

Dharmaretnam M, Rogers LJ. 2005. Hemispheric specialization and dual processing in strongly versus weakly lateralized chicks. *Behavioural Brain Research* **162**: 62-70.

Espmark Y, Kinderas K. 2002. Behavioural lateralisation in reindeer. *Rangifer* **22 (1)**: 51-59.

Evans RD, Grandin T, DeJarnette JM, Deesing M, Garrick DJ. 2005 Phenotypic relationships between hair whorl characteristics and spermatozoal attributes in Holstein bulls. *Animal Reproduction Science* **85**: 95-103.

Facchin L, Bisazza A, Vallortigara G. 1999. What causes lateralization of detour behavior in fish? Evidence for asymmetries in eye use. *Behavioural Brain Research* **103**: 229-234.

Fernandez - Carriba S, Loeches A, Morcillo A, Hopkins WD. 2002. Asymmetry in facial expression of emotions by chimpanzees. *Neuropsychologia* **40**: 1523-1533.

Geschwind N. 1975. On the other hand. *The Sciences* **63**: 22 – 24.

Giljov A, Silva de S, Karenina K. 2017. Context-dependent lateralization of trunk movements in wild Asian elephants. *BIOLOGICAL COMMUNICATIONS* **62** (2): 82-92 DOI: 10.21638/11702/spbu03.2017.204.

Grandin T, Dessing MJ, Struthers JJ, Swinker AM. 1995. Cattle with hair whorl patterns above the eyes are more behaviorally agitated during restraint. *Applied Animal Behaviour Science* **46**: 117-123.

Guo K, Meints K, Hall Ch, Hall S, Mills D. 2009. Left gaze bias in humans, rhesus monkeys and domestic dog. *Animal Cognition* **12**: 409 - 418.

Hauser MD, Akre K. 2001. Asymmetries in the timing of facial and vocal expressions by rhesus monkeys: implications for hemispheric specialization. *ANIMAL BEHAVIOUR* **61**: 391-400.

Heuts BA. 1999. Lateralization of trunk muscle volume, and lateralization of swimming turns of fish responding to external stimuli. *Behavioural Processes* **47**: 113-124.

Hews DK, Castellano M, Hara E. 2004. Aggression in females is also lateralized: left-eye bias during aggressive courtship rejection in lizards. *ANIMAL BEHAVIOUR* **68**: 1201-1207.

Hook-Costigan MA, Rogers LJ. 1998. Lateralized use of the mouth in production of vocalizations by marmosets. *Neuropsychologia* **36 (12)**: 1265-1273.

Jang H, Lee JY, Lee KL, Park KM. 2017. Are there differences in brain morphology according to handedness? *Brain and Behavior* 7 (e00730) DOI: 10.1002/brb3.730.

Jensen A, Lohmann H, Scharfe S, Sehlmeier CH, Deppe M, Knecht S. 2007. The association between scalp hair-whorl direction, handedness and hemispheric language dominance: Is there a common genetic basis of lateralization? *NeuroImage* 35 853–861 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2006.12.025.

Johnston ANB, Rogers LJ. 1998. Right Hemisphere Involvement in Imprinting Memory Revealed by Glutamate Treatment. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* **60 4**: 863-871.

Judge J, Stirling J. 2003. Fine motor skill performance in left-and right-handers: Evidence of an advantage for left-handers. *Laterality* **8**: 297–306.

Klar AJS. 2003. Human handedness and scalp hair whorl direction develop from a common genetic mechanism. *Genetics* **165**: 269-276.

Klar AJS. 2005. A 1927 study supports a current genetic model for inheritance of human scalp hair-whorl orientation and hand use preference traits. *Genetics* **170**: 2027 - 2030.

Klar AJS. 2009. Scalp hair-whorl orientation of Japanese individuals is random; hence, the trait's distribution is not genetically determined. *Seminars in Cell & Developmental Biology* 20: 510-513 DOI: 10.1016/j.semcdb.2008.11.003.

Karenina K, Giljov A, Baranov V, Osipova L, Krasnova V, Malashichev Y. 2010. Visual Laterality of Calf–Mother Interactions in Wild Whales. *PLoS ONE* 5 (11) (e13787) DOI:10.1371/journal.pone.0013787.

- Karenina K, Giljov A, Glazov D, Malashichev Y. 2013. Social laterality in wild beluga whale infants: comparisons between locations, escort conditions, and ages. *Behav Ecol Sociobiol* **67**:1195–1204.
- Kolb B, Whishaw IQ. 2015. *Fundamentals of human neuropsychology*. Worth Publishers. New York.
- Kumar S, Mandal MK, Dutta T. 2012. *Bias in Human Behavior*. Nova Science Publishers. New York.
- Lanier JL, Grandin T, Green R, Avery D, McGee K. 2001. A note on hair whorl position and cattle temperament in the auction ring. *Applied Animal Behaviour Science* **73**: 93-101.
- Lemasson A, Koda H, Kato A, Oyakawa Ch, Blois-Heulin C, Makasata N. 2010. Influence of sound specificity and familiarity on Japanese macaques' (*Macaca fuscata*) auditory laterality. *Behavioural Brain Research* **208**: 286-289.
- Malashichev YB. 2006. One-Sided Limb Preference Is Linked to Alternating-Limb Locomotion in Anuran Amphibians. *Journal of Comparative Psychology* **120**: 401-410.
- Malashichev YB. 2016. Asymmetry of righting reflexes in sea turtles and its behavioral correlates. *Physiology & Behavior* **157**: 1-8.
- Marshall – Pescini S, Barnard S, Branson NJ, Valsecchi P. 2013. The effect of preferential paw usage od dogs' (*Canis familiaris*) performance in a manipulative problem – solving task. *Behavioural Processes* **100**: 40- 43.
- McGreevy PD, Brueckner A, Branson NJ. 2010. Motor laterality in four breeds of dog. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **5**: 318 – 323.
- Mckenzie R, Andrew RJ, Jones RB. 1998. Lateralization in chicks and hens: new evidence for control of response by the right eye systém. *Neuropsychologia* **36 (1)**: 51-58.

MacNeilage PF, Rogers LJ, Vallortigara G. 2009. Origins of the Left and Right Brain. *Scientific American* **301**: 60 - 67.

Murphy J, Arkins S. 2008. Facial hair whorls (trichoglyphs) and the incidence of motor laterality in the horse. *Behavioural Processes* **79**: 7-12.

Musiek F, Mohanami A, Wierzbinski E, Kilgore G, Hunter J, Marotto J. 2001. Pathways: will Wernicke's area ever be redefined? *The Hearing Journal* **64 (12)**: 6.

Ocklenburg et al. 2017. Epigenetic regulation of lateralized fetal spinal gene expression underlies hemispheric asymmetries. *eLife* 6 (e22784) DOI: 10.7554/eLife.22784.

Olmos G, Turner SP. 2008. The relationships between temperament during routine handling tasks, weight gain and facial hair whorl position in frequently handled beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science* **115**: 25-36.

Parr LA, Hopkins WD. 2000. Brain temperature asymmetries and emotional perception in chimpanzees, (*Pan troglodytes*). *Physiology & Behavior* **71**: 363-371.

Perelle IB, Ehrman L. 2008. Handedness: A behavioural laterality manifestation. Pages 331-342 in Kim YK, editor. *Handbook of behaviour genetics*. Springer, New York.

Perelle IB, Ehrman L, Chanza M. 2009. Human handedness and scalp hair whorl direction: No evidence for a common cause. *LATERALITY* 14 (1) 95-101 DOI: 10.1080/13576500802387692.

Poyser F, Caldwell C, Cobb M. 2006. Dog paw preference shows lability and sex differences. *Behavioural Processes* 73: 216-221 DOI: 10.1016/j.beproc.2006.05.011.

Quaranta A, Siniscalchi M, Vallortigara G. 2007. Asymmetric tail-wagging responses by dogs to different emotive stimuli. *Current Biology* **17 (6)**: 199-201.

Randle HD. 1998. Facial hair whorl position and temperament in cattle. *Applied Animal Behaviour Science* **56**: 139-147.

- Reddon AR, Hurd PL. 2009. Sex differences in the cerebral lateralization of a cichlid fish when detouring view emotionally conditioned stimuli. *Behavioural Processes* **82**: 25-29.
- Robins A, Lippolis G, Bisazza A, Vallortigara G, Rogers LJ. 1998. Lateralized agonistic responses and hindlimb use in toads. *Animal Behaviour* **56**: 875-881.
- Robins A, Rogers LJ. 2004. Lateralized prey catching responses in the toad (*Bufo marinus*): Analysis of complex visual stimuli. *Animal Behaviour* **68**: 567-575.
- Robins A, Rogers LJ. 2005. Lateralized visual and motor in the green tree frog, (*Litoria caerulea*). *Animal Behaviour* **72**: 843-852.
- Robins A, Rogers LJ. 2006. Complementary and lateralized forms of processing in *Bufo marinus* for novel and familiar prey. *Neurobiology of Learning and Memory* **86**: 214-227.
- Rogers LJ. 2002. Lateralization in vertebrates: Its early evolution, general pattern, and development. *Advances in the Study of Behavior* **31**: 107 – 161.
- Rogers LJ, Andrew RJ. 2002. *Comparative Vertebrate Lateralization*. Cambridge University Press. New York.
- Rogers LJ, Vallortigara G. 2015. Why Did Brains Break Symmetry?. *Symmetry* **7**: 2181-2194.
- Royet JP, Plailly J. 2004. Lateralization of olfactory processes. *Chemical Senses* **29**: 731 - 745 DOI: 10.1093/chemse/bjh067.
- Santi de A, Sovrano VA, Bisazza A, Vallortigara G. 2000. Mosquitofish display differential left- and right-eye use during mirror image scrutiny and predator inspection responses. *Animal Behaviour* **61**: 305-310.

Savin H, Randle H. 2011. THE RELATIONSHIP BETWEEN FACIAL WHORL CHARACTERISTICS AND LATERALITY EXHIBITED IN HORSES. *Journal of Veterinary Behavior* **6 (5)**: 295-296.

Shivley C, Grandin T, Deesing M. 2016 Behavioral Laterality and Facial Hair Whorls in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **44**: 62-66.

Schneider LA, Delfebbro PH, Burns NR. 2013. Temperament and lateralization in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **8 (3)**: 124 – 134.

Siniscalchi M, Quaranta A, Rogers L. 2008. Hemispheric specialization in dogs for processing different acoustic stimuli. *PLoS ONE* 3 (10) (e3349) DOI: 10.1371/journal.pone.0003349.

Siniscalchi M, Sasso R, Pepe AM, Dimmateo S, Vallortigara G, Quaranta A. 2011. Sniffing with right nostril: Lateralization of response to odour stimuli by dogs. *Animal Behaviour* **82**: 399-404 DOI: 10.1016/j.anbehav.2011.05.020.

Sovrano VA. 2007. A note on asymmetric use of the forelimbs during feeding in the European green toad (*Bufo viridis*). *Laterality* **12**: 458-463.

Sovrano VA, Quaresmini C, Stancher G. 2018. Tortoises in front of mirrors: Brain asymmetries and lateralized behaviour in the tortoise (*Testudo hermanni*). *Behavioural Brain Research* **352**: 183-186.

Sperry R. 1982. Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Bioscience Reports* **2**: 265-276.

Stancher G, Clara E, Regolin L, Vallortigara G. 2006. Lateralized righting behavior in the tortoise (*Testudo hermanni*). *Behavioural Brain Research* **173**: 315-319.

Stocco A, Lebiere C, Anderson JR. 2010. Conditional routing of information to the cortex: A model of the basal ganglia's role in cognitive coordination. *Psychological Review* **117**: 541–574.

- Sun T, Walsh CHA. 2006. Molecular approaches to brain asymmetry and handedness. *Nature Reviews Neuroscience* **7**: 655-662.
- Tan U. 1987. Paw preferences in dogs. *International Journal of Neuroscience* **32**: 825-829.
- Taylor GM, Nol E, Boire D. 1995. Brain-regions and encephalization in anurans – adaptation or stability? *Brain Behavior and Evolution* **45**: 96-109.
- Tomkins LM, McGreevy PD. 2010a. Hair Whorls in the domestic dog (*Canis familiaris*) Part I: distribution. *THE ANATOMICAL RECORD* **293**: 338-350.
- Tomkins LM, McGreevy PD. 2010b. Hair Whorls in the domestic dog (*Canis familiaris*) - Part II: asymmetries. *THE ANATOMICAL RECORD* **293**: 513-518.
- Tomkins LM, McGreevy PD, Branson NJ. 2010a. Lack of standardization in reporting motor laterality in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **5**: 235–239.
- Tomkins LM, Thomson PC, McGreevy PD. 2010b. First-stepping Test as a measure of motor laterality in dogs (*Canis familiaris*). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **5**: 247-255.
- Tomkins LM, Williams KA, Thomson PC, McGreevy PD. 2010c. Sensory Jump Test as a measure of sensory (visual) lateralisation in dogs (*Canis familiaris*). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **5**: 256-267.
- Tomkins LM, Thomson PC, McGreevy PD. 2012a. Association between three measures of lateralization: motor, sensory and structural lateralization and guide dog success. *The Veterinary Journal* **192**: 359 – 367.
- Tomkins LM, Williams KA, Thomson PC, McGreevy PD. 2012b. Lateralization in the domestic dog (*Canis familiaris*): Relationships between structural, motor, and sensory laterality. *Journal of Veterinary Behavior* **7**: 70 – 79.

Vallez C, Vauclair J. 2011. Right hemisphere dominance for emotion processing in baboons. *Brain and Cognition* **75**: 164-169.

Vallortigara G, Regolin L, Pagni P. 1999. Detour behaviour, imprinting and visual lateralization in the domestic chick. *Cognitive Brain Research* **7**: 307-320.

Vallortigara G, Cozzutti C, Tommasi L, Rogers LJ. 2001. How birds use their eyes: Opposite left-right specialization for the lateral and frontal visual hemifield in the domestic chick. *Current Biology* **11**: 29–33.

Versace E, Morgante M, Pulina G, Vallortigara G. 2007. Behavioural lateralization in sheep (*Ovis aries*). *Behavioural Brain Research* **184**: 72-80.

William E, Franklin III, Lima SL. 2001. Laterality in avian vigilance: do sparrows have a favourite eye?. *ANIMAL BEHAVIOUR* **62**: 879-885.

Weiss SL. 2002. Reproductive Signals of Female Lizards: Pattern of Trait Expression and Male Response. *Ethology* **108**: 793-813.

Wells DL. 2003. Lateralised behaviour in the domestic dog, (*Canis familiaris*). *Behavioural Processes* **61**: 27-35.

Wells DL, Hepper PG, Milligan ADS, Barnard S. 2016. Comparing lateral bias in dogs and humans using the Kong ball test. *Applied Animal Behaviour Science* **176**: 70-76.

Wyneken J. 2000. A synthetic approach to understanding sea turtle locomotion. *Comparative Biochemistry and Physiology A-molecular & Integrative Physiology* **126**: 160-160 DOI: 10.1016/S1095-6433(00)80317-7.

Zucca P, Cerri F, Carluccio A, Biciadonna L. 2011. Space availability influence laterality in donkeys (*Equus asinus*). *Behavioural Processes* **88**: 63-66.

Online zdroje:

PORAC C. Laterality: exploring the enigma of left-handedness. Academic Press [online]. 2016 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/natl-ebooks/detail.action?docID=4307811>>.

10 Přílohy

Seznam příloh:

- Obrázek č. 1: First stepping test
- Obrázek č. 2: Kong test
- Obrázek č. 3: Tape test
- Obrázek č. 4: A: chlupový vír po směru hodinových ručiček (doprava); B: chlupový vír proti směru hodinových ručiček (doleva)



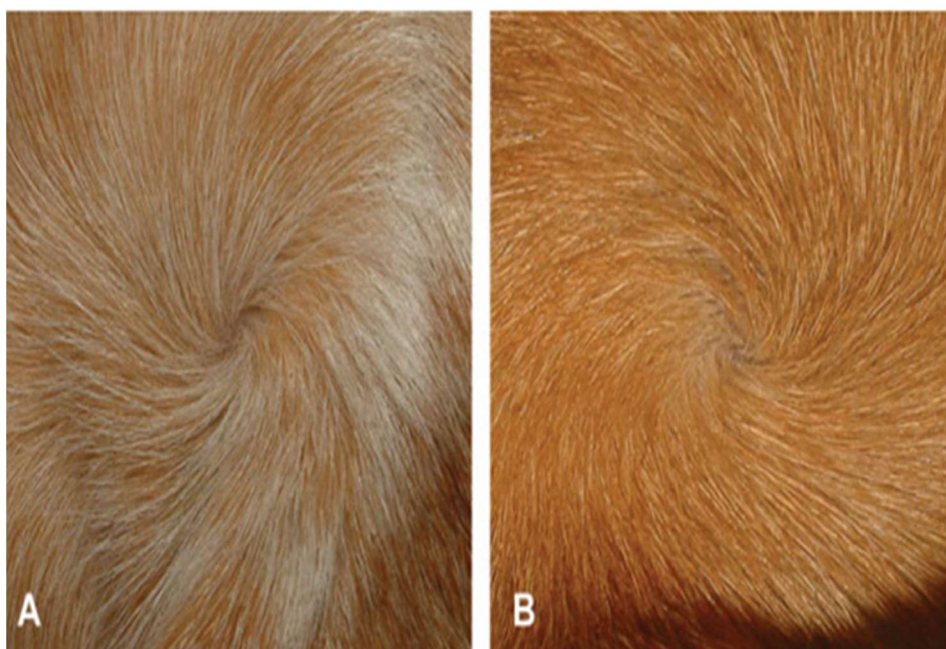
Obrázek č. 1 First stepping test – zdroj: Fotografický materiál autorky práce



Obrázek č. 2 Kong test – zdroj: Fotografický materiál autorky práce



Obrázek č. 3 Tape test – zdroj: Fotografický materiál autorky práce



Obrázek č. 4 **A** Chlupový vír po směru hodinových ručiček (doprava) **B** Chlupový vír proti směru hodinových ručiček(doleva)
zdroj:Tomkins & McGreevy (2010b)