

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA HUMANITNÍCH STUDIÍ

Katedra Obecné antropologie



Bc. Ivana Žáková

**Preference ruky a její souvislost
s verbálními a prostorově-orientačními
dovednostmi u dětí.**

Diplomová práce

Vedoucí práce: **Mgr. Linda Hroníková, Ph.D.**

Praha 2016

*„Kdyby byl lidský mozek natolik jednoduchý, abychom mu rozuměli,
byli bychom tak hloupi, že bychom mu nakonec stejně nerozuměli.“*

Jostein Gaarder, *Sofin svět*

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracovala samostatně. Všechny použité prameny a literatura byly řádně citovány. Práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 2016

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí práce Mgr. Lindě Hroníkové, Ph.D. za cenné rady, podporu, její pozitivní přístup a ochotu řešit jakoukoli situaci, která během psaní této práce nastala.

Velké díky patří i ředitelům a učitelům základních škol, ve kterých výzkum mé práce probíhal a který bych bez jejich nesmírné vstřícnosti nemohla realizovat.

Abstrakt

Tato práce se soustředí na fenomén vedoucí ruky se zaměřením na možné rozdíly mezi leváky a praváky ve verbálních a prostorově-orientačních dovednostech. Teoretickým základem pro takové rozdíly může být například jiná organizace specializovaných funkčních oblastí v mozkových hemisférách mezi těmito dvěma skupinami nebo jiné vnější vlivy. Rozdíly mezi leváky a praváky ve zmíněných dovednostech řešila již řada studií, nicméně výsledky nejsou konzistentní. V mém výzkumu jsem se zaměřila na skupinu žáků základních škol ve věku 10 – 11 let. Žáci byli skrze předvedení deseti běžných činností rozřazeni na leváky a praváky. Písemnou formou byly testovány prostorově-orientační dovednosti a jazykově-analytické schopnosti, ústně byla testována slovní produkce. Statistické výpočty provedené skrze mnohonásobnou analýzu rozptylu ukázaly, že největší vliv na výsledky dosažené ve všech testech má věk. Vliv pohlaví byl nalezen pouze ve slovní produkci, kdy dívky dosáhli lepších výsledků. Vliv vedoucí ruky byl taktéž zjištěn pouze v případě slovní produkce, kdy praváci dosáhli lepších výsledků. V obou těchto případech se však jednalo pouze o trend. Nebyla nalezena kolísavost vlivu pohlaví mezi leváky a praváky, ani kolísavost vlivu vedoucí ruky mezi dívkami a chlapci. Na všechny výsledky se vztahovala malá síla účinku. Zjištění ukazují na velké interindividuální rozdíly mezi dětmi a stále probíhající vývoj ve verbálních a prostorově-orientačních dovednostech. Dále i na možnost souvislosti mezi leváctvím a horší schopností artikulace jakožto komponenty obecné schopnosti motoriky, kterou by mohly způsobovat odchylky v distribuci specializovaných funkčních oblastí v mozku.

Abstract

This thesis focuses on the phenomenon of handedness and possible differences at verbal skills and spatial orientation abilities among left-handers and right-handers. The theoretical basis for these potential differences may be discrepancies in the distribution of specialized functional areas in the brain hemispheres among these two groups or environmental factors. Differences between left-handers and right-handers have been explored in a series of studies but the findings remained inconclusive. In my study I focused on a group of elementary school pupils at the age of 10 to 11 years. Pupils were classified as left or right-handers after performing ten common manual tasks. Language-analytical and spatial orientation tests were administered in a paper form, verbal fluency was tested orally. Statistical calculation carried out through multivariate analyses of variance revealed that age has significant influence on the results of the pupils. The effect of sex was found only at the verbal fluency task, where the girls outperformed the boys. The effect of handedness was found also only at the verbal fluency task, where the right-handers outperformed the left-handers. In both of the latter mentioned cases the findings were only identified as a tendency. Possible fluctuating influence of sex among left and right-handers wasn't found nor the fluctuating influence of the handedness among girls and boys. Small effect size was calculated for all of the results. These findings are showing large interindividual differences among children and still ongoing development of both verbal and spatial orientation skills. Also they're showing possibility of relationship between left-handedness and oratorical ability of articulation as a component of general motoric abilities, which may be caused by the discrepancies in distribution of specialized functional areas in the brain hemispheres.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Teoretická část	14
2.1	Bilaterální asymetrie	14
2.2	Lateralita	15
2.2.1	Lateralita mozkových hemisfér	16
2.2.1.1	Výzkum fyziologie mozku	17
2.2.1.2	Anatomie mozku	18
2.2.1.2.1	Historické objevy	20
2.2.1.2.2	Typická lateralizace specializovaných funkčních oblastí	21
2.2.1.2.3	Současný pohled na asymetrii mozkových hemisfér	23
2.2.1.2.4	Dimorfismus mozkové kůry mezi muži a ženami.....	24
2.2.1.3	Syndrom oddělených hemisfér	25
2.2.1.3.1	Absence corpus callosum u jiného obratlovce	26
2.2.2	Evoluční teorie o lateralitě	26
2.2.2.1	Lateralita jako evolučně stabilní strategie	26
2.2.2.2	Lateralita jedince vs. lateralita populace	26
2.2.2.3	Lateralita jako adaptace	27
2.3	Leváctví a praváctví u člověka	28
2.3.1	Rozdělení jedinců podle vedoucí ruky.....	28
2.3.1.1	Určení vedoucí ruky	29
2.3.1.2	Dědičnost vedoucí ruky	30
2.3.1.3	Genetické modely	31
2.3.2	Vlivy prostředí na vedoucí ruku	31
2.3.3	Typy leváctví/praváctví podle příčin	33
2.3.4	Zastoupení leváků v lidské populaci.....	35
2.4	Asymetrie a zrak	36
2.4.1	Anatomická a funkční organizace zrakového systému.....	36
2.4.2	Dominance oka	37
2.4.2.1	Koordinace ruky a oka.....	39
2.5	Asymetrie a sluch.....	39
2.6	Verbální schopnosti	40
2.6.1	Lateralita mozkových hemisfér a verbální dovednosti	40
2.6.2	Řečová centra u ostatních lidoopů	42
2.6.3	Souvislost mezi funkčními oblastmi řeči a motoriky	43

2.6.4	Specifické poruchy učení	44
2.6.4.1	Dyslexie	44
2.6.4.2	Koktání, šišlání	46
2.6.5	Rozdíly mezi muži a ženami v souvislosti s verbálními schopnostmi a funkčními oblastmi v mozku	46
2.6.6	Neverbální složka komunikace	47
2.7	Orientace v prostoru	48
2.7.1	Lateralita mozkových hemisfér a prostorové dovednosti	48
2.7.2	Rozdíly mezi muži a ženami v prostorové orientaci	50
2.8	Tendence současných studií zaměřených na vztah mezi vedoucí rukou a kognitivními dovednostmi	50
3	Praktická část	56
3.1	Cíle výzkumu	56
3.2	Hypotézy	56
3.3	Průběh výzkumu	57
3.4	Vzorek	58
3.5	Užité testy	59
3.5.1	Určení vedoucí ruky	59
3.5.2	Testování jazykově-analytických a prostorově-orientačních dovedností	60
3.5.3	Testování slovní produkce	61
3.6	Analýza dat	61
3.6.1	Výběr statistické metody a modelu	61
3.6.2	Dodržení předpokladů	62
3.6.3	Výsledky	62
3.6.3.1	Výsledky pro jednotlivá skóre	62
3.6.3.2	Post-hoc testy	63
3.6.3.3	Tabulky a grafy	64
3.6.3.4	Bodové grafy průměrů podle tabulek	66
3.6.3.4.1	Boxplotové matice	68
3.7	Diskuze	73
3.7.1	Vliv věku	73
3.7.2	Vliv pohlaví	74
3.7.3	Vliv vedoucí ruky	75
3.7.3.1	Jazykově-analytické testy	75
3.7.3.2	Slovní produkce	75
3.7.3.3	Prostorově-orientační testy	76
3.7.4	Bodové rozmezí	77
3.7.5	Limity výzkumu	78

4	Závěr	79
5	Použitá literatura	81
6	Přílohy.....	89

1 Úvod

Leváctví je dodnes ne zcela zodpovězenou antropologickou otázkou. Nejen, že i v současnosti není úplně jasné, jak a proč leváctví „vzniklo“; z dnešního pohledu je i zarážející, jak se od nepaměti až po blízkou minulost společnosti po celém světě shodovaly nezávisle na sobě v tom, že leváctví je něco negativního. Zatímco existují fyzické vlastnosti a anomálie, které jsou v jedné kultuře oslavovány, v jiné zatracovány a ve třetí si jich nikdo nevšímá, leváctví jako by bylo v čase i místě zápornou univerzálií. Levou rukou se nesmělo dělat to a ono a občas se i stalo, že leváctví „usvědčilo“ člověka třeba z čarodějnictví. I v jazyce byla pravá „tou pravou“, a to nejen v češtině. Ještě v minulém století se u nás žáci základních škol přeučovali z leváků na praváky podle oficiálního ministerského výnosu. O to více je pak taková celosvětová kulturní tendence k podivu, pokud se leváci od praváku kromě preferované ruky neliší. Nebo liší?

Vedoucí ruka je spojována s organizací specializovaných funkčních oblastí v mozkových hemisférách. Tyto specializované oblasti se dají zjednodušeně rozdělit na ty, které ovlivňují schopnosti verbální a ty, které ovlivňují schopnosti neverbální. U praváku panuje v drtivé většině shoda, co se týče lateralizace oblastí v hemisférách, zatímco u leváků je distribuce oblastí nekonzistentní. Praváci mají shodně lateralizovány oblasti pro verbální schopnosti do levé hemisféry, ale u leváků lze identifikovat jak tuto lateralizaci, tak i lateralizaci zrcadlově obrácenou či symetrické rozložení oblastí do obou hemisfér. Výzkumníci proto začali v minulých desetiletích sestavovat hypotézy mluvící o vlivu této lateralizace na verbální schopnosti a tím pádem o rozdílech ve verbálních dovednostech mezi leváky a praváky.

Hypotéza předpokládá výhodu praváků s vyjádřenou lateralizací funkčních oblastí ve verbálních schopnostech vůči levákům, u kterých lateralizace není tolik vyjádřena. Teorie zakládající tuto hypotézu hovoří o výhodě způsobené potřebou tak složitého procesu jako je lidský jazyk a řeč využívat jednu hemisféru z důvodu 'výpočetní techniky mozku'. Této výhodě nahrávají i teorie o fylogenezi lidského jazyka a řeči jako dalším stupni rozvinutých gest, které souvisejí s motorikou. To by totiž mohlo značit potřebu lateralizace funkčních oblastí pro jazyk a řeč právě do levé hemisféry, která ovládá u praváků jejich vedoucí ruku.

Jelikož studie s cílem lokalizovat aktivní oblasti neverbálního charakteru zároveň ukazují na aktivitu v pravé hemisféře, vyvstali otázky o možných rozdílech mezi leváky a praváky v činnostech neverbálních, např. v prostorově-orientačních. Z existujících studií není sice zcela zřejmé, jestli jsou oblasti pro neverbální dovednosti distribuovány jinak u leváků a u praváků, nicméně hypotézy o rozdílných výkonech pokrývají obě možnosti.

První hypotéza je postavená na stejné organizaci mozkových funkčních oblastí pro neverbální dovednosti jak u leváků, tak u praváků. Hypotéza pak říká, že leváci by mohli dosahovat lepších výsledků v neverbálních dovednostech, např. tedy i v prostorově-orientačních úkolech, než praváci, a to z důvodu vytiženosti levé hemisféry praváků, kteří mají v levé hemisféře výrazně lateralizovaný jazyk a řeč, tudíž na užívání pravé hemisféry a jejích funkčních oblastí 'nezbývá kapacita'. V tomto ohledu by tedy měli mít leváci sice nevýhodu pro verbální dovednosti, ale výhodu pro dovednosti neverbální.

Druhá hypotéza pracuje s podobným principem lateralizace pro neverbální dovednosti, jako je řeč a jazyk. U praváků budou tyto oblasti výrazně lateralizovány do pravé hemisféry, zatímco u leváků nebude lateralizace příliš vyjádřená. Z důvodu výrazné lateralizace jako výhodnější organizace mozku by tím pádem měli být praváci úspěšnější i v neverbálních (tedy i prostově-orientačních) dovednostech.

K vyvrácení či potvrzení těchto hypotéz proběhla již řada studií, nicméně nepřinesly konzistentní výsledky a v otázce rozdílů mezi leváky a praváky tak nepanuje konsenzus.

Cílem mé práce je vstupem do diskuze na toto téma, kdy bych ráda v teoretické části shrnula rozsáhlou problematiku, která se váže k leváctví a lateralizaci specializovaných funkčních oblastí v mozkových hemisférách. Chtěla bych poukázat na to, že ani v definicích, co vlastně znamená lateralita, lateralizace a leváctví není jednotný přístup, stejně jako v metodologii určování vedoucí ruky, rozdělování populace podle vedoucí ruky nebo samotného měření výkonu v testech ověřujících dovednosti. Dále bych se ráda dotkla teorií o fylogenezi a ontogenezi laterality, bez kterých dle mého názoru nelze této problematice dostatečně porozumět. V neposlední řadě se chci věnovat i schopnostem verbálním a prostorově-orientačním a jejich aspektům, které by mohly poukazovat na vztah těchto dovedností k lateralitě. Teoretickou část uzavírají studie ze současné doby, které se tématu věnují.

V praktické části méj diplomové práce chci pak předestřít vlastní výzkum s jeho výsledky, který má za cíl zjistit možné rozdíly právě ve verbálních a neverbálních

dovednostech mezi leváky a praváky na dětech z českých základních škol, a to ve věku 10 – 11 let. Jedná se o věk, kdy by žáci měli mít plně projevenou laterální (jak mozku, tak i ruky), dosahovat již rozvinutého logického myšlení a kognitivních a řečových dovedností. Zároveň docházejí do 5. a částečně 4. tříd základních škol, kde se vyučují podle velmi podobných osnov a tudíž by měly dosahovat i podobných úrovní znalostí a dovedností. V pozdějším věku se již studijní i mimoškolní zaměření a tím pádem rozvoj myšlení a dovedností začíná výrazně diferencovat.

Verbální dovednosti jsou rozděleny na jazykově-analytické úlohy a na řečovou produkci. Z neverbálních dovedností jsem zvolila prostorově-orientační, které jsou v tomto ohledu spekulovány nejčastěji.

Důležitost zodpovídání otázek týkající se levorukosti vidím především v neinformovanosti o tomto tématu. Dnes sice nikdo leváky neupaluje ani jim neuvazuje levou ruku k tělu během činností¹, ale s neuvěřitelnou mírou stereotypů a „faktů“ o levácích a pravácích narážíme i v současné době, alespoň co se naší země týče, a to dokonce prezentovaných jako vědecká fakta.

Diametrální rozdíl mezi poznatky v naší zemi a cizinou demonstrují například publikace zmíněné i v mojí práci. V roce 1991 u nás vyšly hned dvě publikace o leváctví s příhodným slovem *záhada(y)* ve svých názvech. Ačkoli obě nesou kvalitní empirické poznatky, po odborné teoretické stránce dle mého názoru značně pokulhávají. Není výjimkou, že jejich autoři teoretické informace přebírali z publikací např. z 60. let 20. stol. Přesto jsou tyto informace stále citovány a přebírány do dalších prací. Ve stejném roce vyšla ve Velké Británii publikace o leváctví a lateralitě obecně již s velmi propracovaným a odborným teoretickým základem odvíjejícím se ze soudobých vědeckých poznatků. Ani o 15 let později nejsou tyto publikace dostupné v češtině a většina studentů zejména pedagogických oborů (jak vyplývá z akademických prací, které jsem během psaní diplomové práce pročetla) stále cituje z české literatury 90. let a „nebojí“ se sáhnout ani po publikacích z let. 60.

Nedostatečná informovanost pak podle mého názoru může vést k nepochopení některých jevů a ovlivnit v důsledku následný přístup například k patologickým jedincům, jako jsou třeba ti s poruchou řeči nebo učení.

¹ Nerada bych opomenula zmínit, že jen já znám osobně dva jedince mého věku, kteří byli v dětství přeučováni rodiči (a jeden z nich od té doby velmi špatně artikuluje).

Tato práce je tedy zaměřena na fenomén vedoucí ruky a jeho souvislostech s dalšími jevy, s hypotézou zaměřující se na možné rozdíly mezi leváky a praváky v dovednostech verbálních a neverbálních.

2 Teoretická část

2.1 Bilaterální asymetrie

Symetrie, česky též souměrnost, je výraz označující rovnost či stejnost určitých objektů ve vztahu k určitému bodu, linii či ploše. Záměna takových objektů by nevyvolala žádné změny celku. Opakem symetrie je asymetrie, česky též nesouměrnost (Clapham, Nicholson, 2014; Stevenson, 2010).

Většina organismů včetně člověka spadá do živočišného kmene *bilateria*, vyvíjejí se podle tzv. mediolaterální osy a je pro ně charakteristická dvoustranná zrcadlová, tedy bilaterální, souměrnost. Ta je pro ně evolučně adaptivní, protože jejich pohyb je efektivnější než pohyb obloukový. Na druhou stranu se tyto organismy vyznačují i pravolevou nesouměrností, například co se týče distribuce vnitřních orgánů (Koukolík, 2012). Bilaterální asymetrii najdeme u nižších i vyšších živočichů. Například vaječník a vejcovod samic ptáků se zakládá jako párový orgán, dále se ale vyvíjí většinou jen levý vaječník. Pravý vaječník se vyvine jen výjimečně. Pokud je levý vaječník odebrán, pravý se vyvine jako náhrada. Ptačí samci zase mívají asymetrická varlata – to levé bývá větší (Hudec, Černý a kol., 1972).

Lidské tělo se na první pohled vyznačuje výraznou bilaterální symetrií, avšak při detailním zkoumání pozorovatel zjistí tvarové odlišnosti (Synek, 1991). Patrné je to například na projektu českého fotografa Davida, jehož základem byla metoda rozdělení negativu fotografie frontálního záběru na lidský obličej a jeho následné složení tak, aby vznikly dva snímky nové – jeden pravostranný a jeden levostranný. Výsledné portréty byly překvapivě odlišné mezi sebou navzájem i vůči portrétu původnímu a odhalily tak morfologické odchylky mezi levou a pravou stranou lidského obličej (David, 1995).²

² Viz přílohu I.

2.2 Lateralita

Pojem lateralita má původ v latinském slově *lateralis*, které v češtině znamená boční, postranní. Do češtiny by se tento pojem dal přeložit kostrbatým slovem 'strannovost', který se běžně nepoužívá.

Již samotných definic laterality je více a lze je najít ve dvou základních podobách. V té první je lateralita definována jako jakákoli nesouměrnost mezi levou a pravou stranou ve vztahu k organismu. Například československý lékař Sovák (1985) definoval lateralitu jako název pro odchylky v souměrnosti párových orgánů. V logopedickém slovníku (Dvořák, 2007) je lateralita definována jako „*asymetrie organismu podle střední roviny*“. Drnková-Pavlíková a Syllabová (1991) chápou lateralitu jako vztah levé a pravé strany k organismu či jako určitý rozdíl mezi pravým a levým orgánem.

Druhá definice laterality označuje lateralitu jako nerovnoměrné využívání párových orgánů na základě rozdílů v jejich aktivitě, výkonnosti nebo specializaci. Například Křišťanová (1998) a Zelinková (2015) definují shodně lateralitu jako „*přednostní užívání jednoho z párových orgánů*“. V zahraničních slovnících psychologie je lateralita definována například jako „*preference k používání jedné strany těla pro určité činnosti*“³ (Basavanna, 2000) nebo je charakterizována jako „*termín označující umístění struktury či funkce do levé či pravé strany*“⁴ (Winn, 2003). Pojem lateralizace pak značí přesun ke straně (Vokurka, 2015). Tzn. umístění nějaké struktury na levou či pravou stranu.

Párové orgány jsou také orientovány podle střední (mediální) roviny těla, tudíž lateralita se zjednodušeně řečeno soustředí na rozdíly mezi nimi. Myslím však, že je nepřesné tvrdit, že jde o rozdíly ve smyslu nadřazenosti jednoho orgánu nad druhým, jak uvádí například Sovák (1962), spíše bych hovořila o preferenci a specializaci jednoho z párových orgánů k určité činnosti. Takový orgán je možné nazývat jako orgán vedoucí.

Sovák (1962) charakterizoval lateralitu jako jakoukoli odchylku nebo soubor odchylek mezi levou a pravou stranou. Jelikož tyto odchylky nabývají nejrůznějších podob, jak kvalitativních, tak kvantitativních, lateralitu následovně rozdělil na morfologickou a funkční. Toto rozdělení je problematické, pokud jej předchází právě ta definice laterality, která již ze své podstaty mluví o funkcích a užívání, a dělení na lateralitu funkční

³ Jedná se o překlad autorky.

⁴ Jedná se o překlad autorky.

a morfologickou tak pozbývá smyslu. Za lateralitu morfologickou bych také neoznačovala jakékoli tvarové odchylky mezi levou a pravou stranou, ale například asymetrickou distribuci orgánů mezi levou a pravou polovinou těla organismu. Pokud bych se držela definic, které mluví o lateralitě jako o rozdílnosti v užívání levé či pravé strany v důsledku odlišné specializace orgánu, pak bych měla hovořit spíše o asymetrii, nikoli lateralitě, kterou lze rozdělit na morfologickou a funkční (viz také český speciální pedagog a logoped Synek, 1991). Tato dvě vymezení bych však od sebe zcela neoddělovala, ať už hovoříme o asymetrii či lateralitě, jelikož spolu tvar a funkce mohou souviset a jedno může ovlivňovat druhé nebo být jeho příčinou.

Speciálním případem projevu laterality, která nevyplývá ze specializace párových orgánů, ale právě z nesouměrné distribuce orgánu do jedné poloviny těla, je například způsob držení matky jejího novorozence. V roce 1960 začal americký psycholog Salk (1973) pracovat na výzkumu založeném na pozorování matek s dětmi v porodnici. Výzkum vedl ke zjištění, že 80 % matek mělo tendenci brát podvědomě své dítě do levé ruky, a to bez ohledu na to jestli byly levačky nebo pravačky. Dítě mělo tak přitisknuté ucho na hrudi matky. Salk z toho vyvozoval, že matka tak činí, aby dítě slyšelo její tlukot srdce, na které je zvyklé z dělohy. Na tuto teorii navázal v pozdějších studiích v letech 1962 a 1973, které potvrdily, že skupina novorozeňat, která pravidelně poslouchala tlukot srdce, přibírala více na váze a snížila se u nich míra stresu a poranění. Stejně tak se chovají i primáti. Pokud samice rhesuse potřebuje vzít do jedné paže svého potomka, použije na tento úkon skoro výhradně svou levou paži. Stejně tak činí zhruba 85 % šimpanzů, 82 % goril a 75 % orangutanů (Damerose, Vauclair, 2002).

2.2.1 Lateralita mozkových hemisfér

Funkční lateralita u člověka se může vázat nejen k orgánům hybným (horní a dolní končetiny, prsty) a smyslovým (např. oči, uši), ale i k centrální nervové soustavě. Mozek člověka je asymetrický morfologicky, biochemicky i funkčně. K vědeckému výzkumu mozku je možno přistupovat z více hledisek a je možné mozek zkoumat na základě mnoha úrovní. Od úrovně základních systémů, jako jsou molekuly, až po složité systémy jako jsou systémy funkční či chování (Koukolík, 2012).

Pro účely méj diplomové práce je důležité hlavně anatomické (stavební) hledisko, které řeší trojrozměrné uspořádání mozku jako celku i jeho konkrétních částí, dále hledisko fyziologické (funkční), které řeší funkce a aktivitu jednotlivých oblastí mozku a vztahy mezi

nimi, a nakonec i hledisko genetické, které sleduje funkci genů (Orel, 2009). Nejruznější kognitivní rozdíly mezi jedinci mohou být zapříčiněny odlišnosti v genomu. Mezi geny a kognicí je řada mezičlánků. Funkce jednotlivých proteinů může být jiná, molekulární stavby mohou způsobovat odlišnosti ve strukturách a funkcích neuronů a ty zase ovlivnit stavbu celých neurálních sítí za přičinění vnějších vlivů. Výsledkem mohou pak být rozdíly v kognici (Koukolík, 2012). Z určité perspektivy se dá mozek vnímat jako jediný integrovaný celek. Hranice mezi jednotlivými strukturami jsou většinou neostré a žádná z nich není samostatným prvkem. Z jiné perspektivy se dá mozek, resp. jeho neobjemnější část – mozek koncový, vnímat jako párový orgán, skládající se **ze dvou asymetrických hemisfér** (Orel, 2009).

Jelikož je asymetrie mozku pro moje téma zásadní, chci anatomii a fyziologii mozku v této kapitole věnovat alespoň stručný popis tak, abych poskytla základní informace potřebné pro pochopení a kontext informací dalších.

2.2.1.1 Výzkum fyziologie mozku

Postupy výzkumu mozku se dají rozdělit na dva základní typy:

1. Invazivní metody:

- a) techniky postmortální, kdy jsou nemocní jedinci pozorováni během života a po jejich smrti jsou hledány mozkové léze, které mohly být příčinou jejich choroby.

- b) techniky *in vivo*, kdy je výzkum prováděn na živých zvířatech, nejčastěji opicích, kočkách nebo myších. Do jejich mozku se při něm zavedou mikroelektrody, které zaznamenávají aktivitu jednotlivých neuronů odpovídajících na konkrétní podněty. Jinou možností je odebrání určité části mozku a následné pozorování změn chování. Z etických důvodů nelze tyto techniky praktikovat na člověku (Sternberg, 2009).

K lokalizaci funkčních mozkových oblastí (či center) se často používá v klinické praxi tzv. Wada test nebo jinak nazýván také sodium-amytalový test. Ve své podstatě jde o invazivní metodu, kterou lze provádět i na člověku. Vynalezl jej a již v roce 1949 publikoval japonsko-kanadský neurolog Juhn Wada. Procedura testování spočívá ve vpravení této látky do levé nebo pravé hemisféry, kde způsobí krátkodobou funkční depresi. Pacient je při injektování vyzván, aby plnil určitý úkol (při zjišťování specializovaných

funkčních oblastí pro řeč/jazyk má za úkol např. odříkat řadu slov). Pokud je zasažena hemisféra pro jazyk a řeč, pacient přestane úkol plnit (Kralíček, 2011; Corballis 1991).

1. Neinvazivní metody

Neurověda pokročila v technikách sledování aktivity mozku pomocí neinvazivních metod. Tou nejvyužívanější metodou pro lokalizaci a výzkum specializovaných funkčních oblastí je fMRI (funkční magnetická rezonance). Zjišťuje aktivitu určité části mozku při její reakci na podnět. Snímanému jedinci jsou zadávány podobné úlohy jako při Wada testu. Využívá se měření spotřeby kyslíku nebo průtoku krve, který se zvýší v oblastech vykonávajících větší aktivitu (Seidl, 2015).

Rozdílné výsledky u Wada testu i fMRI může způsobit například rozdílný základ úkolů, které mají měření jedinci plnit (zrakový, sluchový, pohybový, atd.).

Problémy u výzkumů se zaměřením na specializované funkční oblasti v mozku u jedinců s patologiemi může například způsobovat fakt, že léze mohou vznikat nedostatečným průtokem krve, což zároveň může snadno poškodit i další oblasti. Vědci také většinou nemají k dispozici výsledky schopností a záznamy o chování pacientů před poškozením mozku (Sternberg, 2009).

2.2.1.2 Anatomie mozku

Na míchu navazuje skrze velký týlní otvor v lebce mozkový kmen. Ten má ve směru od týlního otvoru tři části: prodlouženou míchu, Varolův most a střední mozek. V jeho oblasti najdeme zejména centra pro základní životní funkce a primární reflexy (včetně zrakových a sluchových). Mozkovým kmenem prostupuje složitá propojovací neurální síť nazývaná retikulární formace. Do ní se dostává i řada podnětů ze smyslových orgánů (Orel, 2009).

Mezimozek se nachází mezi hemisférami, navazuje na mozkový kmen a pokračuje do struktur koncového mozku. Jeho hlavními částmi jsou talamus a hypotalamus. Talamus je párový orgán, do něhož vstupují veškeré senzitivní informace ze smyslů i informace motorické. Ty pak talamus posílá do dalších oblastí mozku. Hypotalamus je uložen pod talamy, kontroluje vnitřní procesy a prostředí a produkuje hormony (Orel, 2009).

Mozeček je spojen s koncovým mozkem a páteřní míchou. Kontroluje zejména motoriku, jako řízení vzpřímené polohy těla, automatických pohybů očí, jemnou motoriku,

plynulost pohybů, nebo ve spolupráci s motorickou kůrou a bazálními ganglii i plánování volných pohybů. Ovlivňuje i funkce kognitivní a emoční (Orel, 2009).

Nejmohutněji vyvinutou částí mozku je mozek koncový. Ten je tvořen dvěma mozkovými polokoulemi – hemisférami, které jsou od sebe odděleny šterbinou. Povrch člení brázdy a rýhy, které tvoří závitky (gyri, jed. č. gyrus). Morfologická asymetrie je patrná i pouhým okem právě odchylkami v uspořádání brázd a rýh. Každá hemisféra se dělí na pět laloků – týlní, temenní, čelní, spánkový a ostrovní (Orel, 2009).

Bílá hmota koncového mozku je složena z nervových vláken, které propojují jednotlivé části mozku. Projekční vlákna propojují mozkovou kůru s dalšími částmi mozku a páteřní míchou. Asociační vlákna spojují korové oblasti ve stejnostranné hemisféře. Naopak komisurální vlákna propojují hemisféry mezi sebou. Tzv. homotopní komisurální vlákna spojují symetrické oblasti v hemisférách, tzv. heterotopní komisurální vlákna spojují asymetrické korové oblasti. Nejmohutnější komisurou je *corpus callosum* (Orel, 2009). *Corpus callosum* je tuhý svazek nervových vláken, který informace přijaté jednou hemisférou přenáší do druhé (Sternberg, 2009).

Šedá hmota je složena z těl neuronů. Řadí se k ní mozková kůra – hlavní řídicí vrstva mozku, bazální ganglia a limbický systém (Orel, 2009).

V každém laloku se nachází specializované korové oblasti, které mají vymezenou konkrétní funkci. Asociační oblasti, které se zde také nacházejí, jsou spíše integrativního charakteru - jsou to propojené oblasti mozkové kůry, které tvoří anatomický základ pro složité kognitivní činnosti člověka. Asociační oblasti ovlivňují psychické procesy a specifické aspekty lidského chování, emoční prožívání a řeč (Orel, 2009; Králíček, 2011).

Specializované funkční oblasti⁵ spolupracují na zpracování informací s dalšími korovými a podkorovými oblastmi.

V laloku čelním se nachází primární i sekundární (premotorická) motorická kůra, včetně speciální oblasti motorické kůry, která ovlivňuje pohyby oka. Motoriku také ovlivňují bazální ganglia, což jsou objemné útvary tvořené šedou hmotou nacházející se ve hmotě bílé. Dále laloku čelním leží Brocovo centrum, které je důležité pro realizaci řeči. V laloku temenním se nachází primární korová oblast citlivosti (senzitivní oblast), která přijímá hlavně podněty z kožních čidel. Sekundární korová oblast citlivosti propojuje senzitivní

⁵ Dále označovány pod zkratkou FO.

vjemy a vytváří tak prostorovou představu těla. Vnímá pohyby těla a jeho částí a utváří schopnost orientace a navigace vztahované k vlastnímu tělu. V laloku týlním se nachází primární zraková kůra, která přijímá informace ze sítnic očí. Sekundární zraková kůra tyto informace třídí. Ve spánkovém laloku zpracovává sluchové informace primární sluchová oblast společně se sekundární, která tyto informace detailněji analyzuje. Mezi lalokem spánkovým, týlním a temenním leží Wernickeho oblast, která je důležitá zejména pro chápání jazyka (Orel, 2009).

U vyšších živočichů se v mozku nacházejí FO podobná těm v lidském mozku, např. FO pro kontrolu pohybu či analýzu smyslových informací. Funkční jedinečnost lidského mozku je však právě ve schopnosti naučit se řeči, s jejíž znalostí se žádný člověk nenarodí (Králíček, 2011).

2.2.1.2.1 *Historické objevy*

Na otázku, zda existují konkrétní oblasti v mozku, které kontrolují určité vlastnosti a chování jednotlivce, odpověděl pro širší veřejnost poprvé francouzský chirurg P. P. Broca. Ten v roce 1861 na schůzi Francouzské antropologické společnosti přednesl příspěvek o souvislosti mezi chováním jeho pacienta a poškozením určité oblasti mozku. Jeho pacient, jehož nazýval Tan-Tan podle jediné slabiky, kterou vyslovoval, trpěl lézí v oblasti čelního laloku v levé hemisféře. Broca mu diagnostikoval motorickou afázii. (Sternberg, 2009).

Německý psychiatr K. Wernicke popsal o 13 let později poruchu senzoryckého rázu, která obvykle souvisí s postižením části spánkového laloku v levé hemisféře. Tato oblast náleží do tzv. sluchové asociační kůry a podílí se na poznávání jazykových zvuků (Kulišťák, 2011).

Poznatky ohledně laterality mozkových hemisfér značně rozšířil americký neurobiolog R. W. Sperry, který u pacientů s těžkou epilepsií prořal *corpus callosum* a následně si všiml narušení schopností těchto pacientů.⁶ Sperryho žák a kolega M. S. Gazzaniga se spolu s ním podílel na dalších výzkumech zabývajících se pacienty s tzv. *split-brain* syndromem, který nastává právě u pacientů, kteří kalosotomii podstoupili.⁷

⁶ R. W. Sperry za svou práci obdržel v roce 1981 Nobelovu cenu (poznámka autorky).

⁷ Podrobnější informace o kalosotomii viz kapitolu *Syndrom oddělených hemisfér*.

2.2.1.2.2 *Typická lateralizace specializovaných funkčních oblastí*

Obecné poznatky v této práci týkající se uspořádání specializovaných funkčních oblastí mozkových hemisfér jsou uvedeny tak, jak jsou rozloženy u většiny lidí. Tato distribuce je v literatuře označována jako tzv. typická (či standardní) lateralita mozkových hemisfér. Typické rozložení zahrnuje především základní fakt, že hemisféry jsou asymetricky uspořádané s tím, že v levé hemisféře se nacházejí oblasti specializované oblasti pro řeč a jazyk, zatímco pravá hemisféra zpracovává spíše prostorově-orientační schopnosti a informace s emočním nábojem.

Často se však pojem standardní lateralita mozkových hemisfér omezuje na lateralizaci center pro řeč a jazyk, jelikož je to lateralizace nejvýraznější a nejlépe zmapovaná (Ocklenburg a kol., 2014).

Mozek jedince, který je naopak 'netypicky lateralizován' se vyznačuje buď méně výraznou či skoro žádnou 'mezihemisferickou' asymetrií, co se týče distribuce FO (tzv. nevyjádřená lateralizace FO), nebo jsou FO v hemisférách zrcadlově prohozené. Vyskytují se i případy, kdy jsou hemisféry typicky asymetrické, co se týče strany, ale funkční oblasti jsou výrazně roztroušeny v rámci jedné hemisféry, nikoli soustředěné do obvyklého místa. Je pak otázka, kam takový mozek 'zaškatulkovat'.

Nejběžnějším stavem v lidské populaci je praváctví současně s centry pro jazyk a řeč lateralizovanými do levé hemisféry. Starší klasické teorie mluví o preferenci ruky jako o indikátoru lateralizace FO v hemisférách. Tyto dva jevy spolu sice korelují, nicméně dle novějších studií se již ví, že vztah není 100%, obzvláště u 'nepraváků'. Neurofyziologický základ pro lateralizaci FO nemá stejný základ jako lateralita rukou. Výzkumy naznačují, že by se mohlo jednat o částečnou pleiotropii, nicméně oba jevy jsou ovlivněny dalšími, na sobě nezávislými či málo závislými ontogenetickými faktory, např. působení hormonu testosteron *in utero* (Ocklenburg a kol., 2014).

Co se týče zastoupení jedinců s typickou a netypickou lateralizací FO v populaci, autoři se shodují na přibližně stejných procentech. Americký kognitivní psycholog Sternberg uvádí, že podle četných výzkumů má 95-99 % praváků typickou lateralizaci FO. Leváci ve zhruba 65 % (2009). Novozélandský psycholog Corballis (2014) uvádí, že praváci mají typickou lateralizaci FO v 96 - 99 %, 'nepraváci' (leváci a ambidextery dále nerozdělil) v 70 %, zbylých 30 % 'nepraváků' má hemisféry buď zrcadlově uspořádané, nebo mají FO rozprostřeny do obou hemisfér. Z českých autorů uvádí pedagožka a psycholožka Pokorná

(2010) typickou lateralizaci FO pro jazyk a řeč u praváků v 85 %, u leváků v 50 % případů a u ambidexterů v 75 %, zrcadlově obrácenou uvádí u praváků 10 %, u leváků v 35 % a ambidexterů v 13 %, symetrickou má 5 % praváků, 17 % leváků a 13 % ambidexterů.

Studie z roku 2000 prováděná pomocí Dopplerovské sonografie⁸ zjišťovala aktivitu v mozkových hemisférách při verbálních úkolech. Účastnilo se jí 330 jedinců v rozmezí 15 - 50 let (SD: 5), rozdělených na leváky, praváky a ambidextery podle odpovědí z Edinburgh Handedness Inventory⁹. Během snímání byla probandům zobrazována písmena a probandi měli následovně vymýšlet (bez hlasité slovní produkce) co nejvíce slov na ně začínajících. Bylo zjištěno, že pravá hemisféra se při těchto úkolech aktivuje u 27 % leváků, 15 % ambidexterů a 4 % praváků (Knecht a kol., 2000).

Jedna z nejnovějších studií prováděná pomocí fMRI měla za cíl zjistit četnost rozložení FO pro řeč a jazyk u dětí a adolescentů (80 jedinců v rozmezí 5 – 18 let; SD:3,5). Porovnávala aktivitu mozku ve dvou oblastech – čelního laloku a oblasti spánkové a temenní (tedy oblasti Brocova a Wernickeho centra řeči), mezi praváky a 'nepraváky'. Jedinci byli do těchto skupin rozřazeni podle odpovědí z Edinburgh Handedness Inventory. Během snímání poslouchali podstatná jména a jejich úkolem bylo vybavit si co nejvíce sloves s nimi souvisejících. 85 % 'nepraváků' vykazovalo typickou lateralizaci Brocova centra řeči do levé hemisféry, 11 % symetrii v aktivitě oblastí snímaných fMRI mezi hemisférami, 4 % vykazovali aktivitu v hemisféře pravé (zrcadlová asymetrie). U praváků byla zjištěna typická lateralizace Brocova centra u 93 %, symetrická lateralizace u 6 % a pravostranná u 2 %. U Wernickeho centra byl rozdíl mezi praváky a 'nepraváky' ještě výraznější. Typická lateralizace byla indikována (jen) v 67 %, symetrická lateralizace v 22 % a zrcadlová v 11 %. U praváků byla typická lateralizace zjištěna v 91 %, symetrická v 7 % a zrcadlová ve 2 % (Szaflarski a kol., 2012).

⁸ Jedná se o metodu snímání aktivity mozku pomocí ultrazvukových vln měřících rychlost a směr průtoku krve (poznámka autorky).

⁹ Bližší charakteristiku dotazníku viz kapitolu *Určení vedoucí ruky*.

		typická LFO		atypická lateralizace FO			
				zrcadlově obrácená LFO		symetrická LFO	
	pravák	93 % B, 91 % W (Szaflarski)	96-99 % (Corballis); 95-99 % (Sternberg); 85 % (Pokorná)	2 % B, 2 % W (Szaflarski)	10 % (Pokorná); 4 % (Knecht)	6 % B, 7 % W (Szaflarski)	5 % (Pokorná)
nepravák	levák	85 % B, 67 % W (Szaflarski)	65 % (Sternberg); 70 % (Corballis); 50 % (Pokorná)	4 % B, 11 % W (Szaflarski)	35 % (Pokorná); 27 % (Knecht)	11 % B, 22 % W (Szaflarski)	17 % (Pokorná)
	ambidexter		75 % (Pokorná)		13 % (Pokorná); 15 % (Knecht)		

Tabulka 1¹⁰

2.2.1.2.3 Současný pohled na asymetrii mozkových hemisfér

Výraznou morfologickou asymetrií jsou například tzv. *petalia*, což jsou prohlubně lebečních kostí, které odpovídají morfologii mozku. Pravá hemisféra obvykle přesahuje levou vpředu, levá přesahuje vzadu (Koukolík, 2012). Zajímavé je, že po dlouhou dobu nebyla k dispozici anatomická data, která by odpovídala funkčním rozdílům hemisfér. Američtí neurobiologové Geschwind a Levitsky upozornili až v roce 1968 na asymetrie patrné například v oblasti spánkového laloku, kde je tato oblast signifikantně větší v levé hemisféře.¹¹

Český neurolog Králíček (2011) se domnívá, že by to mohlo souviset s lokalizací Wernickeho oblasti v tomto místě. Zároveň lze tyto rozdíly mezi levou a pravou mozkovou hemisférou detekovat již u lidských plodů, z čehož vyplývá, že nejsou důsledkem naučení se řečovým dovednostem během života a jejich intenzivního používání (Vallortigara, Bisazza, 2002; Králíček, 2011).

Ačkoli jsou hemisféry asymetrické z hlediska funkčního a biochemického, jsou propojeny a přenáší mezi sebou vzájemně informace a spolupracují spolu (Orel, 2009). Zajímavé je, že při poškození mozkové kůry může opačná hemisféra převzít funkce druhé

¹⁰ LFO = lateralizace funkčních oblastí (u Pokorné FO pro jazyk a řeč), B = Brocovo centrum, W = Wernickeho centrum

¹¹ Viz přílohu II.

hemisféry. V čím ranějším věku dojde k úrazu, tím je kompenzace druhou hemisférou kvalitnější (Kulišťák, 2011).

Český psychiatr Orel (2009) ve své publikaci poukazuje na to, že se hemisféry odlišně soustředí na zpracování problémů podle toho, jestli jde o informaci novou nebo opakovanou. Tvrdí, že ať už jde o jakýkoli problém, nové informace řeší pravá hemisféra a kognitivní rutiny hemisféra levá. Vývoj mozkové nesouměrnosti a laterality hemisfér, postup jejího vyhraňování a ustálení patrně souvisí s vývojem myelinizace nervových drah v mozku. To patrně objasňuje i ztrátu plastičnosti a ohebnosti s přibývajícím zralostí CSN (Drnková-Pavlíková, Syllabová, 1991).

V dnešní době je velmi zavádějící hovořit o jedné hemisféře jako o dominantní. O asymetrii hemisfér je přesnější mluvit jako o funkční specializaci oblastí v hemisférách. Jedna mozková hemisféra nemá všeobecnou převahu v řízení funkcí, ale je funkčně specializovaná a svou činnost si dělí s opačnou hemisférou za vzájemné spolupráce. Rozdělení na dominantní a nedominantní mozkovou hemisféru mohlo vzniknout v minulosti například skrze zjištění, že léze v pravé hemisféře neměly tak závažné důsledky v podobě poruch jako léze v levé hemisféře. Dále to mohlo způsobit právě objevení specializovaných oblastí pro řeč a jazyk v levé hemisféře, což jsou vlastnosti dodnes vnímané jako zásadní a pro člověka jedinečné. Označení levé hemisféry jako dominantní mohlo vzniknout také odvozením z faktu, že většina lidí používá přednostně pravou ruku, přičemž **levá hemisféra přednostně přijímá informace z pravé poloviny těla a řídí hybnost pravé poloviny těla. U pravé hemisféry je to přesně naopak.** Takovému přenosu se říká kontralaterální. Pokud jsou přenášeny informace stejnostranně, nazývá se přenos ipsilaterálním. Příkladem ipsilaterálního přenosu je třeba přenos pachové informace z jedné nosní dírky do stejnostranné hemisféry (Sternberg, 2009; Pokorná, 2010; Kulišťák, 2011).

2.2.1.2.4 *Dimorfismus mozkové kůry mezi muži a ženami*

Kulišťák (2011) uvedl, že muži mají v průměru větší velikost mozku, což lze však vysvětlit vyšší průměrnou vahou a výškou mužů. Výsledkem studie zabývající se hustotou neuronů v mozkové kůře, která byla prováděna u šesti mužů a pěti žen na 60 místech v mozku, bylo zjištění, že hustota neuronů byla významně větší u mužů. V jiné studii byl zjištěn vztah mezi zúžením *corpus callosum* a častějším leváctvím u mužů. Dalším zjištěním bylo, že spánkový lalok v levé hemisféře je u mužů větší (delší), což potvrdilo několik

výzkumů. U žen tyto poznatky zjištěny nebyly a také bylo zjištěno, že mužský mozek uspořádán více asymetricky (Kulišťák, 2011).

2.2.1.3 Syndrom oddělených hemisfér

Pacientům s nevladatelnou epilepsií se ve 20. stol. začal provádět zákrok zvaný *kalosotomie*, tedy přetětí *corpus callosum*. Následkem tohoto přetětí bylo jednak znemožnění šíření epilepsie z jedné hemisféry do druhé, ale také tzv. *split-brain syndrom*, česky syndrom oddělených hemisfér. Otázku funkční specializace hemisfér tak začaly zodpovídat studie právě s těmito pacienty (Koukolík, 2012).

Split-brain syndrom je popsán například díky kvazi-experimentu s tzv. chimérickými obličejí. V něm měl pacient za úkol podívat se na obrázek obličeje složeného ze dvou asymetrických polovin (každá polovina obrázku náležela jinému obličejí) a následně určit, který z již správně složených obličejů viděl. Pokud byl pacient požádán, aby řekl slovně, jaký obličej na obrázku byl, označil ten napravo. Tento obličej vnímaly pravé poloviny zorných polí, jejichž informace putují do levé hemisféry, kde se nacházejí i řečová centra. Pacient byl schopen předat slovní informaci o objektu z pravého zorného pole, nikoli však z levého zorného pole. Interpretace tohoto pokusu byla, že levá hemisféra zřejmě řídí slovní zpracování zrakové informace.

Pokud měl ale pacient označit obličej prstem levé ruky, označil ten z levé strany obrázku (pravá hemisféra kontroluje pohyb levé ruky a zároveň přijímá informace z levé poloviny zorného pole očí). Pravá hemisféra tedy zřejmě kontroluje prostorové zpracování zrakových informací (Sternberg, 2009; Koukolík, 2012; Sperry a kol., 1969).

Pacienti nejsou schopni zrakové informace integrovat. Pokud se nějaký objekt dostane jen do jednoho zorného pole, ipsilaterální hemisféra je není schopná využít. Mezi hemisférami se však přenášejí základní informace o umístění objektu v prostoru (Koukolík, 2012).

Hypotézu, že skrz pravou hemisféru zkoumáme a chápeme prostorové vztahy, potvrzuje i zjištění při plnění úkolu, kdy pacienti se *split-brain syndromem* dokázali nakreslit obrázek trojrozměrné krychle pouze levou rukou (Sternberg, 2009).

Co se týče koordinace rukou, kdy každou ruku ovládá kontralaterální hemisféra, pacienti se *split-brain syndromem* jsou schopni pohybovat pažemi koordinovaně a nadto dokáží koordinovat i dva prostorově konfliktní pohyby, což zdraví jedinci nedokáží (Koukolík, 2012).

2.2.1.3.1 *Absence corpus callosum u jiného obratlovce*

Anolis (z řádu šupinatých) nemá *corpus callosum* a tudíž nedokáže integrovat informace obsažené v opačných hemisférách, například jedna strana hemisféry nemá přístup k informaci z oka opačné strany těla (přenos informace mezi okem a hemisférou je ipsilaterální). Některé projevy chování anolise jsou dokonce omezeny, pokud se funkční oblast pro určité chování nachází v jedné hemisféře, jejíž kontralaterální oko je zakryté (Vallortigara, Bosazza, 2002).

2.2.2 Evoluční teorie o lateralitě

Začátkem 70. let se vědecká obec domnívala, že lidé se liší od zvířat nejen řečí, ale i lateralitou mozkových hemisfér a leváctvím. Během dekády se skrze různé experimentální studie zjistilo, že hemisféry u zvířat jsou také specializované. Dokonce se levá hemisféra u mnoha druhů aktivuje při učení, gestikulaci či sociální komunikaci, zatímco pravá se aktivuje při zvládnání prostorových situací a široké škály citových projevů chování. Lateralita (funkční) tedy není fenoménem unikátním jen pro člověka (Cowell, Denenberg, 2002).

2.2.2.1 Lateralita jako evolučně stabilní strategie

Zdá se, že evoluční vývoj laterality by však měl vyústit k výsledku stejnosměrné asymetrie fenotypu živočichů. Pokud by se totiž jedinec s určitou směrovostí jeho chování objevil mezi populací svého druhu, která má směrovost chování opačnou, mohly by nastat četné problémy s intradruhovou interakcí. Stejnoseměrná lateralita může být tedy evolučně stabilní strategií (Andrew, 2002). Pokud by se ale lidské leváctví aplikovalo například na určitý druh ryby (zjednodušeně řečeno pro demonstraci situace), pak by pro rybu - leváka, která by místo doprava společně se skupinou uhnula před predátorem doleva, toto chování znamenalo jistou smrt. Pokud by se však predátor naučil únikovému manévru jeho kořisti, znamenalo by to pro onoho leváka výhodu, která spočívá v tom, že znemožňuje (predátorům) přizpůsobit se jejich chování vzniklé lateralitou chování. Jde o výhodu frekvenčně závislou (Andrew, 2002). Něco podobného může být například výhoda leváků u lidí v nejrůznějších sportech.

2.2.2.2 Lateralita jedince vs. lateralita populace

Je potřeba rozlišit lateralitu jedince, která postrádá stejnou směrovost u zbytku populace, a lateralitu populace, kdy většina jedinců určité populace má stejnosměrnou

lateralitu (Rogers, 2002). Stejnoseměrná lateralita populace může být výhodou tam, kde je potřeba koordinovat chování druhu v rámci nějaké situace, například plánování útěku či útoku. Lateralitou jedince je například preference jedné končetiny u myši v poměru 50:50. Lateralitou populace je například preference levého pařátu u papouška a u člověka pravorukost většiny lidské populace. Individuální lateralita může být způsobena například flukтуаční asymetrií, třeba v důsledku činnosti parazita. Pokud je určitá lateralita výhodná pro jedince, nemusí se objevit selekční tlak, aby v populaci byli všichni lateralizovaní stejnoseměrně. Je docela dobře možné, že populace, která zahrnuje leváky i praváky (ať se tím myslí cokoli) těží z kombinace kognitivních a behaviorálních reakcí obou skupin (Rogers, 2002).

2.2.2.3 Lateralita jako adaptace

Lateralita u vyšších obratlovců (ptáci, savci) je s velkou pravděpodobností záležitostí homologie, tedy záležitost zděděná po společném předkovi. Mohla se vyvinout u druhů nezávisle, ale vzhledem k soudobým poznatkům plynoucích z fosilních nálezů (fosilní nálezy ukazují na asymetrii v oblasti hlavy i u prvních strunatců) nebo poznatkům o nižších obratlovcích, zejména rybách, u kterých se objevují různé známky laterality, ať už funkční či morfologické, se vědci přiklání k první možnosti – tedy k homologii (Vallortigara, Bosazza, 2002).

Lateralita nervového systému předků moderních obratlovců může být například součástí evoluce úspěšného lovu kořisti. Výhody takové laterality jsou pravděpodobně rychlejší reakce a zlepšené projevy chování. Strunatci mají inervovaný ústní otvor a ústní reflexy potřebné při lovu do levé strany mozku, což je způsobeno levostrannou pozicí larvy (Vallortigara, Bosazza, 2002). Podobná zjištění jsou i u vyšších obratlovců. Kuřata s FO pro odpovědi na hrozbu lateralizovanými do pravé hemisféry rychleji detekují predátora. Holubi, kteří mají takto lateralizovaná mozková centra pro zrak, jsou úspěšnější ve vyhledávání potravy (L. J. Rogers, 2002).

Co se týče preference jedné končetiny u zvířat, tak i zde je možné najít jisté tendence ukazující na výhody takové laterality. Specializace jedné horní končetiny zlepšuje přesnost a rychlost v různých úkonech. Kočky, které preferují jednu packu (z výzkumů vyplývá, že většinou preferují tu levou), mají rychlejší reakce touto končetinou než ty, které užívají packy stejnoměrně (Rogers, 2002). Další výzkum ukázal, že šimpanzi, u kterých lze vypořozovat specializaci horních končetin (jednu končetinu mají specializovanou na držení

klacíku a druhou na udržování stability) jsou lepší v lovení termitů, než ti, kteří je používají rovnoměrně (McGrew, Marchant, 1992).

Lateralita mozkových hemisfér má zřejmě 'výpočetní výhody', které s sebou nese právě specializace částí mozku. Další možnou výhodou lateralita nervového systému je vyhnutí se zdvojení některých funkcí za účelem ušetření místa. Mozek každého živočicha má omezenou kapacitu pro zpracování a uchování informací, popřípadě schopnost řešit více úkolů naráz. Možnost, jak zvýšit takovou kapacitu je rozdělit úkoly do více regionů (Nowicka, Tacikowski, 2011).

2.3 Leváctví a praváctví u člověka

Na první pohled nejvíce zřetelnou formou funkční lateralilty je přednostní užívání jedné či druhé ruky.

Kde si anglický jazyk pomůže výrazem *handedness*, který obecně označuje buď výraznější zručnost, nebo individuální preferenci k přednostnímu používání jedné ruky, tam se musí český jazyk uchýlit ke slovnímu spojení „preferování jedné ruky“ nebo ke konkrétnímu označení, zda se jedná o preferenci nebo výraznější zručnost levé ruky či pravé. Tedy výrazům leváctví a praváctví. „*Leváctví je převažující přednostní užívání levých končetin*“ (Dvořák, 2007). Pokud je potřeba hovořit o preferované ruce obecně, lze použít termín vedoucí ruka, který v diplomové práci budu používat i já.

Je potřeba také podotknout, že leváctví a praváctví nejsou pouze dva dichotomické protipóly (popř. trichotomie, pokud je zařazena i tzv. ambidextrie), ale kontinuum, ve kterém se nachází více mezistupňů. Existují formy jednoznačně vyhraněné levorukosti a pravorukosti až po formy nevyjádřené (Zelinková, 2000; Corballis, 2014).

2.3.1 Rozdělení jedinců podle vedoucí ruky

Rozřazení jedinců do skupin podle toho, jakou ruku při činnostech preferují, není zcela jednoduchou záležitostí. V populaci se totiž vyskytují i jedinci, kteří jsou schopni používat obě ruce s víceméně stejnou zdatností, nebo jedinci, kteří užívají jednu ruku pro určitou činnost a druhou ruku pro jinou činnost, a to v libovolných kombinacích. Kategorizaci mohou navíc ztížit například tzv. přeučení leváci, kteří v naší zemi nejsou stále výjimkami, a také jedinci, kteří jsou naučeni užívat konkrétní ruku pro určitý úkon skrze kulturní tendence, což je ve spoustě společností naprosto běžné. Potíže v rozřazování může způsobit i rozlišení na preferenci jedné ruky a skutečnou zdatnost. Například měření síly

může podle Corballise (1991) vést ke zkresleným výsledkům. Pokud se totiž jedinec od dětství přeučuje na užívání druhé ruky, může tato ruka být následně silnější právě proto, že musela být násilně vytrénována ke zdatnosti.

Pro experimenty jsou jedinci většinou rozřazeni do skupin leváků, praváků a popř. ještě ambidexterů, Skupina ambidexterů většinou zahrnuje jak jedince, kteří jsou schopni stejnoměrně užívat k činnostem obě ruky, tak i jedince, kteří pro rozdílné činnosti preferují ruce nerovnoměrně. V mnoha výzkumech byli ze vzorku ambidextři vyloučeni, nebo byli jedinci rozděleni na praváky a 'nepraváky', kteří zahrnovali všechny ostatní, než vyjádřené praváky.

2.3.1.1 Určení vedoucí ruky

Vesměs všechny metody používané pro určení preferované (vedoucí) ruky jsou založeny na několika spontánně prováděných činnostech, nejlépe každodenních, pro jejichž vykonání se používá jen jedna (ta stejná) ruka.

V zahraničí je nejběžnější dotazník nazývaný *Edinburgh Handedness Inventory*, zkr. *EDI* (Oldfield, 1971). Zahrnuje deset různých úkonů včetně psaní a dotazování jedinci vyplňují, kterou ruku pro jakou činnost používají. Za každé označení se přidělí kladný (u pravé ruky) či záporný (u levé ruky) bod, skóre se pak vydělí deseti a znásobí 100. Sto bodů pak označuje silně vyjádřené praváctví a - 100 silně vyjádřené leváctví. Největší slabinou tohoto testu dle mého názoru je, že se jedná o dotazník. Mnoho jedinců nemusí odpovídat podle skutečnost, zejména je tento test nevhodný pro děti, které si upřednostňování jedné ruky pro tolik činností nemusejí uvědomovat, navíc si mohou plést pravou a levou stranu. V některých výzkumech byly dotazníky nechávány k vyplnění rodičům dětí, což podle mě také může vést ke zkresleným výsledkům, jelikož při takovém množství činností si rodiče taktéž nemusejí uvědomovat preferenci ruky svého dítěte.

Velmi podobný test pro určení vedoucí ruky jako ten Oldfieldův, byl sestaven britskou psycholožkou Annett, nazýván *Annett Hand Preference Questionnaire*, zkr. *AHPQ*. Znovu se jedná o dotazník s otázkami ohledně použití vedoucí ruky v běžných úkonech včetně psaní (Dragovic, Hammond, 2007).

Annett (1970) ustanovila i praktický test k určení vedoucí ruky zvaný *peg-moving task*. Úkol spočívá v tom, že jedinci mají v co nejrychlejším čase přesunout deset kolíků (po jednom) z otvorů do vzdálenějších otvorů. Ruka, která je rychlejší by měla korelovat s tou, která je vedoucí pro jiné činnosti. Výhodou tohoto testu je, že není ovlivněn

zkušenostmi a naučenými činnostmi. Podobný test vymysleli i Peters a Durdin (1978), kdy je vedoucí ruka určována skrze výkon při t'ukání ukazováčkem do podložky. U obou těchto testů je výhodou, že je dobře použitelná pro děti. Nedají se s nimi však odhalit ambidextři a další specifické případy.

U nás v roce 1972 ustanovili čeští dětské psychologové Matějček a Žlab tzv. *Zkoušku laterality*, která má sloužit především k určení vedoucí ruky u předškolních dětí. Obsahuje deset úkolů, které vyžadují užití jedné ruky. Bodují se úkony provedené pravou rukou a úkony, ve kterých se ruky při výkonu střídaly (za každý takto provedený úkon je 1 bod), body získané střídáním rukou se vydělí dvěma, sečtou se s body za pravoruké provádění úkonů a získané číslo se vydělí deseti a znásobí 100. Podle bodů se následně rozlišuje: vysoce vyhraněné praváctví (100 – 90), méně vyhraněné praváctví (89 – 75), ambidextrie (74 – 50), méně vyhraněné leváctví (49 – 25) a vyhraněné leváctví (24 – 0).

Výhodou tohoto testu je, že během sledování vedoucí ruky se pracuje s existencí ambidextrie, nicméně ve výsledném bodování opět nerozlišuje mezi ambidextery a jedinci, kteří preferují jinou ruku pro různé činnosti. Pro děti školou povinné a dospělé nezahrnuje psaní, což může vést k neodhalení některých situací (např. situaci, kdy jedinec, který píše pravou, ale vše ostatní dělá levou). Podle mého názoru je taktéž zbytečné, že se některé úlohy v principu opakují (vkládání míčku do krabičky či korálku do láhve; stlačení ruky experimentátorovi nebo stlačení předmětu na podložce).

2.3.1.2 Dědičnost vedoucí ruky

Z výzkumu, kdy bylo k určení vedoucí ruky použito úkolu přesouvání kolíků do otvorů (*peg-moving task*) vyplynulo, že pokud jsou oba rodiče praváky, pak mají v 90 % taktéž pravorukého potomka. Pokud je jeden z rodičů levák, pohybuje se pravděpodobnost, že bude levákem syn okolo 20 % a u dcery okolo 15 %. Pokud jsou oba rodiče leváky, pravděpodobnost levorukého syna se zvýší až k 30 % a u dcery k 20 % (McManus, Bryden, 1991). Výsledky zjištěné v podobném výzkumu, kde však byla určena vedoucí ruka jako ta, kterou jedinec používal ke psaní, přinesly data o několik procent vyšší ve prospěch levorukých potomků. U obou pravorukých rodičů byla 17% pravděpodobnost, že budou mít levorukého potomka; pokud byl jeden z rodičů levákem, pak se pravděpodobnost pohybovala od 15 do 25 % (nižší pravděpodobnost byla u dcer). U levorukých rodičů se pravděpodobnost na levorukého potomka vyšplhala až ke 45 % (Llaurens, Raymond, Faurie, 2009).

U monozygotických dvojčat byla ve studii z roku 1999 zjištěna preference opačné ruky zjištěna zhruba u jedné čtvrtiny (Sicotte, Woods, Mazziotta, 1999).

Preference pro jednu ruku tedy podléhá genetickým vlivům a je do určité míry dědičná. Corballis uvedl, že genetické vlivy vysvětlují jen zhruba čtvrtinu variability, ale jednoduché genetické modely ji nevysvětlují. Dalším problémem mohou být i kulturní vlivy (Llaurens, Raymond, Faurie, 2009; Corballis, 1991).

V současné době se vědci snaží určit a lokalizovat gen zodpovědný za asymetrii v preferenci jedné ruky. Protože leváctví a ambidextrie zřejmě souvisejí s působením testosteronu *in utero*, zaměřila se vědecká pozornost na gen kódující činnost transkripčního faktoru pro výrobu receptorů pro angrogeny, který je lokalizován na chromozomu X, konkrétně lokusu Xq11.2-q12 (Arning a kol., 2015). Další studie pracovala s faktem, že mezi leváky a ambidextery se vyskytují častěji jedinci s diagnostikovanými neuropsychickými poruchami, jako je např. i schizofrenie. Začala tak probíhat diskuze zaměřující se na gen LRRTM1, který v otcovské linii souvisí se schizofrenií a netypickou lateralizací FO, jejímž projevem je často právě leváctví nebo ambidextrie (Francks a kol., 2007).

2.3.1.3 Genetické modely

Dva nejznámější genetické modely pro vysvětlení preference jedné ruky jsou od Annett a britského profesora medicíny a psychologie McManuse. Jsou založeny na tom, že určitý gen či geny neurčují, zda bude jedinec levák či pravák, ale spíše určují to, zda bude jedinec mít tendenci k tomu, aby se u něj objevila pravorukost. Tato tendence se označuje jako *right-shift*, česky možný překlad jako 'přesun doprava'. Pokud jedinec tuto tendenci postrádá, tak to, zda bude levák či pravák bude otázkou náhody. Jinak řečeno, levák je levákem proto, že postrádá gen pro *right-shift* tendenci (ne proto, že má gen levorukosti). Modely zahrnují i odpovědnost stejného genu (genů) pro rozvoj levé hemisféry jako řečově/jazykově specializovanou (Corballis, 1999; Annett, 2002; McManus, 1991).

2.3.2 Vlivy prostředí na vedoucí ruku

Genetické příčiny způsobují preferenci jedné ruky jen z části. Ontogenezi funkční lateralitě ovlivňuje tedy i vývoj prostředí (Cowell, Denenberg, 2002). Co se týče jiných živočichů než člověka, například u kuřat bylo s jistotou zjištěno, že lateralitu mozkových hemisfér u nich způsobuje působení světla během inkubace ve vejci. Změny v hemisféře způsobuje to, které oko je blíže skořápce a vystaveno světlu (Rogers, 2002).

První teorie o souvislosti laterality mozkových hemisfér s vlivy prostředí u člověka, kterou v roce 1985 představili američtí neurologové Geschwind a Galaburda, je založena na působení testosteronu *in utero*, který ovlivňuje vývoj mozkových hemisfér. Vyšší hladina testosteronu má podle této teorie zpomalovat vývoj levé hemisféry. Tato teorie mj. osvětluje souvislost mezi leváctvím či ambidextrií, dyslexií nebo imunologickými poruchami, astmaty a alergiemi. Jedinci s těmito poruchami jsou totiž daleko častěji leváky než praváky. Studie z roku 2003 se potvrdila signifikantně častější výskyt astmatu u ambidexterů a astma s alergickou rýmou u ambidexterů a leváků (Krommydas a kol., 2003). Imunologické změny nastávají zřejmě kvůli hormonálním změnám a mozkové neurochemii, která je způsobena nebo způsobuje právě laterality mozkových hemisfér. U všech těchto poruch je zřejmě společným jmenovatelem právě působení testosteronu *in utero* (Koukolík, 2012).

Tuto teorii podporuje i několik studií zaměřujících se na vztah mezi 2D:4D poměrem, který je spojován s působením testosteronu *in utero* a levorukostí (Beaton a kol., 2011). V další studii, která tuto teorii podporuje, bylo zjištěno, že laterality mozkových hemisfér a s tím spojená preference jedné končetiny u zvířat souvisí často s jejich pohlavím, což ukazuje právě na možnost působení pohlavních hormonů *in utero* jako na příčinu laterality mozkových hemisfér (Cowell, Denenberg, 2002).

Jelikož je však hladina testosteronu u těhotných žen vlastností taktéž ovlivněnou geny, je hranice mezi dědičností preference ruky a vlivu prostředí velmi neostrá.

Další teorie je založena na následcích hypoxie během porodu. Studie se zaměřovaly na vztahy mezi porodním traumatem spojeným s nedostatkem kyslíku a délkou porodu, předčasným porodem, věkem matky nebo nekompatibilním Rh faktorem, společně s později projevenou vedoucí rukou u dětí takto narozených. Zjistil se velký počet levorukých dětí s touto anamnézou. Vysvětluje se to tím, že nedostatek kyslíku pravděpodobně zasáhne více levou hemisféru než pravou (Llaurens, Raymond, Faurie, 2009).

Jelikož mezi novorozenci s nízkou porodní váhou je velké zastoupení leváků, začalo se pracovat i na výzkumech se snahou ustanovit příčiny tohoto vztahu. Nízká porodní váha je častým důsledkem prenatálních komplikací, které mohou zapříčinit neurologické potíže nebo patologie. Prenatální komplikace mohou znamenat poškození mozku či sama nízká porodní váha může k poškození mozku vést. Rané poškození mozku pak může způsobit změnu v preferenci jedné ruky (Llaurens, Raymond, Faurie, 2009).

Rozsáhlá studie z roku 2008 čítala přes 1700 zkoumaných dětí ve věku pěti let, kdy byly zjišťovány symptomy ADHD¹², řečových poruch a úzkosti u dětí s možnou souvislostí s vedoucí rukou a míry stresu matek těchto dětí během těhotenství. Výsledky daly do souvislosti depresivní sklony ženy během těhotenství či významnou stresovou událost během něj s poruchami řeči, ADHD, úzkostí a ambidextralitou či leváctvím dítěte. U dětí – ambidexterů, byla nalezena souvislost mezi ADHD či poruchou řeči společně s tím, zda matka během těhotenství kouřila. Interpretace ukazují na netypickou laterální mozgových hemisfér jako na pojítko mezi ADHD a ambidextralitou (Rodriguez, Waldenström, 2008).

2.3.3 Typy leváctví/praváctví podle příčin

Nejčastějším dělením leváctví na různé formy v českých publikacích (i těch současných) je rozdělení na tzv. genotypické a fenotypické leváctví. Genotypická nebo jinak řečeno vrozená levorukost či pravorukost je preference jedné ruky způsobena genotypem jedince. Genotyp = soubor všech dědičných vloh (genů) jedince obsažený v jeho genech nebo dědičná informace pro určitý znak (Hugo, Vokurka, 2015). Fenotypickým leváctvím/praváctvím je pak to, které se ve skutečnosti projevuje. Fenotyp = „*pozorovatelný vzhled či vlastnost jedince, který je výsledkem jeho dědičných vloh (=genotypu) a působení prostředí*“ (Hugo, Vokurka, 2015). Zde bych však chtěla upozornit na problémovost tohoto rozdělení, pokud nad ním bude uvažováno stále jako v publikaci Sováka (1962), ve které má svůj původ. Tedy v době, kdy se leváctví bralo jako vlastnost plně děděná, kterou je možno měnit až během postnatálního života, a kdy se možné prenatální vlivy, které mohou mít vliv na projevy levorukosti či pravorukosti, nebraly v potaz. Fenotyp byl tedy vnímán pouze jako projev genotypu nebo jako projev jedince, který byl genotypem levák, ale působením pravoruké společnosti nebo přeucením se naučil užívat (a i upřednostňovat) pravou ruku. Tzv. genotypické leváctví či praváctví tedy existuje, ale výsledný projev (fenotyp) může být hormonálními či jinými vlivy změněn ještě v prenatálním období či proděláním porodního traumatu, tedy vlivy vnějšími. **Nakolik se pak takové leváctví či praváctví dá považovat za vrozené či přirozené, jak jej poprvé označil Sovák a po něm další autoři, je otázkou.**

Existuje i tzv. patologické leváctví či praváctví, kdy je jeho příčinou dysfunkce mozku. Patologickou levačku popisuje například Pokorná na základě osobní zkušenosti. Tato dívka v raném věku prodělala záchvat křečí na pravé straně těla a byla jí

¹²Attention Deficit Hyperactivity Disorder = hyperkinetická porucha (HKP), porucha pozornosti s hyperaktivitou (poznámka autorky).

diagnostikována hypoaktivní LMD.¹³ V předškolním věku se rozvíjela jako levák a v pozdějším testu vedoucí ruky upřednostňovala ruku levou. Ve škole však začala číst v pravolevém směru a během procesu čtení si písmena teprve v hlavě přehazovala, aby dávala smysl. Později četla již zleva doprava, ale přehazovala si slabiky. Se zlepšováním neurologického stavu se však zjistilo, že tyto potíže způsoboval fakt, že byla ve skutečnosti patologickým levákem, což způsobil pravděpodobně prodělaný záchvat (Pokorná, 2010).

Poslední formou, kterou bych zde chtěla zmínit, jsou zvláštní případy, kdy se vrozený levák či pravák během života naučil zručnosti druhé ruky než té, kterou měl původně dominantní, a následně ji při používání preferoval. Tzv. přeučení leváci (někdy nazýváni jako naučení praváci) jsou v současné populaci v České republice zastoupeni zejména mezi lidmi středního věku a starších, jelikož teprve v roce 1967 byl Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy vydán pokyn k respektování levorukých žáků učiteli. I přesto se mezi mladými lidmi výjimečně objevují přeučení leváci. Další možností, kdy je levák přeučen na praváka nebo naopak, je důsledek úrazu původně vedoucí ruky, kdy je přeučení nutností.

Z pohledu dnešní vědy bych leváctví či praváctví rozdělila na takové, kdy je příčinou genotyp, dále takové, které je důsledkem vnějších vlivů, ať už v prenatální či postnatální fázi života, a na speciální formy leváctví či praváctví, kdy se jedinec naučí používat a nakonec i preferovat druhou ruku. Tzv. patologické formy leváctví jsou takové, kdy je jejich příčinou poškození mozku.

Vzhledem k soudobým poznatkům o vzniku levorukosti skrze vnější vlivy *in utero*, které jsem uvedla v předchozích kapitole, bych však znovu chtěla upozornit na problémovost, co se týče zařazení takové levorukosti do leváctví přirozeného/vrozeného. Myslím totiž, že v mnoha případech má blíž spíše k leváctví patologickému. Odpovídají tomu i současné poznatky o vlivech prostředí na vývoj mozku, které vedou k otázce, jestli jakékoli leváctví či praváctví způsobené vlivy prostředí a nikoli genotypem není patologické. Dalším faktem je, že mezi jedinci s poruchami centrálního nervového systému (patří sem epileptici, jedinci se specifickými poruchami učení a další) je skoro dvakrát více leváků než ve zbytku populace. Množí se domněnky, že mezi patologické leváky patří i oni (Delisi a kol., 2002; Llaurens, Raymond, Faurie, 2009).

¹³ Lehká mozková dysfunkce (poznámka autorky).

2.3.4 Zastoupení leváků v lidské populaci

Výsledky studií zjišťující poměry leváků ku pravákům v lidské populaci se liší podle toho, jaká činnost se používala k určení vedoucí ruky a jak se provádění činnosti jednou rukou hodnotilo. Raymond a Pontier (2004) přinesli přehled výsledků 81 studií ze 14 zemí všech kontinentů, kde byla vedoucí ruka určována házením nebo zatloukáním hřebíků. Procentuální zastoupení leváků zjištěno v rozpětí 5 – 26 %. Perelle a Ehrman (2005), kteří ve své studii zjišťovali vedoucí ruku pro psaní, a to na cca 12 000 jedincích ze 17 zemí, přinesli výsledek procentuálního rozpětí 2,5 – 13 %, co se týče zastoupení leváků. Studie v tradičních společnostech (Faurie a kol., 2005) přinesla výsledek relativně velkého rozpětí od 3 do 27 %. Ve všech studiích bylo zjištěno nižší zastoupení leváků vůči pravákům, a to v jakékoli společnosti na světě. Další shodnou tendencí byl větší počet leváků mezi muži než mezi ženami ve většině společnostech, což podporuje teorii o levorukosti jako o důsledku působení testosteronu *in utero*. Existují ale i výjimečná zjištění v některých společnostech o vyrovnaném zastoupení žen a mužů mezi leváky a praváky, nebo dokonce výsledky opačné (Llaurens, Raymond, Faurie, 2009). McManus (1991) uvádí, že na 10 žen levaček připadá přibližně 13 mužů leváků.

Určit poměry leváků ve společnosti je však problematické z důvodu vícero forem levorukosti, které jsem zmiňovala výše, dále kvůli existenci také již zmíněných mezistupňů levorukosti podle stupně vyhraněnosti, kdy se při určování vedoucí ruky nemusí dojít k dichotomickým výsledkům *levák/pravák*. Český neuropatolog Koukolík (2012) upozorňuje i na nejednoznačnost pojmu leváctví napříč společnostmi, kdy v jedné může být jedna ruka kulturně určená pro vykonávání určité činnosti, zatímco v jiné společnosti to může být ruka opačná a v jiných společnostech takové činnosti či určení nemusí vůbec dávat smysl.

Ráda bych se také pozastavila u diskuze o poměru leváků a praváků v populaci v pravěku. Zaujalo mě totiž, kolik autorů současných českých publikací, článků a studentů ve svých akademických pracích uvádí údaj o vyrovnaném počtu leváků a praváků v minulosti, konkrétně v době kamenné. Tuto informaci citují zejména z publikace Synka (1991), který však u tohoto tvrzení neuvádí zdroj. Jelikož se jeho uvedená informace o poměru leváků ku pravákům jako 50:50 v mnohém shoduje s informací uvedenou Sovákem (1960), myslím si, že Synek čerpá právě z něj. Ani Sovák však zdroj pro toto tvrzení neuvádí. Některé české odborné publikace a vesměs všechny zahraniční však naopak poukazují na studie, ve kterých se autoři zabývali preferencí ruky v době kamenné

a bronzové, a které se shodují na poměru ve výrazný prospěch praváků, podobný tomu současnému. Jde například o studie z let 1997 či 2005, kdy byl tento poměr zkoumán na základě kosterních nálezů (např. délky pažních kostí), kamenných nástrojů a dalších lidských artefaktů (L. Phillipson, 1997; Steele, Uomini, 2005).

2.4 Asymetrie a zrak

Zatímco každý člověk dokáže určit, která jeho ruka je vedoucí, zrakovou dominanci si běžně neuvědomuje. Většina lidí má však jedno z očí taktéž dominantní. Několik současných autorů zabývajících se leváctvím se domnívá, že oční dominance s dominancí jedné ruky více či méně souvisí. Zelinková (2000) tvrdí, že „*existuje statisticky významná závislost mezi lateralitou ruky a oka*“, jelikož většina praváků má vedoucí pravé oko. Nerozlišuje však druhy dominance očí.

Objevují se domněnky o ideálním nebo nevýhodném vztahu mezi vedoucí rukou, vedoucím okem a funkčními oblastmi v mozku, který by mohl ovlivňovat prostorové schopnosti, paměť, schopnost naučit se číst a psát i další kognitivní schopnosti. Pochopení fyziologie vidění je důležité pro porozumění mnoha studií, např. těch zabývajících se pacienty, kteří podstoupili kalosotomii. Ráda bych tedy stručně popsala fyziologii oka a poukázala tak na komplexnost procesu vidění, dominanci očí a umístila tak zrak do možných souvislostí s vedoucí rukou a funkční asymetrií hemisfér.

2.4.1 Anatomická a funkční organizace zrakového systému

Koordinované fungování okoohybných svalů a různá pozice očí v prostoru umožňuje tzv. binokulární vidění. Binokulárním viděním disponuje člověk i většina savců, plazů a ptáků (Skorkovská, Synek, 2014). Binokulární zření, umožňuje vnímat třetí rozměr, tzv. hloubku prostoru. Tato schopnost se nazývá prostorové (stereoskopické) vidění (Králíček, 2011). V 1. roce života by měla být vyvinutá akomodace¹⁴ i konvergence¹⁵ oka tak, že dovolují splynutí obrazů obou sítnic ve zrakových centrech v mozku do obrazu jednoho. Tím přechází monokulární vidění k binokulárnímu (Vančurová, 2002).

Některé živočichové, např. chameleón, jsou schopni pohybovat každým okem zvlášť a vnímat a hodnotit tak dva rozdílné obrazy. Tento jev, kdy je obraz vnímán jedním okem

¹⁴Akomodace oka = zakřivení čočky potřebné pro zaostření oka na předmět (poznámka autorky).

¹⁵Konvergence oka = schopnost koordinovat pohyb očí tak, aby se obraz utvořil na podobných místech obou sítnic (poznámka autorky).

a samostatně hodnocen se nazývá monokulární vidění (Hershenson, 1999; Le Berre, Bartlett, 2009).

Zrakový nerv (či optický nerv) je párový hlavový nerv, který přenáší informace mezi sítnicí a zrakovými centry v mozkových hemisférách. Z každé buňky sítnice vychází jedno nervové vlákno a za každým okem se všechna nervová vlákna spojují a vytvářejí tak dva zrakové nervy. **Zhruba pět centimetrů za očima se oba nervy spojují v místě zvaném *chiasma opticum*, kde dochází k překřížení poloviny nervových vláken. Překřížení způsobí, že do pravé hemisféry se promítnou informace z levé poloviny zorného pole obou očí a do levé hemisféry pravé poloviny zorných polí** (Šikl, 2012; Sternberg, 2009).¹⁶

Zrakové informace jsou přenášena do primární zrakové kůry (v odborných publikacích označována jako V1 od pojmu vizuální) v týlním, temenním a spánkovém laloku. V primární zrakové kůře se invertuje obraz zorného pole, takže ten pak odpovídá obrazu dopadajícímu na sítnici (Koukolík, 2012). Dále putují zrakové informace do sekundární zrakové kůry a dalších korových oblastí v celém týlním laloku, a částech temenního a spánkového laloku obou hemisfér, které jsou do jisté míry specializovány, a díky nimž si uvědomujeme, co vidíme (Šikl, 2012) „*Funkční MR prokázala značnou percepční specializaci jednotlivých zrakových korových oblastí.*“ (Koukolík, 2012). To tedy znamená, že hemisféry přijímají zrakovou informaci stejnoměrně, ale tato informace může být poté zpracována určitou oblastí v jedné hemisféře, jako např. rozeznávání obličejů v pravé (McGurk, MacDonald, 1976).

2.4.2 Dominance oka

Dominancí oka se obecně značí preference jednoho oka oproti druhému.

O odchylky mezi levým a pravým okem se vědci zajímali od 2. pol. 19. stol. Drnková-Pavlíková a Syllabová (1991) uvádí, že mezi dospělými je 64 % případů, kdy je vedoucí oko pravé, u 34 % je vedoucí oko levé.¹⁷ Dominance oka se podle této publikace ustavuje již v raném stupni života (blíže nespecifikují) a vedoucí oko bývá to s lepší ostrostí, které se více prosazuje při binokulárním vidění. Pokud mají obě oči přibližně stejnou ostrost, je dominance jednoho z očí méně výrazná, avšak dá se prokázat. Ustanovily se nejrůznější morfologicko-anatomické testy pro určení vedoucího oka a stavělo se na teorii, že nesouměrnost mezi orgány zraku je důsledkem laterality mozkových hemisfér (tehdy

¹⁶ Viz přílohu III.

¹⁷ Informaci přebraly z britské publikace o oftalmologii ze 60. let 20. století (poznámka autorky).

dominance jedné hemisféry). Z pohledu poznatků, které jsem uvedla, by však byl takový vztah problematický, protože se obě hemisféry podílí na procesu vidění stejnoměrně.

V 70. letech se začalo navíc upozorňovat na to, že stejné oko nemusí být dominantní u monokulárního i binokulárního vidění. Od té doby se začalo rozlišovat testování dominance oka při binokulárním vidění od testování vedoucího oka v situacích, kdy má člověk použít jen jedno oko (Drnková-Pavlíková a Syllabová, 1991). Toto rozlišení je například velmi důležité při korekci zraku. Pokud totiž dojde ke korekci každého oka zvlášť (monokulárně), často nastanou při binokulárním pohledu problémy. Plná korekce podřízeného oka v binokulárním vidění by byla dokonce nepřínosná vzhledem k narušení vlivu oka řídicího. „Z deseti náhodně vybraných lidí mívá pět dominanci výraznou, tři dominanci méně zřetelnou a u dvou nelze dominanci jednoznačně prokázat.“ (Anton, 2004). Autor tohoto tvrzení, český oftalmolog, také předpokládá, že dominance oka není vrozená a že se ustanovuje až v raném dětství (věk blíže nespecifikuje). Také říká, že dominance oka nesouvisí s dominancí jedné či druhé ruky. Drnková-Pavlíková a Syllabová (1991) provedly výzkum na určení vedoucího a zaměřovacího oka u dětí na začátku školní docházky. Zjistily velmi vyrovnaný podíl pravookosti a levoookosti (cca 40 % levoookých ku 50 % pravookých, zbytek nevyhranění) u zaměřovacího i řídicího oka, ale oba druhy dominance očí byly v souboru rozloženy nejednotně (přesná procenta neuvádějí).

V článku ze studentského časopisu Optometrie a Ortooptika autorka uvádí, že oční dominanci lze navíc rozlišit na senzoričnou, okulomotorickou a směrovou. U té první je dominantní to oko, které například lépe rozlišuje barvy či jas a je tak upřednostňováno. U směrové dominance je vedoucí to oko, kterým jedinec fixuje¹⁸ na určitý objekt. U okulomotorické dominance jedno oko dřív fixuje při pohledu oběma očima. Autorka taktéž uvádí, že mezi těmito druhy oční dominance nemusí být souvislost a u konkrétního jedince nemusí mít jedno oko všechny tři typy dominance (Zirmová, 2014).

Mechanika zrakového vnímání, její kvalita a přenos informací z očí do specializovaných mozkových oblastí a následné interpretace těchto informací s kognitivními dovednostmi, kde je základem vnímání zrakovým, může souviset. Nicméně díky komplexnosti této problematiky a dále díky faktu, že se informace přenášejí s obou očima do obou hemisfér v poměru půl na půl, začal převládat názor, že lateralizace orgánů zraku pravděpodobně s lateralitou mozkových hemisfér nesouvisí a už vůbec nesouvisí s lateralitou horních

¹⁸Fixace = zaostření vjem do žluté skvrny na sítnici (poznámka autorky).

končetin. Výzkum z roku 2004 se mj. zabýval zjištěním dominance oka (zaměřovacího) v souvislosti s vedoucí rukou a úspěšností v prostorových úkolech. Nenalezl se však žádný vztah mezi dominancí oka a vedoucí rukou či výsledcích v kognitivních úkolech (Reio, Czamolewski, Eliot, 2004).

2.4.2.1 Koordinace ruky a oka

Ačkoli dominance jednoho oka je podle těchto poznatků komplikovaným fenoménem a navíc zřejmě nesouvisí ani s vedoucí rukou, ani s lateralitou mozkových hemisfér, **neznamená to, že by nebyl důležitý vztah mezi koordinací zraku a manipulací rukou.** Synek (1991) uvedl ve své publikaci nespočet příkladů, kdy u dítěte přeúčeného z leváka na praváka nastaly problémy se zrakem, jako je šilhání, tupozrakost, zrcadlové vidění nebo poruchy prostorové orientace. Tyto problémy by mohly vyvolat i změny vedoucího oka (ať už jakéhokoli typu) v důsledku vývoje zraku nebo i poškození zrakového ústrojí. Synek také zjistil, že během dětství (rané školní docházky) došlo až k 8 % změn ve vedoucím oku (určoval oko vedoucí oko při monokulárním vidění).

V předškolním věku se u dítěte zdokonaluje jemná motorika na základě vztahu oko a ruky. Do sedmi let by mělo být zrakové ústrojí i zraková percepce plně vyvinutá. Dítě v tomto věku je tím pádem schopno reprodukovat abstraktní symboly (Květoňová-Švecová, 2000). Zatímco mluvená řeč vyžaduje spolupráci sluchovou a artikulační, čtení a psaní musí spolupracovat se zrakovou pozorností, pamětí a jemnou motorikou. Spolupráce zraku a verbálních schopností je klíčová pro ovládnutí tak specifické činnosti, jako je čtení a psaní. Podle Synka (1991) je toto navázání spolupráce dobře ovládnuto v deseti letech. Podle Pokorné (2010) je koordinace ruky a oka předpokladem pro vytvoření si představy o objektu a snímání prostoru.

2.5 Asymetrie a sluch

Stejně tak jako u zraku, bych se ráda pozastavila velmi krátce u sluchové asymetrie, jelikož nemalý počet výzkumů se zaměřoval na sluchové vnímání ve vztahu a možné souvislosti s preferencí jedné ruky.

Prostorové slyšení je umožněno tzv. binaurálním slyšením. Systém pro sluchové vnímání využívá pro lokalizaci zvuku v prostoru dva jevy. Zaprvé to, že akustická vlna dorazí k jednomu uchu dříve než k druhému, a zadruhé fakt, že ucho přivrácené ke zdroji vnímá zvuk s větší intenzitou. Díky tomu je člověk v prostoru, kde nastává rušení odrazy,

schopen velmi přesně určit polohu zvukového zdroje. V horizontální poloze až v rozmezí 10 stupňů, ve vertikální poloze jej určí méně přesně (Králíček, 2011).

Byl proveden kvazi-experiment ověřující laterální sluchových orgánů. Vyšetřovaným se pouštěly skrze sluchátka řečové a neřečové podněty (do každého ucha jiný druh). Poté se jich bylo dotazováno, co slyšeli. Došlo se k poznatku, že praváci měli citlivější pravé ucho na řečové podněty a levé na neřečové. U leváků však nezjistily žádné rozdíly mezi citlivostí levého a pravého ucha (Drnková-Pavlíková, Syllabová, 1991).

2.6 Verbální schopnosti

Tato kapitola bude zaměřena na specifické lidské schopnosti – schopnosti řeči a jazyka, v souvislostech s funkční specializací mozkových hemisfér, sluchu a zraku, které mohou tvořit podklad k hypotézám, zda a jak by tyto schopnosti mohly souviset s preferencí jedné ruky.

Na začátek bych nejprve vysvětlila a oddělila několik zásadních pojmů. Komunikace je v tomto kontextu výraz pro spojení; přenos či výměnu informací (Vebrová, 2006). Sternberg (2009) charakterizuje jazyk jako systém umožňující komunikaci. Řeč jako konkrétní použití tohoto systému v čase. Verbální znamená slovní, slovně vyjádřený.

Verbálními dovednostmi se rozumí buď slovní porozumění, tedy schopnost pochopit mluvený nebo psaný jazykový vstup v podobě slov, vět nebo odstavců, nebo tzv. slovní produkce (pohotovost, plynulost), neboli expresivní (česky vyjadřovací) schopnost jazykového výstupu (Sternberg, 2009).

2.6.1 Lateralita mozkových hemisfér a verbální dovednosti

K určení, ve které mozkové hemisféře jsou umístěny FO pro řeč a jazyk se v klinické praxi používá již zmíněný sodium-amytalový test. Barbitutát sodný se při něm aplikuje do pravé či levé hemisféry a vyvolá krátkodobou funkční depresi (vydrží účinkovat 20-30 sekund). Proband během aplikace dostane řečový úkol. Pokud je takto utlumena hemisféra řečově/jazykově specializovaná, pak proband přestane úkol plnit (Králíček, 2011).

Dvě základní funkční korové oblasti (centra) důležité pro řeč a jazyk – Brocovo a Wernickeho, jsem již zmínila. Jedná se o oblasti soustředěné do jednoho místa, u typické laterality mozkových hemisfér umístěných do levé hemisféry. Při expresi řeči a porozumění

jazyku se ale aktivují i jiné oblasti mozku, ať už v levé či pravé hemisféře. Pravá hemisféra se významně podílí na dalších aspektech schopnosti rozvinuté lidské komunikace. Ačkoli se zjednodušeně řečeno Brocovo centrum soustředí na expresi řeči a Wernickeho centrum na porozumění jazyka, shodně se nazývají v literatuře jako centra řeči.

Brocova a Wernickeho oblast jsou těmi nejznámějšími jednak pro svou významnost, pro jejich historické objevení, které bylo základem zjištění asymetrie mozkových hemisfér, navíc jsou poměrně dobře lokalizovány a popsány.

Brocovo motorické centrum řeči bylo lokalizováno v čelním laloku, konkrétněji ve spodní oblasti předního závitu a je zásadní pro umožnění mluvené a písemné exprese myšlenek. Wernickeho sensorické centrum řeči bylo lokalizováno ve spánkovém laloku, konkrétně v zadní části horního spánkového závitu. Je propojené se sluchovou a zrakovou korovou oblastí. Je to centrum zásadní pro pochopení významu slyšené a psané řeči.

Informace ze zrakové kůry se přenáší přes *gyrus angularis*, kde se zřejmě transformují vizuální slovní symboly tak, aby ve Wernickeho oblasti vyvolaly fonetickou podobu sdělení, pak je teprve pochopen obsah. Základní myšlenková struktura, kterou chceme vyjádřit, zřejmě vzniká ve Wernickeho centru. Tato informace je skrze svazek nervových vláken přenášena do centra Brocova. Zde se sestaví gramatická struktura budoucích slov a vět, která pak putují do výkonné oblasti motorické kůry (Králíček, 2011).

Teorie o funkcích jednotlivých řečových center jsou podporovány mj. poruchami, které zapříčinilo poškození v oblasti těchto center. Souhrnně jsou tyto poruchy nazývány afázie. Afázie, která vznikne poškozením ve Wernickeho centru, se nazývá afázií sensorickou (percepční). Projevuje se neschopností chápat mluvenou i psanou řeč, a to i vlastní. Také se projevuje neschopností sestavit smysluplnou myšlenku. Verbální produkce u člověka postiženého sensorickou afázií je plynulá se zachovanou prozodií¹⁹, ale její obsah je nesmyslný. Stejně tak je omezena i schopnost psát. Postižený jedinec si však svou poruchu neuvědomuje. Pokud afázii způsobí léze v Brocově oblasti, nazývá se afázií motorickou (expresivní). Chápání mluvené i psané řeči je u jedince stíženého motorickou afázií zachováno, stejně tak schopnost vytvořit smysluplnou myšlenku, ale takový jedinec je neschopen ji vyjádřit, a to verbálně ani písemně. Jeho verbální exprese je neplynulá a svou poruchu si uvědomuje (Králíček, 2011). Je ale třeba poznamenat, že v některých případech po poškození Brocovy a Wernickeho oblasti verbální poruchy nenastanou. U některých

¹⁹ Prozódie = melodická intonace řeči kódující citovou složku (poznámka autorky).

jedinců postižených afázií byly naopak léze lokalizovány na netypických místech mozku, například v opačné hemisféře. Takové poruchy jsou pak nazývány jako tzv. zkřížené afázie. Tyto případy nejsou zcela ojedinělé a opět dokazují, že existují jedinci s atypickou lateralizací FO (Corballis, 1991; Koukolík, 2012).

Novodobé zobrazovací techniky ukazují, že po poškození řečově/jazykově důležitých oblastí mohou neurologické jazykové funkce přebrat jiné oblasti mozku, včetně oblastí v pravé hemisféře (Sternberg, 2009).

2.6.2 Řečová centra u ostatních lidoopů

Velmi zajímavým zjištěním bylo, že se u šimpanze v drtivé většině výzkumného vzorku (17 z 18 šimpanzů) nachází asymetrie mezi levou a pravou hemisférou v oblasti spánkového laloku, tedy v místě Wernickeho centra řeči u lidí. I u šimpanzů byla tato oblast robustnější v levé hemisféře než v té pravé (Gannon a kol., 1998). Stejně tak byla nalezena asymetrie ve prospěch levé hemisféry v oblasti Brocova centra řeči podobná té lidské, a to u šimpanze i gorily (Cantalupo, Hopkins, 2001). Tato zjištění jsou důležitá především při sestavování teorií ohledně evoluce jazyka. Směřují totiž k hypotéze, že lidský jazyk a řeč nevznikly z vokalizace, ale z gestikulace. Pomocí fMRI bylo zjištěno, že u člověka má řeč a gestikulace stejný neurální základ v levé hemisféře (Xu a kol. 2009). U lidoopů se oblasti v levé hemisféře, které jsou právě homologické k řečovým oblastem u lidí, aktivují také při gestikulaci a při učení se jemné manipulaci. Souvisí s tím lokalizace tzv. zrcadlových neuronů v těchto oblastech, které se aktivují u opic ve chvíli, kdy za účelem napodobení pozorují určitou motorickou činnost jiného příslušníka druhu. Někteří vědci to dávají do souvislosti se 'žvatláním' dětí, které tak začínají napodobovat slyšené zvuky (a aktivují tak homologická centra v levé hemisféře). Souvisí s tím i fakt, že pokud dítě vyrůstá v prostředí, kde se používá znakový jazyk, 'žvatlá' také rukama. Také bylo ve studiích s lidmi užívajícími znakový jazyk zjištěno, že oblasti lézí v hemisféře h, jejichž důsledkem je narušení schopnosti znakového jazyka, jsou stejné i u mluvené řeči (Sternberg, 2009; Corballis, 2014).

Tyto poznatky dost možná souvisí s odpovědí na otázku, jak souvisí preference ruky s funkčními oblastmi mozku. Jinak (konkrétněji) řečeno, jak souvisí častější praváctví s centry pro řeč a pro gestikulaci (a u našich příbuzných pro manipulaci) v levé hemisféře, společně s faktem, že pravou ruku ovládá levá hemisféra. Právě motorika je mechanismem, který ovlivňuje jak vedoucí ruku, tak řeč a jazyk, a je zřejmě výhodné, aby se nacházely

v jedné hemisféře. Zároveň jsou to však mechanismy natolik nezávislé, že toto umístění není nutné (Corballis, 2014).

2.6.3 Souvislost mezi funkčními oblastmi řeči a motoriky

Častým doprovodem afázií jsou poruchy výkonu účelných pohybů, tzv. apraxie. Většinou je způsobuje poškození právě v levé hemisféře, kde se motorická centra vyskytují ve stejných částech jako centra pro řeč, konkrétně v blízkosti Wernickeho centra. Postižený touto poruchou většinou zná účel pohybu, ale nedokáže jej provést. Objevují se i potíže při kreslení nebo kopírování nějaké kresby (Králíček, 2011).

V roce 2015 proběhla experimentální studie, kdy 10 leváků a 10 praváků (věk 26 – 74, SD: 15) plnilo motorický úkol během tří sezení v průběhu čtyř týdnů. Úkol byl zaměřen na zručnost při používání jedné ruky. Jedinci měli svou vedoucí rukou pohybovat plynule kurzorem na obrazovce vyznačenou trasou co nejrychleji a s co nejméně opuštěními dané trasy. Tento úkol následně opakovali druhou rukou. Při každém sezení jedinci tento úkol trénovali až 70x. Do skóre se jim započítával čas a počet opuštění trasy. Výsledkem bylo zjištění, že praváci jsou signifikantně zručnější se svou vedoucí rukou než leváci se svou vedoucí rukou. Leváci však vykazují menší rozdíly ve zručnosti mezi levou a pravou rukou (McGrath, Katak, 2016).

Apraxie se nemusí týkat pouze rukou, ale například i úkonů obličeje. Zajímavé je, že ačkoli se léze nacházejí jen v jedné hemisféře, může postihnout obě ruce. Objevují se často typy apraxií, kde pacient není schopen vykonat pouze ty pohyby, které mají lingvistický význam, např. není schopen předvést polibek atd. Mimo to pacienti nedokáží konat pohyby, ale polohu zopakovat zvládnou. Tomu odpovídá i fakt, že při pohybových úkonech (např. házení) se projevuje asymetrie v používání rukou velmi výrazně, ale při 'polohových' úkonech (např. je to patrné při chytání) taková asymetrie není (Andrew, Rogers, 2002).

Corballis (1991) diskutoval o tom, že řeč a jazyk jsou se schopností praxie (zručnost, obratnost) velmi úzce spojeny, protože ji samy vyžadují (artikulace i psaní).

Výzkumy pomocí transkraniální magnetické stimulace ukázaly, že levostranná motorická kůra se aktivuje nejen během exprese řeči, ale i při čtení. Jelikož řeč 'potřebuje být lateralizována', ať už z jakéhokoli důvodu, obratnost, která se na ni váže, bude taktéž 'lateralizována' a preference jedné ruky je zřejmě jejím důsledkem. Umístění v jedné hemisféře tak bude výhodné, nikoli nezbytné (Corballis, 1991; Koukolík, 2012).

Podle takové hypotézy by měli mít leváci ve většině případů mozek zrcadlově obrácený tomu u praváků, což se však děje jen zhruba v 10 - 30 %.²⁰ Tento zvláštní vztah mezi lateralitou mozkových hemisfér a vedoucí rukou by mohlo vysvětlovat právě velké procento tzv. patologických leváků, pokud by se do nich započítali i ti, jejichž vývoj ovlivnilo prostředí. Napovídá tomu i fakt, že jedinci s netypicky uspořádanými funkčními oblastmi mají často problémy právě s řečovými aspekty.

2.6.4 Specifické poruchy učení

O možném vztahu levorukosti a řečových a jazykových potíží na základě souvislostí obou fenoménů např. s pohlavními hormony či netypickou lateralitou mozkových hemisfér se diskutuje poměrně hojně (Koukolík, 2012). V této kapitole se tedy chci zdržet u problematiky specifických poruch učení, konkrétně dyslexie a další poruchy, která se k ní váže nejčastěji, dysgrafie, a dále koktání a šišláni.

2.6.4.1 Dyslexie

Dyslexie je vrozená porucha, která jedincům způsobuje obtíže ve čtení a psaní. Ostatní poznávací procesy a intelekt jsou však u těchto jedinců zachovány, někdy jsou dokonce nadprůměrné. Tato porucha se projevuje neschopností převést vizuální jazykové symboly do fonetických.

U dyslektiků se často objevuje tendence číst zprava doleva nebo potíže s takovým písemným projevem, kde je důležitá jeho orientace (Králíček, 2011).

Dyslexie je diagnostikována ve větší míře u leváků nebo u jedinců s nevyhraněnou vedoucí rukou (Milz, 1980; Králíček, 2011). Také se zjistilo, že je dyslexie diagnostikována častěji u dětí, které mají některého z blízkých příbuzných leváka. Americká psychologka Milz (1980) uvedla, že v jejím vzorku mělo 50 % praváků s dyslexií leváka v rodině, ale jen 20 % praváků bez dyslexie mělo leváka v rodině. Pokorná (2010) uvedla tento poměr dokonce jako 3:1. Dyslexie je častěji diagnostikována u chlapců (stejně jako leváctví). V Severní Americe je uváděn tento poměr 3,5:1 (Kulišťák, 2011), v České republice byl uveden poměr dokonce 5:1 (Šturma, 1993).

²⁰ Corballisova domněnka je taková, že podobný princip genetického modelu, který má vysvětlovat *right-shift* tendenci u preference ruky, by mohl platit i pro cerebrální lateralitu. Gen či soubor genů by tak určoval predispozici levé hemisféry k řečové a jazykové specializaci. Zhruba 30 % populace, na které by tento model nešel „napasovat“ by vysvětlovali právě tzv. patologičtí leváci (Corballis, 1991).

Dyslexie má tedy s velkou pravděpodobností genetickou povahu (vazba na ní byla zjištěna u devíti chromosomálních lokusů). Diskutuje se i o vlivech prostředí *in utero*, nejvíce o vlivu hormonu testosteron (stejně jako u levorukosti), který by vysvětloval častější výskyt dyslexie u chlapců než u dívek. Dyslexie se, stejně jako levorukost, také objevuje častěji v rodinách trpících imunologickými problémy (Koukolík, 2012).

Nizozemský profesor dětské psychoneurologie D. J. Bakker (1991), který ve svých teoriích vycházel z funkční specializace hemisfér, tvrdí, že fáze učení se čtení a psaní je záležitostí pravé hemisféry. Podle něj se až teprve u zkušeného čtenáře čtení a psaní stane záležitostí levé hemisféry. Pokud přesun proběhne atypicky, vzniknou dva základní typy dyslexie. První je způsobena aktivitou v pravé hemisféře při čtení, kdy písmena nezískají svůj symbolický charakter, ale jsou stále vnímány jako tvary. Čtení je pak přesné, ale pomalé. Druhým typem je rychlé čtení, ale s chybami. Dyslektici se v tomto případě nenaučili číst přesně, tedy moc brzo přestali zaměstnávat pravou hemisféru.

Pokorná (2010) přišla s názorem, že atypická funkční specializace mozkových hemisfér je možnou příčinou specifických poruch učení. Navazuje tak na statistiky ukazující, že tato 'netypičnost' se objevuje u leváků a často u jedinců s ambidextrií, zatímco u praváků je většinou vyjádření specializace mozkových hemisfér jednoznačné (zejména je tím myšlena specializace levé hemisféry pro jazyk a řeč). Děti s dyslexií ve věku 9 - 12 mají 4x častěji FO pro jazyk a řeč lokalizované v pravé hemisféře (Pokorná, 2010; Králíček, 2011). Toto tvrzení dokládá například studie prováděná pomocí tomografu, který snímá spotřebu glukózy v mozku, zatímco probandi četli. Jedinci zapojovali při čtení jen levou hemisféru, zatímco dyslektici zapojovali obě hemisféry (Pokorná, 2010).²¹

Podle Koukolíka (2012) u dyslektiků často chybí asymetrie spánkového laloku (oblast Wernickeho centra), který je obvykle větší v levé hemisféře. Králíček (2011) se domnívá, že dyslexii způsobuje deficit ve vývoji řečové/jazykové specializace levé hemisféry. Toto tvrzení odpovídá teorii o vlivech prostředí na vývoj mozku, například působení testosteronu na vývoj levé hemisféry.

Podle Zelinkové (2015) a Králíčka (2011) vede nevyjádřená specializace mozkových hemisfér při procesu čtení k vytváření otisků písmen v obou hemisférách. Obrazy se tím mísí

²¹ Zajímavost: původní interpretace byla taková, že pro dyslektiky je čtení náročnější úkon než pro 'nedyslektiky', a proto vyžaduje větší rozsah aktivace mozkových oblastí (Pokorná, 2010).

a vznikají potíže, jako např. nerozeznávání písmen b a d, inverze slov nebo tzv. zrcadlové čtení.

Koukolík (2012) uvedl, že dyslektici jsou často pohybově neobratnější než zdraví jedinci, mohou častěji trpět horší orientací v čase i prostoru a obtížněji rozlišují pravou a levou stranu.

2.6.4.2 Kuktání, šišlání

Synek (1991) byl díky své dlouholeté práci s dětmi s poruchami řeči přesvědčen o tom, že zasahování do přirozené pohybové asymetrie může zásadně ovlivnit (zpomalit, pozastavit) vývoj v oblasti exprese řeči. Klíčem následných řečových potíží je narušená pohybová souhra jazyka, tedy narušená artikulační dovednost. Synek tvrdil, že takové přeučování leváka na praváka může pravděpodobnost artikulačních potíží zvýšit až o 70 %. Byla vytvořena hypotéza, že potíže v řečové expresi může způsobovat nevyjádřená funkční specializace pro jazyk a řeč v mozkové hemisféře. Problémy by opět mohla tvořit nepropojenost motorických center a řečových center, kdy dojde k poruše jemné obratnosti jazyka potřebné pro správnou artikulaci a plynulou řeč (Corballis, 1991).

2.6.5 Rozdíly mezi muži a ženami v souvislosti s verbálními schopnostmi a funkčními oblastmi v mozku

Ve vícero výzkumech došlo k výsledkům, že ženy vynikají ve verbálních schopnostech nad muži. Navíc existují tvrzení, že tato výhoda je měřitelná už u dětí ve věku kolem 11 let a zvyšuje se během střední školy (Kulišťák, 2011).

U pravorukých dospělých mužů jsou centra pro řeč a jazyk 'lateralizovány' výrazně do levé hemisféry. U pravorukých žen se při verbálních projevech (ale i jiných aktivitách) aktivují oblasti čelních závitů vlevo i vpravo (Kulišťák, 2011; Sternberg 2009). Pokorná (2010) tvrdí, že je specializace levé hemisféry pro verbální schopnosti a specializace pravé hemisféry pro prostorově-orientační schopnosti nejvíce vyjádřená u pravorukého dospělého muže - 'nedyslektika'.

Kulišťák (2011) naopak na základě podobných výzkumů na lateralitu mozkových hemisfér uvedl, že asymetricky uspořádaný mozek mají spíše muži než ženy. V experimentálních studiích pomocí elektrické stimulace bylo zjištěno, že objem řečových/jazykových oblastí mozku je u mužů větší, difúzněji rozložený než u žen. Z tohoto výsledku byla vyvozena hypotéza o nepřímé úměrnosti mezi distribucí řečových/jazykových

oblastí v mozku a verbálními schopnostmi. Tedy čím menší množství specializovanějších oblastí a čím koncentrovanější rozložení, tím lepší verbální schopnosti. Stejný výsledek měl i experimentální výzkum s dvojjazyčně mluvícími jedinci. Oblasti pro dominantní jazyk byly koncentrovanější, pro jazyk subdominantní více rozložené (Sternberg, 2009). Další výzkum odhalil odlišné aktivace mozku při používání různých jazyků. Byla z toho následovně vyvozena teorie, že osvojení prvního jazyka se spoléhá na 'predestinovanou' jazykovou mozkovou síť v levé hemisféře, zatímco později se učený jazyk se nemusí nutně odehrávat v téže síti. Napovídá tomu i to, že poškození způsobující afázii mohou narušit jen jeden jazyk (Kulišťák, 2011).

Neuropsycholog Preiss (2011) prezentoval výsledky výzkumu slovní produkce u dětí, který proběhl v naší zemi. Děti v něm měly vyjmenovat co nejvíce slov (podstatných jmen) začínajících na písmeno K a poté na písmeno T, a to během jedné minuty. Průměrný počet vyjmenovaných slov (pro obě písmena) pro desetileté chlapce (N = 67) byl 15 (SD: 5) slov, pro jedenáctileté 18 slov (SD: 5,4). Pro desetileté dívky (N = 86) byl průměrný počet slov (celkem) 17 (SD: 5) a pro jedenáctileté dívky 20,5 (SD: 5,5).

2.6.6 Neverbální složka komunikace

Důležitou složkou komunikace jsou i neverbální projevy. Ty jsou podle výzkumů lokalizovány v hemisféře pravé. Například prozódie je podle několika výzkumů kontrolována oblastmi v pravé hemisféře, které svým umístěním odpovídají řečovým centrům v hemisféře levé. Podle studií je prozódie osvojována dříve než další složky verbálních schopností a vytváří tak základ pro vznik řeči a osvojení si jazyka. Pokud jsou oblasti zodpovědné za prozódii poškozeny, vznikají potíže při komunikaci, zvané aprozódie. Pokud se poškození týká oblasti v pravé hemisféře, které odpovídá Brocově centru, pak se jedná o tzv. motorickou aprozódii, kdy člověk nedokáže vyjádřit citovou složku sdělovaných myšlenek. Pokud trpí tzv. senzorickou prozodií, tedy takovou, kterou způsobují léze v pravé hemisféře, které odpovídají Wernickeově centru, nechápe citovou složku v projevu druhého člověka (Králíček, 2011; Kulišťák, 2011; Koukolík, 2012).

Pravá hemisféra se také například významně podílí při používání asijských jazyků (zřejmě je kvůli potřebě práce se složitými abstraktními jazykovými symboly). Zajímavým faktem je, že problémy se čtením a psaním nejsou téměř zaznamenávány v Japonsku, kde se čte ve sloupcích a symboly znamenají v obou směrech to samé (Corballis, 1991).

Pravá hemisféra se taktéž podílí na některých doprovodných složkách komunikace, jako je sarkasmus, metafory nebo gesta (Sternberg, 2009; Kulišťák, 2011).

2.7 Orientace v prostoru

Prostor se dá definovat jako určení trojrozměrné struktury objektu (Koukolík, 2012). Pokorná (2010) dělí konstrukci prostorových vztahů na dvě roviny, a to vnímání prostoru a představu o prostoru. Vnímání prostoru a s ním spojená orientace v něm jsou silně determinovány vnímáním zrakovým. Kvalita těchto schopností je také rozšiřována sluchovými a taktilními vjemy.

Orientaci v prostoru je možné rozdělit podle vzájemných vztahů mezi určitými navigačními body. Prvním typem je tzv. exocentrická orientace, kterou podmiňuje existence vztahů mezi určitými vnějšími body. Druhým typem je orientace egocentrická, kdy klíčovým navigačním bodem je vlastní tělo a orientace je vytvářena na základě vztahu mezi vlastním tělem a vnějšími body (Orel, 2009; Koukolík, 2012).

Psychožka a pedagožka Frostig (1963) popsala stupně rozvoje zrakového vnímání prostoru. Jako nejranější uvedla schopnost vnímání figury na pozadí, dále rozpoznání objektu nezávisle na tvaru, barvě a velikosti a nakonec vnímání polohy předmětu v prostoru, a to nejdříve orientaci egocentrickou a později exocentrickou.

Pod prostorovými dovednostmi se rozumí vnímání prostoru a jeho složek jako je hloubka, vzdálenost objektů, směr, tvarů nebo pozice objektů v prostoru. Se samotným vnímáním je úzce spojena i představa prostoru, jeho složek a mentální manipulace s nimi, což jsou schopnosti vedoucí k dokonalejší orientaci v prostoru (Koukolík 2012; Orel, 2009; Sternberg, 2009).

2.7.1 Lateralita mozkových hemisfér a prostorové dovednosti

Poznatky ohledně specializovaných funkčních oblastí pravé mozkové hemisféry nejsou tak jasné a dobře zmapované jako FO levé hemisféry pro řeč a jazyk. V pravé hemisféře se nenacházejí výrazné oblasti s dobře popsatelnou funkcí jako je Brocovo či Wernickeho centrum. Přesto se na základě nejrůznějších experimentů a výzkumu poruch drtivá většina vědců shoduje na několika schopnostech, které u člověka s typickou lateralitou mozkových hemisfér zpracovává hemisféra pravá. Jednou z těchto schopností jsou i prostorově-orientační dovednosti (Joseph, 1988).

Za předpokladu typické lateralizace hemisfér zpracovává pravá hemisféra smyslové podněty s emočním nábojem, hudbu, percepci tváří a také vnímání prostorových vztahů.

Lokalizace funkčních center pro orientaci v prostoru lze určit například podle lézí, které způsobují tzv. topografickou dezorientaci. Jedná se o poruchu kognitivního charakteru, nikoli percepčního, při které postižený jedinec ztrácí schopnost orientace v prostředí. Tato porucha může mít několik podob. Typ egocentrický se projevuje poruchou reprezentace objektu ve vztahu k vlastnímu tělu a poruchou mentální rotace. Pacienti mají problém orientovat se v prostředí nebo popsat cestu. Dalším typem je porucha směřování, kdy postižený jedinec není schopen z orientačních bodů vyvodit informaci o směru pohybu. U třetího typu jedinec nedokáže k prostorové orientaci využívat známé orientační body. Prostoru dokáže popsat, ale nedokáže se v něm orientovat. Může ji doprovázet prosopagnozie, neboli porucha poznávání tváří, jejíž specializované centrum je také většinou lokalizováno do pravé hemisféry (Koukolík, 2012).

Dalším způsobem zjištění specializované hemisféry pro zpracování prostorových vztahů jsou například studie, při nichž byly probandům zadávány prostorově-orientační úkoly a při jejich plnění bylo měřeno prokrvení hemisfér (Andrews, 2002).

Studie z roku 2013 se zabývala rozdíly mezi leváky a praváky v jejich verbální a prostorové pracovní paměti²². Děti a dospívající ve věku 10 – 16 let (N = 70) byli rozděleni na leváky a praváky pomocí *EHI* a dostali dva typy úloh, při kterém byli snímáni fMRI. První úkol zahrnoval roztřídění několika objektů podle slov či písmen, která je označovala. V druhém úkolu měly být objekty roztříděny pomocí pozice symbolu, který je označoval. Výsledky ukázaly na zvýšenou aktivitu oblastí v levé hemisféře při prvním – verbálním úkolu, konkrétně levého čelního a spánkovém laloku. Při prostorovém úkolu byla zjištěna větší aktivita v pravé hemisféře, konkrétně v čelním a temenního laloku (Nagel, 2013).

Annett v roce 1985 publikovala hypotézu, která tvrdí, že výrazně vyjádření praváci, kteří mají i výrazně lateralizovány FO pro jazyka řeč do levé hemisféry, mají tím pádem silněji vytiženou levou hemisféru a tedy 'menší kapacitu' pro dovednosti spojené s pravou hemisférou, jako například i prostorové dovednosti. Leváci, kteří mají FO symetričtější lateralizované, by tak měli v prostorových dovednostech lépe vynikat. Tato hypotéza se ověřovala několika studiemi, nicméně výsledky zůstávají nekonzistentní (Annett, 2012).

²² Pracovní paměť = schopnost po krátký časový interval aktivně používat a udržovat informaci (poznámka autorky).

2.7.2 Rozdíly mezi muži a ženami v prostorové orientaci.

Kulišťák (2011) uvedl, že rozdíly mezi muži a ženami měřených testy inteligence jsou velmi malé, výjimku tvoří úkoly na mentální rotaci, ve kterých vynikají více muži.

Potvrzují to i další studie, ve kterých muži zvládali lépe úkoly na prostorovou orientaci, jakými byly úlohy na mentální rotaci, odhalování skrytých obrazců nebo orientace podle mapy. Často se to vysvětluje teorií odkazující na evoluční tlak na rozvoj prostorových schopností u mužů (Kulišťák, 2011).

Lepší výkon u mužů v prostorové orientaci potvrzuje například americká studie z roku 2015, kdy se téměř tisícovka univerzitních studentů zapojila do výzkumu porovnávajícího muže a ženy v mentální rotaci 3D objektů. Test zahrnoval 20 úloh a byl zopakován v intervalu dvou týdnů (Xu, Kim, Lewis, 2015).

Zajímavé je, že experimentální studie taktéž odhalily difúzněji rozložené oblasti aktivizující se při řešení prostorově-orientačních úloh u mužů. Interpretace byly takové, že právě toto roztroušení napomáhá mužům lépe identifikovat a zpracovat objekt zájmu z prostorového kontextu (Andrews, 2002). Což je opak interpretací ohledně lepšího zvládnutí úloh, pokud jde o úlohy verbální.

2.8 Tendence současných studií zaměřených na vztah mezi vedoucí rukou a kognitivními dovednostmi

V současné době se studie související s vedoucí rukou dětí ve vztahu k dovednostem a vlastnostem rozbíhají různými směry. Nejčastějším zaměřením je srovnávání kognitivních schopností mezi leváky a praváky. Zajímavé jsou výzkumy, které proběhly dříve u dospělých jedinců, kdy jejich zopakování u dětských respondentů přineslo odlišné výsledky.

Kvazi-experiment se zajímavým výsledkem proběhl ve Francii v roce 2011. Jeho předmětem byla směřovost u dětských kreseb. Dřívějšími studiemi se zjistilo, že směřování kreseb dospělých má výraznou tendenci lišit se podle toho, zda je nakreslil levák či pravák. Pokud šlo o kresby předmětů, které mají v reálu určitou uchopovací funkci (např. hrnek), jedinci je kreslili ve směru, v jakém by je uchopili. Kresby objektů, které takovou funkci nemají (např. vozidla, profil obličeje nebo pohybující se zvířata), směřují doleva, pokud je jejich autorem pravák, u leváků je tomu naopak. Interpretace tohoto zjištění říká, že jelikož při psaní všichni probandí používají směr zleva doprava, u kreseb volí jedinci takovou

strategii, aby si při procesu kreslení nezakrývali již nakreslenou část kresby (založeno na tom, že jedinci v drtivé většině začínají kreslit objekty od jejich klíčové podstaty, jako je tvář, hlava, atd.). Zmíněný experiment proběhl s dětmi ve věku 5 až 9 let (N = 120), kdy vedoucí ruka byla určována 8 bodovým testem zahrnujícím každodenní úkony, prováděné standardně jednou či druhou rukou (pokud dítě použilo v úkolech třikrát a vícekrát opačnou ruku, bylo z výzkumu vyřazeno jako ambidexter). Následovně měly děti nakreslit několik obrázků, které nemají uchopovací funkci. Zjistilo se však, že ačkoli devítileté děti vykazují stejnou směrovou strategii při procesu kreslení i směr výsledné kresby jako dospělí (to znamená, že praváci volí jiný směr kreslení a jejich výsledná kresba má jiný směr než kresba leváků), u mladších dětí se nic takového nezjistilo. Interpretace se tak rozšířila o teorii, že se ona vizuálně prostorová strategie při procesu kreslení pevně ustanoví až kolem devátého roku života, což by mohlo souviset s procesem naučení se psaní. U dětí v předškolním a brzkém školním věku tyto strategie neexistují, protože kreslí nepromyšleně a dělají neefektivní a neplynulé tahy, což znamená, že si zatím žádné strategie nevytvořily (Picard, Delphine, 2011).

Diskuze probíhají v oblasti dovedností leváků v hudbě. Newyorská studie z roku 2010 probíhala u dětí ve věku 8 – 13 let (107 dívek a 71 chlapců) a zaměřovala se na rozdíly mezi dětmi s opačnou vedoucí rukou a jejich hudebními schopnostmi. Vedoucí ruka byla určována pomocí *EDI*, podle kterého bylo 18 dětí shledáno leváky. Děti plnily úkoly na porovnávání rytmů, porovnávání tónů a práci s celými melodiemi. Výsledky neukázaly žádné signifikantní rozdíly mezi leváky a praváky ve zmiňovaných úkolech, což experimentátoři interpretovali jako nezávislost hudebních dovedností na vedoucí ruce (nebyl nalezen ani signifikantní rozdíl mezi dívkami a chlapci). Studie však nepracovala s velmi důležitou složkou hudebního umění, a to s motorickou koordinací, která by mohla přinést určité rozdíly mezi leváky a praváky, co se týče hudebních dovedností (Piro, Ortiz, 2010).

Ve Spojených státech proběhla studie zaměřená na možné rozdíly mezi leváky a praváky v prostorových dovednostech. Čítala 55 mužů a 170 žen ve věku 19-64 let (SD: 7). Vedoucí ruka byla zjišťována pomocí dotazníku *AQHP*. Testovalo se pomocí úloh zaměřených na mentální rotaci, orientaci v 2D bludišti, hledání skrytých figur v obrazi a zapamatování si tvarů ve verzi krátkodobé a dlouhodobé. Výzkumníci poukazovali na signifikantní vztah mezi levorukostí a lepšími výsledky v mentální rotaci a orientaci v labyrintu i skrytých figurách. V dlouhodobém pamatování tvarů dosáhli signifikantně

lepších výsledků praváci. U ostatních typů úloh nebyly zjištěny rozdíly (Reio, Czamolewski, Eliot, 2004).

Podobný výzkum proběhl mezi 280 studenty středních a vysokých škol v Číně (věk 14-24 let; 145 chlapců a 121 dívek) v roce 2003. Pro určení vedoucí ruky byl použit dotazník *EDI*. Probandi pak měli za úkol splnit 20 úloh na mentální rotaci objektů v prostoru. Nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi leváky a praváky ve vztahu k úspěšnosti v tomto typu úloh. Jedinou výjimku tvořili levoručí muži z vysokých škol, u kterých byla zjištěna signifikantně větší úspěšnost v úlohách. Zajímavostí tohoto výzkumu bylo, že na rozdíl od ostatních výzkumů, které proběhly v 'západním světě', byla u čínských studentů zjištěna většinou mírná pravorukost (N = 118) nebo ambidextrie (N = 112), nikoli výrazná pravorukost (N = 30) či levorukost (N = 6) (Li, Zhu, Nuttall, 2003).

V roce 1995 byl publikován výzkum ze Spojených států, který zjišťoval možný vztah mezi vedoucí rukou, sexuální orientací a prostorových schopnostech ověřovaných skrze mentální rotaci. Výzkumu se účastnilo 280 jedinců rozmezí 24 -29 let (rozdělených na čtyři skupiny podle pohlaví a orientace). Vedoucí ruka byla určena skrze dotazník *AHPQ* (z článku nevyplývá výsledný počet leváků a praváků). Výzkum nezjistil vztah ani mezi vedoucí rukou a dosaženým skóre v úlohách, ani mezi sexuální orientací a dosaženým skóre. Výzkumníci uvedli, že našli signifikantní rozdíl ve výsledcích pouze mezi pohlavími, kdy muži dosáhli lepších výsledků (Gladue, Bailey, 1995).

V roce 2005 proběhl kvazi-experiment v Kanadě, kterého se účastnilo 24 žen ve věku 20 – 36 let. Rozděleny byly pomocí dotazníku *EDI* na 14 pravaček a 10 'nepravaček'. Tato experimentální studie se zaměřovala na rozdíly mezi levačkami a pravačkami v praktickém úkolu na orientaci v prostoru. Ženy se měly naučit cestu podle nákresu a následovně se zorientovat po paměti v reálném bludišti. Do výsledného skóre se počítal celkový čas v bludišti a chybná rozhodnutí udělaná při hledání správné cesty bludištěm. Výsledek ukázal signifikantně lepší výsledky u pravaček než u levaček (Ecuyer-Dab a kol., 2005).

Kvazi-experiment zaměřující se na rozdíly mezi muži a ženami a zároveň leváky a praváky proběhl v roce 2013 v Nigérii. Účastnilo se ho 20 dívek a 20 chlapců ve věku 14 – 19 let (SD: 2). Pomocí předvedení dvanácti činností, které se běžně provádějí jednou rukou, byli rozděleni na 26 praváků a 14 leváků. Jejich úkolem byla prostorová hra zvaná *Missionaires and Cannibals*, která jev principu podobná české hře 'Převozník'. Do výsledného skóre se počítal celkový čas a počet špatných tahů. V této studii byl zjištěn

trend ve výsledcích, co se týče rozdílu chlapců a dívek, kdy chlapci dosáhli mírně lepších výsledků než dívky. Výzkumníci však uvádí, že leváci dosáhli signifikantně lepších výsledků než praváci (Mefoh, Laraba, 2013).

Tři podobné výzkumy zaměřené na srovnání leváků a praváků v jazykových dovednostech proběhly v Řecku. V roce 1988 proběhl v Řecku kvazi-experiment srovnávající pravoruké a levoruké děti ve věku 6 až 7 let ve verbálních dovednostech. Vedoucí ruka byla určena skrze předvedení pěti úkonů, které jsou standardně prováděny jednou rukou a bylo vybráno 38 levorukých (22 dívek, 16 chlapců) a 38 pravorukých (20 dívek, 18 chlapců) dětí. Verbální dovednosti byly testovány verbálně na úlohách založených na popisu obrázků, podobách mezi slovy, doplňování do vět, slovních asociací a porozumění textu. Výzkumníci interpretovali data tak, že nebyl nalezen rozdíl v úspěšnosti mezi levorukými a pravorukými dětmi ani pro jednu z úloh. Jediným rozdílem mezi těmito dvěma skupinami bylo, že leváci vykazovali větší rozptyl v úspěšnosti v řešení úloh (Natsopoulos, Xeromeritou, 1989).

Druhá studie byla provedena v roce 1998. Účastnilo se jí 800 dětí. Jejich vedoucí ruka byla určena skrze dotazník s otázkami na preferovanou ruku při 14 činnostech. Pro další testování bylo vybráno 134 leváků (65 dívek, 69 chlapců) a 135 praváků (66 dívek, 69 chlapců) ve věku 7 – 12 (SD: 1,1). Dále měly rodiče vyplnit dotazník zodpovídající rodinnou anamnézu týkající se preference ruky. Jazykové dovednosti byly ověřovány písemně skrze úlohy na slovní zásobu, porozumění textu a synonyma. Výsledky neukázaly rozdíly mezi leváky a praváky; stejně jako rodinná anamnéza neměla efekt na výsledky. Leváci opět vykazovali větší rozptyl v úspěšnosti ve vyplňovaných testech (Natsopoulos a kol., 1998).

Třetí studie proběhla v roce 2002. Účastnilo se jí před 2000 dětí. Jejich vedoucí ruka byla určena skrze dotazník s otázkami na preferovanou ruku při výkonu 12 odlišných činností. Pro další testování bylo vybráno 242 leváků (107 dívek, 135 chlapců) a 247 praváků (107 dívek, 140 chlapců) ve věku od 7 do 10 let (SD: 0,8). Dále bylo určována zručnější ruka pomocí kresby geometrického tvaru dle zadání. Děti byly rozděleny do čtyř skupin podle preference ruky, a to na zjevné leváky, zjevné praváky, málo zjevné leváky a málo zjevné praváky. Jazykové dovednosti se ověřovaly písemně skrze úlohy na slovní zásobu, porozumění textu a hláskování. Výsledky ukázaly pouze signifikantní zastoupení zjevných leváků a dětí s menší zručností mezi těmi, co dosáhli celkově nižších výsledků v jazykových testech (Natsopoulos a kol., 2002).

Longitudální výzkum proběhl ve Francii v roce 2003. Přes tisíc dětí bylo testováno každoročně od tří do šesti let a 258 (162 dívek, 96 chlapců) z těchto dětí pak bylo testováno ještě další dva roky. Výzkum se zaměřoval na vztahy mezi celkovou zručností, asymetrií ve zručnosti mezi levou pravou a rukou a kognitivními dovednostmi.

Celková zručnost a rozdíly mezi zručností levé a pravé ruky byly určovány pomocí *peg-moving task* (zasouvání kolíků do otvorů). Kognitivní schopnosti byly posuzovány podle výsledků dosažených v úlohách na slovní produkci, slovní zásobu (pojmenování objektů a situací), fonologickými úlohami (opakování existujících a neexistujících slov) a prostorovými úlohami, (vybavení si tvarů a hledání skrytých obrazců). Byla zjištěna přímá úměra mezi celkovou zručností a celkovými výsledky v kognitivních úlohách, ale jen v nižším věku. Interpretace tohoto výsledku je taková, že ve vyšším věku již nemá zručnost vztah s vývojem kognice, zatímco v nižším věku ano. Byl zjištěn velký rozptyl ve zručnosti u mladších dětí, který však do osmi let téměř zmizel. Usuzuje se, že obě zjištění souvisí se školní docházkou, kdy se rozdíly smažou, zejména nabytím nové schopnosti psaní. Dalším zjištěním bylo, že praváci byli zručnější se svou pravou rukou než leváci s levou, zatímco u leváků byl menší rozdíl mezi zručností levé a pravé ruky. Slovní produkce pak souvisela v přímé úměře s celkovou zručností, zejména u mladších dětí. Dívky se zjevnou pravorukostí dosahovaly lepších výsledků ve slovní produkci a fonologických úlohách. Co se týče mezipohlavních rozdílů, dívky dosahovaly lepších výsledků v úlohách na slovní zásobu a slovní produkci. Menší asymetrie ve zručnosti mezi levou a pravou rukou byla nalezena u chlapců. Pravoruké děti dosáhly lepších výsledků v úloze na vybavení si tvarů a byly i mírně lepší v úlohách na skryté obrazce. Žádné jiné vztahy nebyly nalezeny (Dellatolas a kol., 2003).

Rozsáhlá studie proběhla ve Velké Británii na vzorku téměř 12 tisíců dětí ve věku 11 let (data byla nasbírána v roce 1969 a bližší údaje o počtu leváků, praváků a pohlaví neuvádí). Výzkum se zaměřoval na možnou souvislost mezi preferencí ruky a studijními dovednostmi. Ve výzkumu bylo sledováno, jakou rukou děti píší a která je u nich více zručná v úkolu *peg-moving task*. Dětem byly zadány matematické testy obsahující úlohy na základní geometrické a aritmetické operace. Jazykový test byl založen na výběru jednoho z pěti slov, které se nejvíce hodilo do neúplné věty. Výsledky ukazovaly na to, že děti, které neměly konzistentní jednu ruku pro psaní i úkoly na zručnost, dosáhly v testech celkově horších výsledků. Mezi jazykovými a matematickými úkoly však nebyly shledány další rozdíly. Děti buď dosahovaly celkově horšího skóre ve všech typech úloh, nebo naopak (Cheyne, 2010).

V roce 2014 se ve Francii konala rozsáhlá studie zaměřená na možný vztah mezi lateralizací funkčních center pro jazyk a řeč v mozku a výsledků v prostorově-orientačních a verbálních úlohách. Výzkumu se účastnilo téměř 300 jedinců, kdy průměrný věk byl 25 let (SD: 6,4). Za plnění verbálních úkolů byly pomocí fMRI snímána distribuce center pro jazyk a řeč v mozkových hemisférách. Jedinci byli rozděleni na ty s typickou lateralizací (FO pro řeč a jazyk lateralizovány do levé hemisféry; cca 83 %), dále na tzv. symetrické jedince (nevýrazná asymetrie rozložení FO pro jazyk a řeč; cca 12 %) a na jedince s lateralizovanými FO pro jazyk a řeč, ovšem s opačným uložením než je standardní lateralizace (cca 3,5 %). Verbální dovednosti byly testovány pomocí úloh na zapamatování si existujících a neexistujících slov, úloh na určování synonym a úloh na rytmus řeči. Prostorové dovednosti byly testovány úlohami na mentální rotaci, pomocí *Corsi block test* (jedinec musel kurzorem zopakovat po experimentátorovi sled označování geometrických tvarů na obrazovce), orientaci ve 3D bludišti a nakonec pomocí Ravenových progresivních matic (skládání obrázků dle předlohy). Výsledným zjištěním byly signifikantně horší výsledky v obou typech úloh u jedinců se symetrickou lateralizací FO než u dvou ostatních skupin. Druhé dvě skupiny dosáhly vyrovnaných výsledků (Mellet E. a kol., 2014).

3 Praktická část

3.1 Cíle výzkumu

Moje práce je kvantitativním výzkumem, který v praktické rovině zahrnoval určení vedoucí ruky u probandů, zadání a ohodnocení testů určujících verbální dovednosti a prostorově-orientační schopnosti a následnou analýzu získaných dat v jejich vzájemných vztazích. Testování bylo provedeno s žáky 10 českých základních škol, a to ve věku 10 - 11 let. Žáci nejprve v zázemí své třídy vyplnili testy v písemné formě a poté byli každý zvlášť otestováni pro určení vedoucí ruky a slovní produkci. Veškerá data získaná při mém výzkumu byla anonymizována a použita jen pro účely mé práce.

Cílem výzkumu bylo zjistit, zda existuje vztah mezi rozdílnou preferencí ruky a schopnostmi, jejichž specializovaná funkční centra v mozku jsou výrazněji lateralizována do opačných hemisfér. Tedy jestli se jedinci s rozdílně vyjádřenou vedoucí rukou mohou skrze vztah své vedoucí ruky a uspořádání mozkových hemisférsignifikantně lišit v některých svých dovednostech. Konkrétně jsem v této práci posuzovala verbální dovednosti, které jsem rozdělila na jazykově-analytické, které byly zadávány papírovou formou, a na slovní produkci, dále na schopnost představy o prostoru a orientace v něm, které taktéž měly písemnou formu.

Dřívější výzkumy, které se snažily přinést odpovědi ohledně zmiňovaných vztahů, z nichž jsem některé uvedla na předchozích stranách, přinesly zatím spíše rozporuplné výsledky. Podobné testování s českými žáky mi není známo.

3.2 Hypotézy

H0: Mezi žáky nebudou rozdíly ve výkonech měřených schopností.

H1: Mezi desetiletými a jedenáctiletými žáky budou rozdíly ve výkonu v měřených schopnostech.

H2: Mezi žáky s preferencí levé ruky a žáky s preferencí pravé ruky budou rozdíly ve výkonu v jazykově analytických úlohách.

H3: Mezi žáky s preferencí levé ruky a žáky s preferencí pravé ruky budou rozdíly ve výkonu v testu slovní produkce.

H4: Mezi žáky s preferencí levé ruky a žáky s preferencí pravé ruky budou rozdíly ve výkonu v prostorově-orientačních schopnostech.

H5: Vedoucí ruka bude mít rozdílný vliv u chlapců a u dívek

H6: Pohlaví bude mít rozdílný vliv u leváků a u praváků.

Na základě zmíněných studií v teoretické části o rozdílech mezi dospělými muži a ženami i dětmi a dospívajícími chlapci a dívkami, a to jak v některých aspektech anatomie, nervové soustavy i některých schopností, otestuji i hypotézy soustředící se právě na rozdílnost mezi pohlavími.

H7: Mezi dívkami a chlapci budou rozdíly ve výkonu v jazykově analytických úlohách.

H8: Mezi dívkami a chlapci budou rozdíly ve výkonu v testu slovní produkce.

H9: Mezi dívkami a chlapci budou rozdíly ve výkonu v prostorově-orientačních schopnostech.

3.3 Průběh výzkumu

Můj výzkum proběhl na deseti českých veřejných základních školách - třech šumperských a sedmi pražských, z toho dvě jsou fakultní školy Pedagogické fakulty UK. Testovala jsem žáky na přelomu školních pololetí, z důvodu uzavření klasifikace pro pololetní vysvědčení, kdy učitelé měli čas pro organizaci jiných než učebních aktivit, a žáci se nemuseli připravovat na zkoušení.

Nejdříve jsem oslovila skrze e-mail ředitele základních škol a seznámila je s výzkumem a prosbou, zda by jej nepředstavili i učitelům 4. a 5. tříd. Dále jsem již komunikovala s učiteli, kteří s účastí na testování souhlasili. Jejich žákům jsem výzkum představila zhruba týden před samotným testováním a rozdala jim informované souhlasy jak pro ně, tak pro jejich zákonné zástupce.

Před započítím výzkumného testování jsem navštívila jednu 5. třídu, kde jsem proces určování vedoucí ruky, testu slovní produkce a zadávání testů vyzkoušela na žácích tzv. nanečisto, abych mohla případně upravit organizaci testování či zadání. Žáci, kteří se zúčastnili tohoto testování, se již nemohli zúčastnit samotného výzkumného testování.

V den testování byli žáci, kteří se jej účastnili, odděleni od svých spolužáků a písemné testy vypňovali v jiné třídě. Každý ze žáků seděl v samostatné lavici, aby se

zamezilo možnému zkreslení výsledků. Před započítím vyplňování jsem je instruovala, kolik budou mít času a aby na zadání testů napsali své iniciály. Jako první vyplňovali jazykově-analytické testy, poté testy na orientaci v prostoru. Po vyplnění byl každý žák zvlášť testován na určení vedoucí ruky a slovní produkci v jiné místnosti. Na archy s výsledky byly taktéž zaznamenány jejich iniciály a spárovány s jejich předchozími testy. Žák se po skončení svého testovacího procesu připojil již do své třídy. Bylo tak zamezeno ovlivnění budoucích výsledků ještě netestovaných žáků. Během celého testování byl přítomen pedagog.

3.4 Vzorek

Testování se účastnilo celkem 137 žáků; z toho 38 dívek pravaček, 31 dívek levaček, 33 chlapců leváků, 33 chlapců praváků, 1 dívka s nevyjádřenou vedoucí rukou a 1 chlapec, který pro psaní preferoval pravou ruku a pro ostatní činnosti preferoval obě ruce. Dva chlapci leváci byli ze vzorku vyřazeni z důvodu diagnostikované dysgrafie a dyslexie. Jeden chlapec pravák byl vyřazen ze vzorku z důvodu diagnostikovaného Aspergerova syndromu (tyto informace mi byly poskytnuty od třídních učitelů těchto žáků). Dívka s nevyjádřenou vedoucí rukou a chlapec s rozdílnou preferencí rukou pro psaní a ostatní úkoly byli taktéž ze vzorku vyřazeni.

Vzorek se skládal s žáků v rozmezí 10 až 11 let (Mean = 10,4; SD = 0,49).

Toto věkové rozmezí jsem si zvolila z toho důvodu, že mi není známa jiná podobná studie s dětmi tohoto věku. V 10 letech by mělo dítě být téměř plně rozvinuté, co se týče hrubé i jemné motoriky. Co se týče jeho psychického vývoje, tak má již rozvinutou schopnost pozornosti a vytrvalosti. Také již disponuje velkým rozsahem slovní zásoby, rozvinutou artikulací a je schopné zaměřovat se při řešení úkolů na detaily (Langmeier, Krejčířová, 2006). Také je v tomto věku již ustálen vztah mezi pohyby rukou a zrakem (Květoňová-Švecová, 2000). Dítě má v tomto věku také již vyjádřenou preferenci pro vedoucí ruku (Synek, 1991).

Zároveň jsou na veřejných základních školách v České republice děti na I. stupni vyučovány podle velmi podobných osnov doporučených Ministerstvem školství a tělovýchovy, takže by měly děti nabývat na všech školách a třídách podobných znalostí a dovedností. 5. třída a částečně 4. třída, do kterých děti v 10 a 11 letech spadají, jsou právě posledními ročníky před tím, než se někteří z žáků rozhodnou pokračovat na nižších gymnáziích, kde se již osnovy a hloubka probírané látky liší.

Četnosti pro celý vzorek (N = 132)

věk	četnost	% z celkového N			
10 let	81	61.4 %			
11 let	51	38.6 %			
pohlaví			věk - četnost	% ve skupině	
dívka	69	52.3 %	10 let	44	63.8 %
			11 let	25	36.2 %
chlapec	63	47.7 %	10 let	37	58.7 %
			11 let	26	41.3 %
vedoucí ruka					
levák	62	47 %	10 let	36	58.1 %
			11 let	26	41.9 %
pravák	70	53 %	10 let	45	64.3 %
			11 let	25	35.7 %

Tabulka 3

Četnosti pro skupiny podle pohlaví i vedoucí ruky

	četnost	% z celkového N	věk - četnost		% ve skupině
dívka levák	31	23.5 %	10 let	20	64.5 %
			11 let	11	35.5 %
dívka pravák	38	28.8 %	10 let	24	63.2 %
			11 let	14	36.8 %
chlapec levák	31	23.5 %	10 let	16	51.6 %
			11 let	15	48.4 %
dívka pravák	32	24.5 %	10 let	21	65.6 %
			11 let	11	34.4 %
celkem	132				

Tabulka 4

3.5 Užití testy

3.5.1 Určení vedoucí ruky

Pro určení vedoucí ruky jsem zvolila modifikovanou verzi tzv. Zkoušky laterality od Matějčka a Žlaba (1972). Úlohy jsem přizpůsobila současným požadavkům na bezpečnost a hygienu při testování (vypustila jsem úlohu s jehlou a úlohu, ve které bylo potřeba se žáků dotýkat. Dále jsem zařadila jen jednu úlohu na principu vkládání jednoho předmětu do druhého a zbylé nahradila třemi úlohami z *EHI*. Přidala jsem také záznam o vedoucí ruce

během psaní. Žáci plnily celkem 10 úloh, takže skórování zůstalo zachováno s výjimkou případu, kdy žák projevoval shodnou vedoucí ruku pro všechny úlohy vyjma psaní. Výsledky takového žáka byly následně vyřazeny z dat.

Seznam úloh				
Psaní	Stříhání papíru ²³ (EHI)	Házení míčku do krabice	Dotknutí se nosu	Otevírání víčka (EHI)
Vkládání korálků do nádoby	Odemykání zámku klíčem	Stlačení plastové nádoby	Demonstrace výšky	Česání vlasů hřebenem (EHI)

Tabulka 5

3.5.2 Testování jazykově-analytických a prostorově-orientačních dovedností

Pro testování jazykově-analytických schopností a prostorové orientace jsem použila úlohy z tzv. Testů dětských schopností, jejichž autorem je Václav Fořtík, bývalý předseda Mensy ČR, koordinátor tzv. Dětské mensy a zakladatel Centra nadání. Vybrala jsem úlohy, které odpovídaly náročností věku testovaných dětí, a sestavila z nich dvě sady – jednu s jazykově-analytickými úlohami a jednu s úlohy na mentální orientaci v prostoru.

Jazykově analytické testy zahrnovaly úlohy na doplňování slov do vět, doplňování písmen do slov, jazykové přesmyčky a tvorbu slov z písmen. Žáci odpovědi samostatně tvořili a vpisovali přímo do testovací sady.²⁴ Při sestavování těchto úloh jsem zohledňovala výběr úloh z podobných zahraničních studií, dále také srozumitelnost a co největší nezávislost na speciálních znalostech dětí. Maximální počet bodů za výsledky byl 23 + jeden bod za každé vytvořené slovo v úloze na vytváření slov ze zadaných písmen.

Testy na mentální orientaci v prostoru a mentální rotaci zahrnovaly úlohy na identifikaci prostorových vztahů, mentální rotaci struktur v prostoru (2D i 3D), skládání obrázků z jiných geometrických struktur a úlohu na prostorovou představivost objektu z určité perspektivy. Žáci odpovědi vybírali buď z předem daných možností, nebo je vymýšleli sami a vpisovali přímo do testovací sady.²⁵ Zohledňovala jsem výběr úloh z podobných zahraničních studií a také články zabývající se testováním schopností prostorové orientace²⁶. Maximální počet bodů byl 17.

²³ Byly použity dětské nůžky

²⁴ Viz přílohu

²⁵ Viz přílohu

²⁶ Například článek 'Testing of spatial ability: construction and evaluation of a new instrument.' (Květoň, Jelínek, Vobořil, 2014).

Testy byly žákům zadány postupně. Žáci napřed vyplnili sadu testů s úlohami jazykově analytickými a následovně s úlohami prostorovými. Na každou sadu měli 20 minut. Každá správná odpověď v obou sadách byla ohodnocena jedním bodem. Za špatné odpovědi nebyly body strhávány.

3.5.3 Testování slovní produkce

Pro testování slovní produkce jsem použila test verbální fluence, který vychází z anglické verze testu se zkratkou CWFT²⁷. Tento test vynalezený L. Thurstonem pro pacienty s mozkovým postižením má českou obdobu od Preisse (2006). Test je založený na úkolu vyjmenování slov z určité kategorie v určitém časovém úseku (obvykle v jedné minutě). Kategorií je nejčastěji myšleno počáteční písmeno, ale experimentuje se i s více specifickým určením slov; dle mého názoru jsou jiné kategorie než počáteční písmeno příliš zkresleny ostatními znalostmi testovaného jedince. V české verzi se pracuje s písmeny N, K a P. Každé vyjmenované slovo bylo ohodnoceno jedním bodem.

3.6 Analýza dat

Data byla statisticky analyzována v programu SPSS 22.0.

3.6.1 Výběr statistické metody a modelu

Pro srovnání závislých proměnných (tj. dosažená skóre z jednotlivých úloh) mezi skupinami jsem použila metodu několikanásobné analýzy rozptylu zvanou MANCOVA. Fixními faktory byly pohlaví a vedoucí ruka, dále byl sledován vliv další nezávislé (doprovodné) proměnné (tzv. kovariátu) – věku. Hladina významnosti (p) byla stanovena na 0.05.

Na základě srovnávání hodnot R Squared²⁸ skrze přidáváním interakcí byl vybrán statistický model s interakcemi 'pohlaví', 'věk', 'vedoucí ruka' a 'pohlaví*vedoucí ruka'. Tento model testoval možný vliv pohlaví a vedoucí ruky na výkon v jednotlivých testech. Interakce 'pohlaví*vedoucí ruka' testovala, zda případný vliv dominantní ruky (na výsledek v určitém testu) není jiný u dívek a chlapců (a zároveň zda vliv pohlaví není jiný u leváků a praváků).

²⁷ Chicago Word Fluency Test

²⁸ R Squared = koeficient determinace – jeho hodnota vynásobená 100 udává, kolik procent variability v souboru bude model vysvětlovat (velikost efektu). Hodnota tzv. adjusted R Squared udává odhad, kolik procent variability bude model vysvětlovat v populaci.

Model bude vysvětlovat 4.3 % variability u jazykových testů, 10.3 % u slovní produkce a 6.8 % u prostorově-orientačních úloh v tomto souboru. Odhadovaná procenta variability, která tento model bude vysvětlovat pro populaci jsou: 1.3 % u jazykových testů, 7.4 % u slovní produkce a 3.9 % u prostorově-orientačních úloh.

3.6.2 Dodržení předpokladů

Data byla před započítáním statistické analýzy kontrolována vizuální exploračními. Skrze vizuální explorační histogramy a boxploty a skrze použití z-skóru nebyly odhaleny odlehle hodnoty v datech. Skrze Durbin-Watsonův test bylo zkontrolováno dodržení předpokladu nezávislosti reziduálů. Dodržení předpokladu normálního rozdělení reziduálů bylo ověřeno skrze Shapiro-Wilkův test. Předpoklad náhodného výběru nebyl vzhledem k poměru leváků a praváků v populaci dodržen. Skrze velikost mého souboru ($N > 30$) se však lze odvolat na centrální limitní větu²⁹.

3.6.3 Výsledky

Výsledky MANCOVY pro statistiku Pillai's trace, do níž skóre v jednotlivých testech vstupovali jako závislé proměnné pohlaví a dominantní ruka jako (fixní) faktory a věk coby kovariáta, neukázaly na signifikantní vliv pohlaví na výkon v zadávaných testech, Pillai's trace = .029, $F(3, 125) = 1.240$, $p = .298$.

Signifikantní vliv na výkon v zadávaných testech nebyl nalezen ani ve vlivu vedoucí ruky, Pillai's trace = .028, $F(3, 125) = 1.216$, $p = .307$.

Nebyl nalezen rozdílný vliv pohlaví mezi skupinami rozdělenými podle vedoucí ruky ani rozdílný vliv vedoucí ruky mezi dívkami a chlapci na výkon v zadávaných testech, Pillai's trace = .004, $F(3, 125) = .175$, $p = .913$.

Byl nalezen signifikantní vliv věku na výkon v zadávaných testech, Pillai's trace = .136, $F(3, 125) = 6.582$, $p < .001$.

3.6.3.1 Výsledky pro jednotlivá skóre

Věk signifikantně ovlivnil všechny zadávané úkoly. Signifikantní vliv byl nalezen jak pro jazykově-analytické testy, $F(1, 127) = 4.585$, $p < .05$, tak pro slovní produkci,

²⁹ CLM říká, že pokud $N > 30$, pak se výběrové rozdělení blíží normálnímu.

$F(1, 127) = 10.332, p < .005$, a i pro prostorově-orientační úlohy, $F(1, 127) = 7.703, p < .005$.

Co se týče pohlaví, byl nalezen mírný trend ve vlivu pohlaví na slovní produkci, $F(1, 127) = 2.519, p = .115$.

Mírný trend byl nalezen i ve vlivu vedoucí ruky ve slovní produkci, $F(1, 127) = 2.641, p = .107$.

Velikost efektu (udávaná hodnotou R Squared) je spíše zanedbatelná u všech výsledků.

	vliv pohlaví		vliv vedoucí ruky		vliv věku	
	F	p hodnota	F	p hodnota	F	p hodnota
jazykově-analytické testy	1.408	.238	.000	.998	4.585	.034
slovní produkce	2.519	.115	69.998	.107	10.332	.002
prostorově-orientační testy	.793	.375	3.314	.407	7.703	.006

Tabulka 6 ($df = 1, Error\ df = 127$)

3.6.3.2 Post-hoc testy

Korelace provedené za účelem post-hoc testů ukázaly, že starší děti si signifikantně lépe vedly v jazykově-analytických testech, $r = .180, p < .05$, slovní produkci, $r = .253, p < .005$, i prostorově-orientačních testech, $r = .237, p < .05$.³⁰

Korelace ukázaly, že dívky si vedly v úloze slovní produkce lépe než chlapci, $r = -.180, p = .160$ a praváci si vedli ve stejné úloze lépe než leváci, $r = .124, p = .158$, avšak v obou případech se jednalo pouze o trend.^{31, 32}

Všechny výsledky odpovídají vizuální exploraci grafů a deskriptivní statistiky.

³⁰ r = Pearsonův korelační koeficient

³¹ Korelace byly u nominálních proměnných provedeny skrze „nakódování“ těchto proměnných jako čísla.

³² Obecně není doporučováno provádět post-hoc testy pro trendy. Zde uvádím spíše pro přehlednost výsledků s upozorněním, že se v obou případech nejednalo o signifikantní výsledek.

3.6.3.3 Tabulky a grafy

Tabulky a grafy s průměry pro jednotlivé skupiny uvádím pro přehlednost. Pro přesnější znázornění i s vyjádřením rozptylu uvedu níže i grafickou metodu *Boxplots*.

Tabulka pro průměry a směrodatné odchylky v dosažených skórech v jednotlivých úlohách mezi dívkami a chlapci

	dívky				chlapci			
	mean	SD	min.	max.	mean	SD	min.	max.
věk	10.36	.484						
jazykově-analytické testy	12.99	4.960	2	22	12.05	5.182	5	24
slovní produkce	23.50	4.981	13	35	22.18	5.691	12	33
prostorově-orientační testy	4.65	2.306	0	9	4.40	2.306	0	10

Tabulka 7

Tabulka pro průměry a směrodatné odchylky v dosažených skórech v jednotlivých úlohách mezi leváky a praváky

	leváci				praváci			
	mean	SD	min.	max.	mean	SD	min.	max.
věk	10.42	.497						
jazykově-analytické testy	12.58	5.046	2	24	12.50	5.127	2	21
slovní produkce	22.17	5.197	13	32	23.49	5.447	12	35
prostorově-orientační testy	4.73	2.090	0	10	4.36	2.240	0	9

Tabulka 8

Tabulka pro průměry a směrodatné odchylky v dosažených skórech v jednotlivých úlohách mezi desetiletými a jedenáctiletými

	10 let				11 let			
	mean	SD	min.	max.	mean	SD	min.	max.
jazykově-analytické testy	11.81	5.003	2	22	13.69	4.962	5	24
slovní produkce	21.80	5.188	12	33	24.57	5.213	12	35
prostorově-orientační testy	4.12	2.141	0	9	5.18	2.076	2	10

Tabulka 9

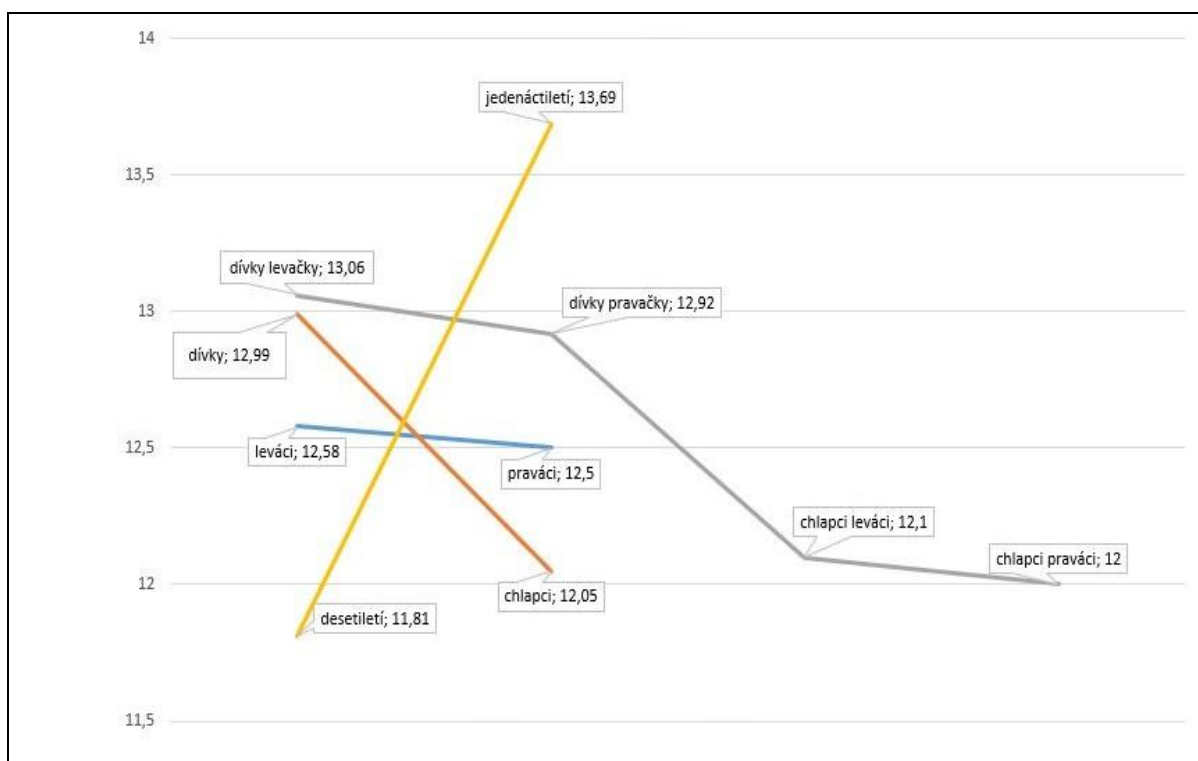
Tabulka pro průměry a směrodatné odchylky v dosažených skórech v jednotlivých úlohách mezi skupinami podle pohlaví i vedoucí ruky

	dívka levák		dívka pravák		chlapec levák		chlapec pravák	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
věk	10.35	.486	10.37	.489	10.48	.508	10.34	.483
jazykově-analytické testy	13.06	4.844	12.92	5.117	12.10	5.275	12.0	5.174
slovní produkce	22.94	5.297	23.95	4.729	21.40	5.064	22.94	6.217
prostorově-orientační testy	4.9	2.390	4.45	2.390	4.55	1.981	4.25	0.079

Tabulka 10

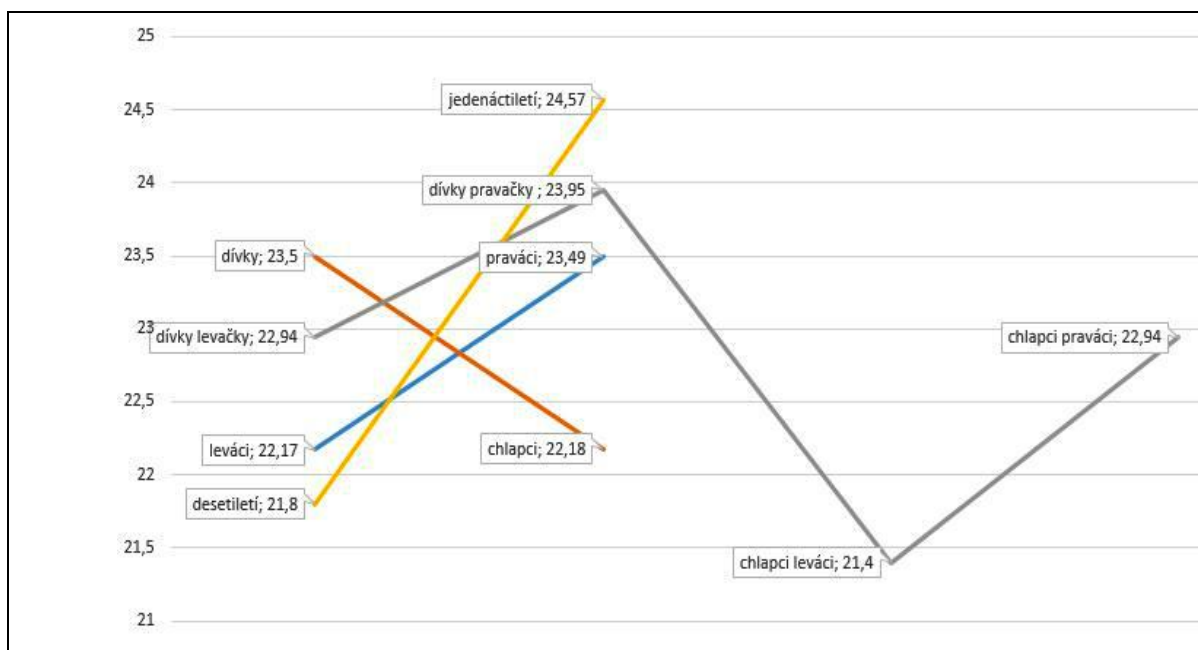
3.6.3.4 Bodové grafy průměrů podle tabulek

Bodový graf průměrů pro skóre v jazykově-analytických testech



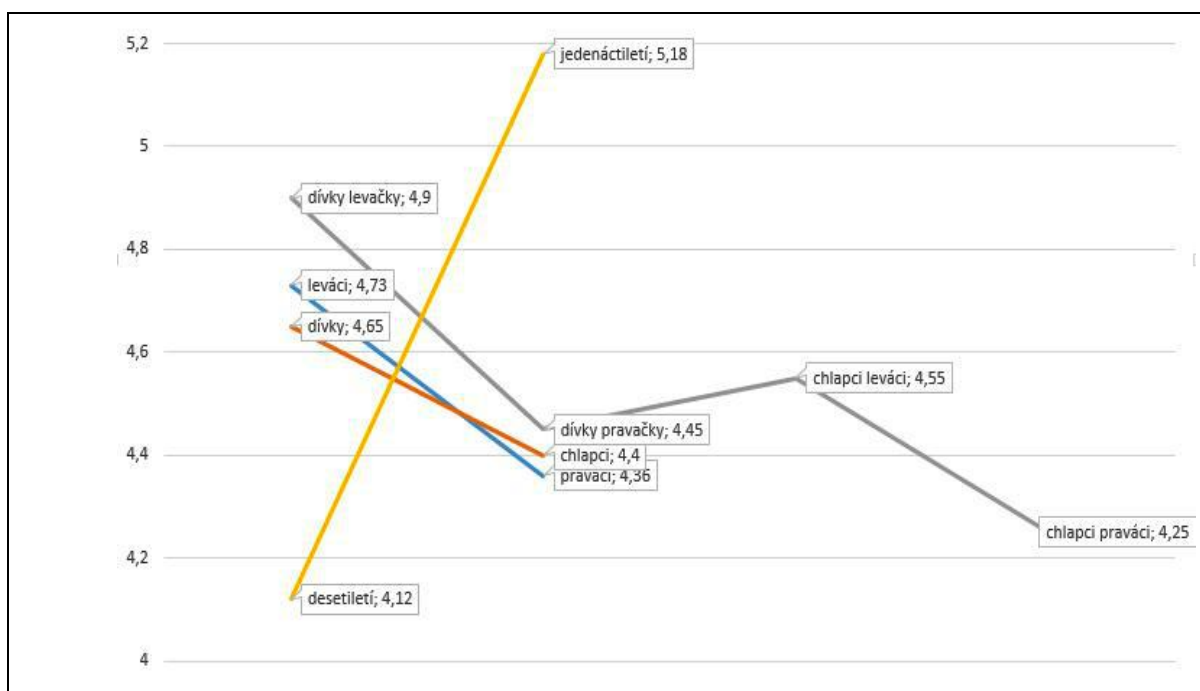
Graf 1

Bodový graf průměrů pro skóre ve slovní produkci



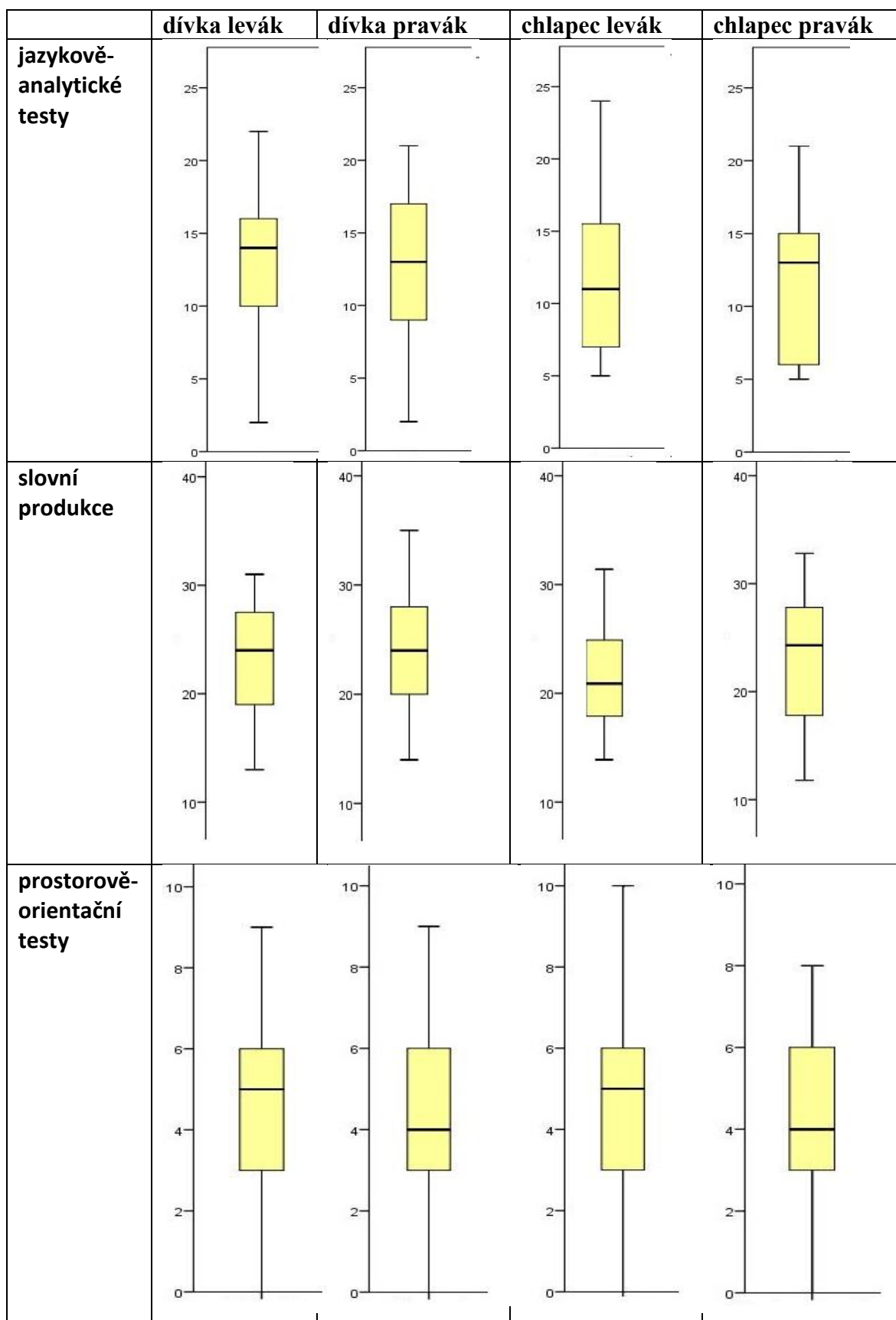
Graf 2

Bodový graf průměrů pro skóre v prostorově-orientačních testech

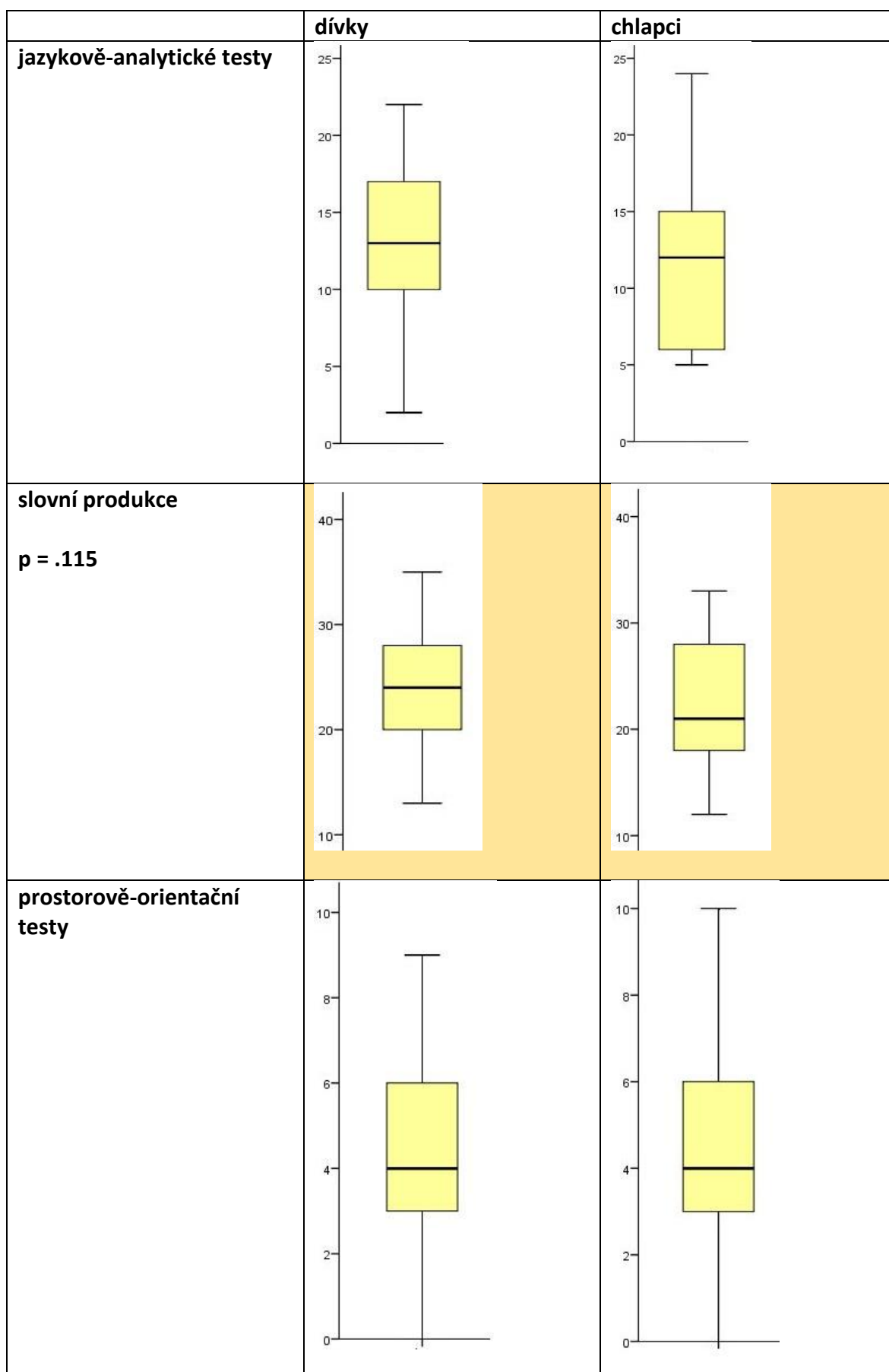


Graf 3

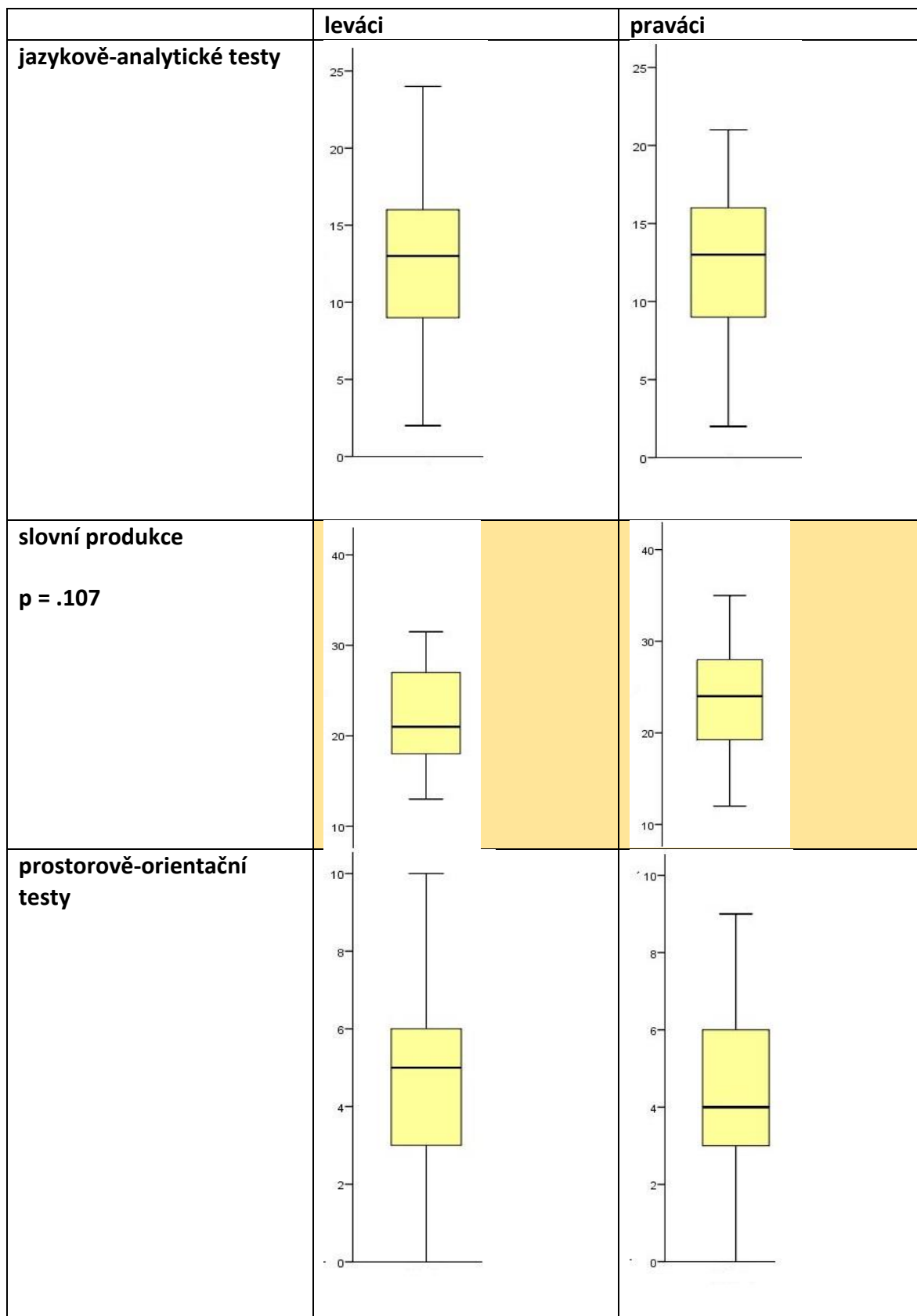
3.6.3.4.1 Boxplotové matice



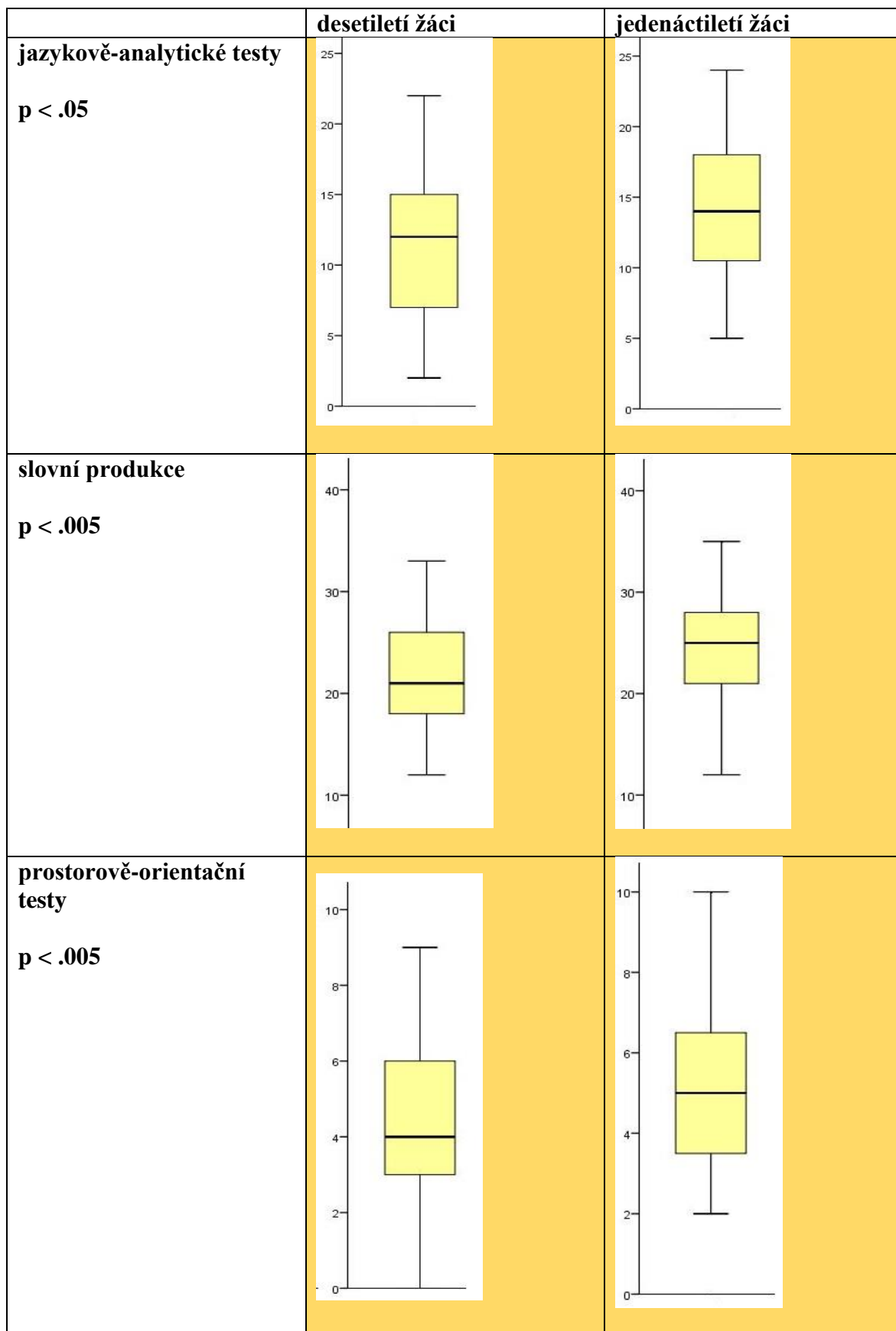
Graf 4



Graf 5

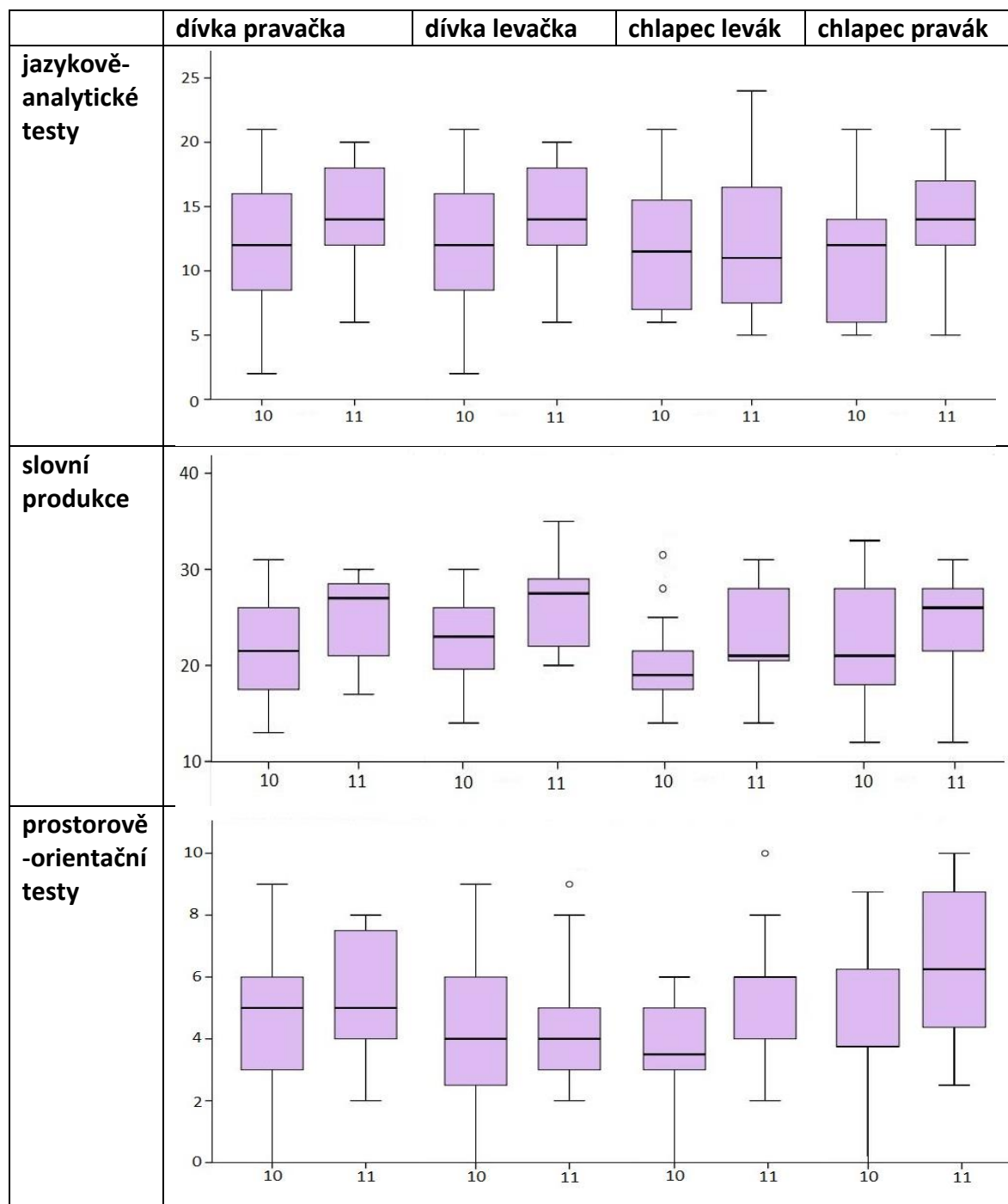


Graf 6



Graf 7

Pro přehlednost uvádím boxplotovou matici pro výsledky v jednotlivých testech mezi skupinami podle věku i pohlaví rozdělené podle věku.



Graf 8

3.7 Diskuze

Interakce vedoucí 'ruka*pohlaví' nebyla shledána signifikantní, tudíž vedoucí ruka nemá rozdílný vliv dívek a u chlapců. Taktéž vliv pohlaví nemá rozdílný vliv mezi leváky a praváky. Opačné zjištění by nemělo oporu v teorii či zmíněných studiích.

Pro všechny výsledky byla nalezena zanedbatelná velikost účinku. To znamená, že model vysvětluje pouze od 1,3 do 10,3 % variability. Výsledky tedy ovlivňují i jiné faktory nezahrnuté do mé studie.

3.7.1 Vliv věku

Výpočty ukázaly, že jedenáctiletí žáci si ve všech zadaných testech vedli výrazně lépe než žáci desetiletí. Vliv věku do statistické analýzy vstupoval jako doprovodná proměnná (kovariát). Do svého vzorku jsem nezahrnovala děti mladšího školního věku (6 – 9 let), u kterých ještě výrazně probíhá vývoj různých dílčích dovedností a znalostí, zejména se učí číst a psát (Vágnerová, 2012). Dvanáctileté žáky a starší jsem nezahrnovala z důvodu rozvětvení školní docházky na 2. stupeň základních škol a nižší gymnázia.

Jelikož úlohy nebyly konstruovány tak, aby výsledky závisely na teoretických znalostech, je možné, že tento rozdíl způsobila spíše lepší orientace v postupech pro vyřešení úloh. To se dá vysvětlit rozvinutějším analytickým myšlením jedenáctiletých nebo větší zkušeností s podobnými úlohami.

Všechny desetileté děti ze vzorku spadaly do 4. tříd. Vzhledem k tomu, že ve školním roce 2009/2010 nastupovalo do základních škol zhruba 18 % dětí sedmiletých³³ a výzkum probíhal v období leden - únor, si dovoluji předpokládat, že co se týče žáků 5. tříd, většina jich v době výzkumu byla jedenáctiletých. Výrazný rozdíl v dosažených výsledcích by tak mohla způsobit trénovanost jedenáctiletých (tedy většině žáků pátých tříd) s podobnými typy úloh, kterou lze předpokládat zejména skrze nacvičování na rozdílové zkoušky právě na přijímací řízení na nižší gymnázia. Pro jedenáctileté tak bylo snazší zvolit efektivní postup pro vyřešení úloh.

Co se týče úkolu slovní produkce, výrazněji lepší výsledek starších dětí se ukázal i ve zmíněné studii publikované Preissem (2011). V této studii činil rozdíl v průměrném počtu produkovaných slov během jedné minuty pro dvě různá písmena mezi desetiletými a

³³ http://www.demografie.info/?cz_detail_clanku&artclID=715 (odkaz zhlédnut 1.6.2016)

jedenáctiletými dětmi 3 slova u chlapců a 3,5 slova u dívek (v mém výzkumu činí rozdíl mezi průměry 2,77).

3.7.2 Vliv pohlaví

V úkolu slovní produkce se vedlo dívkám lépe než chlapcům. Ze statistické analýzy však vyšel tento rozdíl spíše jako trend. Měřitelná výhoda dívek ve slovní produkci je podle Kulišťáka (2011) měřitelná i v 11 letech. Rozdíl mezi průměry činil 1,32. Ve výzkumu Preisse činil rozdíl mezi průměry mezi chlapci a dívkami 2 slova u desetiletých dětí a 2,5 u jedenáctiletých dětí. Ve studii Dellatolase a kol. (2003) dívky taktéž dosáhly výrazně lepšího výsledku v úloze na slovní produkci (v této studii byla produkce ověřována stejným způsobem jako v mém výzkumu, avšak kritérium pro tvorbu slov nebylo zadáno písmeny, nýbrž kategoriemi zvířata a oblečení).

Nepotvrdilo se však, že by pohlaví mělo vliv na výsledky v jazykově-analytických testech ani v prostorově-orientačních testech.

Rozdíl mezi chlapci a dívkami v jazykových úlohách nebyl nalezen ani ve studii Cheyneho a kol. (2010). V této studii měli děti za úkol doplňovat slova do vět, což byla i jedna z úloh v testu použitém v mém výzkumu. Ani ve studii z roku 1998 (Natsopoulos a kol.), kde byly jazykové dovednosti ověřovány písemně úlohami na slovní zásobu, porozumění textu a synonyma, nebyly shledány signifikantní rozdíly ve výkonech mezi dívkami a chlapci.

Co se týče prostorově-orientačních úloh, ve studii Dellatolase a kol. (2003) nebyly shledány mezipohlavní rozdíly ve výkonech v prostorových úlohách. Ty však byly ověřovány skrze vybavení si geometrických obrazců a hledání skrytých figur. Myslím si, že první úloha spíše ověřuje paměť a druhá úloha pozornost, navíc je velmi závislá na kvalitě zraku, spíše než na schopnosti orientace v prostoru.

Vzhledem k tomu, že u starších jedinců panuje konsenzus ohledně lepšího výkonu mužů v prostorově-orientačních úlohách, je možné vysvětlit výsledek vyplývající z mého výzkumu například tím, že ve věku 10 a 11 let je mezi chlapci a dívkami v tomto typu úloh ještě rovnováha, ale rozdíly se začínou vyostřovat v nejbližších následujících rocích života. Langmaier a Krejčířová (2006) tvrdí, že v úkolech, kde je zapotřebí vizuálně prostorová představivost začínou dosahovat chlapci lepších výsledků než dívky právě mezi jedenáctým a třináctým rokem.

Nebyl zjištěn kolísající vliv pohlaví mezi leváky a praváky (tzn., že zjištěný vliv pohlaví platil pro leváky i praváky stejně).

3.7.3 Vliv vedoucí ruky

Vliv vedoucí ruky byl zjištěn pouze u úkolu slovní produkce, kde hovořil ve prospěch praváků. Nebylo však dosaženo zvolené hladiny signifikance a lze hovořit pouze o trendu. V ostatních úlohách nebyl vliv vedoucí ruky zjištěn.

3.7.3.1 Jazykově-analytické testy

Ani v jednom z Řeckých výzkumů (Natsopoulos, Xeromeritou, 1989; Natsopoulos a kol., 1998; Natsopoulos a kol., 2002) nebyl nalezen žádný rozdíl v jazykových úkolech mezi levorukými a pravorukými žáky. V britském výzkumu (Cheyne, 2010) taktéž nebyly nalezeny rozdíly mezi levorukými a pravorukými dětmi v úlohách na doplňování slov do vět. Rozdíly mezi levorukými a pravorukými dětmi v jazykových úkolech nebyly nalezeny ani ve francouzském longitudálním výzkumu (Dellatolas a kol., 2003).

O tom, že mezi leváky a praváky nejsou rozdíly ve verbálních dovednostech, ať jsou zadávány a řešeny písemně nebo slovně, anebo jsou řešeny bez potřeby rychlé artikulace, panuje největší konsenzus, což se potvrdilo i na mém vzorku.

3.7.3.2 Slovní produkce

Takový konsenzus však nepanuje v testování slovní produkce, co se týče rozdílů mezi leváky a praváky. Bohužel se v tomto směru nekonalo mnoho studií. Ve francouzském longitudálním výzkumu (Dellatolas a kol., 2003) byla slovní produkce ověřována podobným způsobem jako v mém výzkumu (rozdíl byl jen v zadání kritéria pro tvorbu slov). Ve slovní produkci dopadly signifikantně hůře méně zručné děti, nikoli leváci nebo praváci (zručnost však vysvětlovala pouze 9,6 % variability). Řečové úkoly v této studii lépe zvládly dívky se zjevnou pravorukostí. Nicméně v mém vzorku nebyl kolísající vliv vedoucí ruky mezi dívkami a chlapci nalezen.

Slovní produkce tak může být dovedností, kterou praváci zvládají lépe, nikoliv však proto, že by vynikali v jazykových dovednostech nebo měli větší slovní zásobu, ale protože vykazují lepší hybnost, konkrétně artikulaci. Svědčí o tom i fakt, že v žádné studii nebyly nalezeny rozdíly mezi leváky a praváky v jinak testovaných jazykových dovednostech,

včetně té mojí. Neexistuje ani žádný teoretický podklad pro to, že by praváci disponovali větší slovní zásobou.

Corballis (1991) hovoří o možné výhodě, kterou by přinášela lateralizace motorických center pro vedoucí ruku a řečových center do shodné hemisféry, již disponují ve větší míře praváci. Výhoda by se pak mohla projevit v lepší hybnosti. O lepší zručnosti praváků hovoří několik autorů a potvrzují je studie, jež jsem zmiňovala v teoretické části. Je možné, že praváci (kteří mají takto výhodně lateralizovány FO) nevynikají pouze ve zručnosti rukou, ale i motorické expresi slov (oproti nevýhodně lateralizovaným jedincům, jež jsou ve větším poměru leváky). Svědčily by o tom například artikulační problémy leváků, kteří byli přeučováni na praváky. U těch mohla být narušena zrcadlově převrácená lateralizace v mozku, která je pro ně výhodným uspořádáním.

Nasvědčuje tomu i výzkum, který srovnával jedince s různě lateralizovanými řečovými centry (Mellet E. a kol., 2014). V tomto výzkumu nebyl zjištěn žádný rozdíl mezi typicky a zrcadlově lateralizovanými jedinci, ale mezi nimi a symetricky lateralizovanými jedinci, kteří dopadli hůře i v jazykových i v prostorových úlohách. Bohužel tento výzkum neověřoval slovní produkci.

Co se týče výsledku z mého výzkumu, je nutné hovořit pouze o trendu se zanedbatelnou velikostí efektu. Zda horší skóre leváků ve slovní produkci odkazuje na výhodu jedinců s řečovými centry stejnosměrně lateralizovanými s motorickými centry pro vedoucí ruku, by bylo třeba ověřit na výzkumu přímo s jedinci rozdělenými podle lateralizace těchto center, nikoli na leváky a praváky. Stejně tak by bylo možné v takovém výzkumu zahrnout i otestování zručnosti.

3.7.3.3 Prostorově-orientační testy

Ohledně rozdílů mezi leváky a praváky v prostorově-orientačních úlohách existuje největší množství studií a zároveň panují mezi jejich výsledky největší rozpory. V mém výzkumu nebyl rozdíl v dosažených výsledcích mezi leváky a praváky nalezen.

Ve prospěch leváků hovořil výzkum, kde byly prostorově-orientační dovednosti testovány skrze prostorovou hru zvanou *Missionaires and Cannibals* (Mefoh, Laraba, 2013). Velikost efektu však nebyla výrazná. Je také otázkou, nakolik může být tato úloha považována za prostorově orientační. Úspěšné vyřešení vyžaduje spíše schopnost analytického myšlení.

V Čínském výzkumu (Li, Zhu, Nuttall, 2003) zvládli lépe úlohy na mentální rotaci pravorucí muži. Těch se však oproti dalším třem skupinám účastnilo pouze šest. Dále je tento výzkum velmi specifický tím, že studenti byli nejčastěji identifikováni jako mírně pravorucí či jako ambidexteři, což zřejmě svědčí o určitých kulturních specifikách.

Ve výzkumu, kde byly prostorově-orientační schopnosti ověřovány skrze orientaci ve skutečném bludišti, naopak vynikly pravoruké ženy (Ecuyer-Dab a kol., 2005). Tento výzkum má velkou přednost právě v tom, že se jednalo o skutečnou schopnost prostorové orientace, nikoli pouze o mentální prostorovou orientaci. Tím bylo navíc i zamezeno vlivu zkušenosti se stejně koncipovanými úlohami.

Opačné výsledky přinesly dva americké výzkumy. V prvním (Gladue, Bailey, 1995) nebyl nalezen žádný vliv vedoucí ruky na dosažené skóre v mentální orientaci. Ve druhém (Reio, Czamolewski, Eliot, 2004) byla naopak prezentována výhoda leváků v úlohách na mentální rotaci i orientaci v 2D bludišti.

Vysvětlením takto rozporuplných výsledků by mohl být vliv jiného faktoru (či více faktorů), který dovednost prostorové orientace ovlivňuje a „hýbe“ s výsledky v různých směrech, jelikož jeho vliv není v analýze ošetřen. Z posledně zmiňované studie taktéž zcela nevyplývá, jak byl ošetřen vliv pohlaví, který mohl výsledky ovlivnit. Dále byla tato studie provedena mezi jedinci s velkým věkovým rozpětím, kde dle mého názoru není možno zcela ošetřit vliv zkušenosti s podobně koncipovanými úlohami.

3.7.4 Bodové rozmezí

V jazykově-analytických testech bylo možné získat nejvýše 23 bodů + bod za každé správně vytvořené slovo ze zadaných písmen. Rozpětí bodů (u všech žáků) se pohyboval od dvou do 24 bodů. U slovní produkce bylo rozpětí v počtu vytvořených slov (celkem pro obě písmena) 12 – 35 slov. U prostorově-orientačních testů se dalo získat maximálně 17 bodů; bodové rozpětí pro všechny žáky bylo 0 – 17 bodů.

Z uvedeného vyplývá, že prostorově-orientační testy byly pro žáky nejnáročnější, ačkoli každá úloha byla alespoň desetkrát vyplněna správně. Největší obtíže žákům působila poslední úloha na spočítání kostek ve stavbě, kterou vidí jen z jedné perspektivy. Výsledky nasvědčují naučeným strategiím při řešení podobných úloh spíše než na skutečnou prostorovou orientaci. Ověřování těchto dovedností skrze mnou administrované testy nepovažují proto za zcela vhodné pro děti v tomto věku. Je otázkou, zda u adolescentů a

dospělých tyto testy již skutečně měří prostorově-orientační dovednosti a příliš je neovlivňují naučené strategie pro vyřešení tohoto typu úloh. Nízká validita užívaných metod pro měření určitých vlastností (tedy že tyto metody ve skutečnosti neměří prostorové dovednosti) by možná mohla vysvětlovat velkou kolísavost zjištěných výsledků napříč studii. Prostorová orientace by tak zřejmě měla být testována skrze situace simulující skutečnou orientaci v prostoru.

Všechny dosažená skóre vypovídají o velkých interindividuálních rozdílech mezi dětmi v tomto věku. Studie zmíněné v teoretické části tento komponent výzkumu neřeší, nicméně v publikacích zabývajících se vývojovou psychologií je tento jev podpořen (např. Langmeier, Krejčířová, 2006).

3.7.5 Limity výzkumu

Omezení mého výzkumu vidím také v samotných testovaných subjektech. Testování tolika dovedností bylo pro žáky ve věku 10 a 11 let poměrně náročné a je proto i možné, že výsledky jsou zkresleny ubírající soustředěností a únavou žáků. Vzhledem k možnostem provozu základních škol však nebylo možné testování rozdělit do více dní.

4 Závěr

Z teoretické části mé práce vyplývá, že leváctví není záhadou, ale jevem, který může být způsoben více příčinami, navíc v různých kombinacích, a může být ovlivněn ve více fázích života, ať už prenatálního, či postnatálního. Leváctví by se tak dalo následovně větvit na další typy podle vzniku, bohužel však příčiny půjde jen těžko zpětně dohledat. Organismy různých jedinců se také mohou se stejnými vlivy vyrovnat jinak.

Leváctví je očividně spojeno s lateralizací specializovaných funkčních oblastí v mozkových hemisférách, ovšem nutno podotknout, že ne tak, jak o tom bylo smýšleno v historii. Vztah mezi lateralitou mozkových hemisfér a vedoucí ruky není zdaleka tak přímočarý jak se dříve myslelo a složitost tohoto vztahu svým způsobem odpovídá komplikovanosti vztahu příčin vzniku leváctví.

Z teorie i studií vyplývá závěr, že nejméně výhodnou je lateralizace symetrická, zatímco vyhraněné lateralizace jsou ve svém vlivu na projevy jedinců spíše vyrovnané.

Z mého výzkumu nevyplývala žádná výrazná výhoda ani pro leváky ani pro praváky, a to v žádné zadané úloze. Jediným rozdílem ve výkonu byl trend v testování slovní produkce, kdy o něco lépe dopadli pravoručí žáci. Nicméně jde spíše o mírný trend, kde procento vysvětlované variability pro můj vzorek, tak i pro populaci je zanedbatelné.

Tento mírný rozdíl ve výsledcích možná poukazuje na určitou souvislost mezi vedoucí rukou, lateralitou mozkových hemisfér a hybností, v tomto případě konkrétně artikulací. Jelikož z více studií vyplývá, že leváci dopadají hůře v testování zručnosti, je možné, že by se horší hybnost vztahovala i na artikulaci. Ta by pak mohla být onou příčinou výsledku mého výzkumu, spíše než výhoda praváků ve verbálních dovednostech, ačkoli znovu opakují, že se nejednalo o signifikantní výsledek.

V budoucích výzkumech by tedy mohl být tento vztah ověřen spíše skrze snímání aktivity mozku, určení vedoucí ruky a testování artikulace, například slovní produkcí či jinou artikulační úlohou ošetřenou od vlivu slovní zásoby.

Studie podnikané s cílem prokázat či vyvrátit rozdílnost leváků a praváků mají obecně potíže s nejednotnou metodologií. Testování stejných kognitivních dovedností je prováděno skrze různé úlohy, které jsou navíc svým koncipováním snadno ovlivnitelné trénovaností a zájmy (pracovními, volnočasovými) jednotlivců.

Metodologie není sjednocená ani u určování vedoucí ruky, zejména u rozřazování jedinců do odpovídajících skupin. V některých výzkumech se nepracuje se skupinou ambidexterů nebo z nich nevyplývá, kam byli takoví jedinci zařazeni. Myslím, že zařazení ambidexterů do jedné či druhé skupiny může celkové výsledky zkreslit.

Vzhledem k tomu, že můj výzkum rozdíl mezi leváky a praváky nepotvrdil, ačkoli z něj vyplynuly výsledky hovořící spíše ve prospěch dívek ve slovní produkci či výrazné interindividuální rozdíly mezi dětmi středního školního věku, které jsou podpořené jak teorií i předchozími studii, myslím, že vedoucí ruka není indikátorem svědčícím o výkonu v kognitivních dovednostech.

Na druhou stranu teorie i studie naznačují vztah vedoucí ruky s lateralitou mozkových hemisfér, která by oním indikátorem být mohla. Bylo by třeba se v dalších výzkumech zaměřit spíše tímto směrem, kdy zajímavé výsledky by mohlo přinést již zmíněné otestování artikulace.

Dále také myslím, že vzhledem k počtu leváků trpícími nejrůznějšími poruchami, který je výrazně vyšší než u praváků, svědčí o určitém „problému“, lépe řečeno faktoru, který je pojátkem mezi projevem lateralit rukou a konkrétní poruchou. Opět se zde vracím k tomu, že leváctví je multifaktoriálním jevem a většina leváků tak žádnou poruchou netrpí, jelikož jejich dominance ruky vznikla přirozenou cestou (ať už přirozenost znamená v tomto kontextu cokoli), příčinou s minimálním vlivem na vlastnosti jedince, anebo se působení vnějšího vlivu (vnějších vlivů) z nějakého důvodu neprojevalo.

Leváci jsou tedy jakousi „rizikovější“ skupinou, ve smyslu vyššího výskytu poruch a potíží různé závažnosti. Avšak pokud se tyto potíže projeví, je třeba k postiženým jedincům přistupovat individuálně, nikoli vytvářet stereotypní představy o všech levácích, jelikož ony potíže jsou způsobeny mnohem komplikovanějšími procesy, kdy projev levorukosti je maximálně jen vedlejším jevem.

5 Použitá literatura

1. Andrew R. J. *The earliest origins and subsequent evolution of lateralization*. In: Rogers L. J., Andrew R. (eds.) *Comparative vertebrate lateralization*. Cambridge University Press, 2002
2. Anton M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 3. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004.
3. Annett M. (1970). *The growth of manual preference and speed*. *British Journal of Psychology* 61.4: 545-558.
4. Annett M. (2002). *Handedness and brain asymmetry: The right shift theory*. Psychology Press.
5. Arning L. a kol. (2015). *Handedness and the X chromosome: The role of androgen receptor CAG-repeat length*. *Scientific Reports* 5 8325.
6. Autrata R., Vančurová J. *Nauka o zraku*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002
7. Bakker D. J. (1992). *Neuropsychological classification and treatment of dyslexia*. *Journal of learning disabilities* 25.2 (1992): 102-109
8. Basavanna, M. *Dictionary of psychology*. Allied Publishers, 2000.
9. Beaton A. A. a kol. (2011). *Digit ratio (2D: 4D), salivary testosterone, and handedness*. *Laterality* 16.2: 136-155.
10. Cantalupo C., Hopkins W. D. (2001). *Asymmetric Broca's area in great apes*. *Nature* 414: 505.20.
11. Cheyne Ch. P. a kol. (2010) *The effect of handedness on academic ability: a multivariate linear mixed model approach*. *Laterality* 15.4: 451-464.
12. Clapham Ch., Nicholson J. *The concise Oxford dictionary of mathematics*. OUP Oxford, 2009.
13. Corballis M. C. *The lopsided ape: evolution of the generative mind* [online]. New York: Oxford University Press, 1991. [cit. 2. 3. 2016].
Dostupné z: <http://site.ebrary.com/lib/natl/Doc?id=10358286>.

14. Corballis M. C. (2014). *Left Brain, Right Brain: Facts and Fantasies*. PLoS Biology 12(1): e1001767. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pbio.1001767
15. Cowell P. E., Denenberg and V. H. *Development of laterality and the role of the corpus callosum in rodents and humans*. In: Rogers L. J., Andrew R. (eds.) *Comparative vertebrate lateralization*. Cambridge University Press, 2002
16. David J. (1995). *Skryté podoby*. Dostupné z: <http://www.galerierudolfinum.cz/cs/exhibition/jiri-david-skryte-podoby>
17. Damerose E., Vauclair J. *Posture and laterality in human and non-human primates: Asymmetries in maternal handling and the infant's early motor asymmetries*. In: Rogers L. J., Andrew R. (eds.) *Comparative vertebrate lateralization*. Cambridge University Press, 2002.
18. Delisi L. E. a kol. (2002). *Hand Preference And Hand Skill In Families With Schizophrenia*. *Laterality* 7.4: 321-332.
19. Dellatolas G. a kol. (2003). *Manual skill, hand skill asymmetry, and cognitive performances in young children*. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 8.4: 317-338.
20. Dragovic M., Hammond G. (2007). *A classification of handedness using the Annett Hand Preference Questionnaire*. *British Journal of Psychology* 98.3: 375-387.
21. Drnková-Pavlíková Z., Syllabová R. *Záhada leváctví a praváctví*. 2. vyd. Praha: Avicenum, 1991.
22. Dvořák J. *Logopedický slovník: [terminologický a výkladový]*. 3. vyd. Žďár nad Sázavou: Logopedické centrum, 2007.
23. Ecuyer-Dab I. a kol. (2005). *Real-life spatial skills, handedness, and family history of handedness*. *Brain and cognition* 57.3: 219-221.
24. Faurie, C. a kol. (2005). *Variation in the Frequency of Left-handedness in Traditional Societies*. *Current Anthropology* 46(1), 142–147. Dostupné z: <http://doi.org/10.1086/427101>.

25. Francks C. a kol. (2012). *LRRTM1 On Chromosome 2P12 Is A Maternally Suppressed Gene That Is Associated Paternally With Handedness And Schizophrenia*. *Molecular Psychiatry* 12.12: 1129-1139.
26. Frostig, M. a kol. (1961). *A developmental test of visual perception for evaluating normal and neurologically handicapped children*. *Perceptual and Motor Skills*, 12(3), 383-394.
27. Gannon P. J. a kol. (1998). *Asymmetry of chimpanzee planum temporale: humanlike pattern of Wernicke's language area homolog*. *Science* 279: 220–222.
28. Gladue B. A., Bailey J. M. (1995). *Spatial ability, handedness, and human sexual orientation*. *Psychoneuroendocrinology* 20.5: 487-497.
29. Hershenson M. *Visual space perception: A primer*. Mit Press, 1999.
Dostupné z:
https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=lang_en&id=ovSZrc8PL2EC&oi=fnd&pg=PR15&dq=Visual+space+perception:+A+primer.+&ots=MTkOyBj6KW&sig=TNV98fYnNO8C5LP8wn1cl8JiP-g&redir_esc=y#v=onepage&q=Visual%20space%20perception%3A%20A%20primer.&f=false
30. Hudec K., Černý W. (eds.). *Ptáci- Aves*. 1. vyd. Praha: Academia, 1972.
31. Chiron C. a kol. (1997). *The right brain hemisphere is dominant in human infants*. *Brain* 120.6: 1057-1065.
32. Gaarder J. *Sofiin svět*. Praha: Albatros, 1996.
33. Geschwind N., Levitsky W. (1968). *Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region*. *Science* 161.3837: 186-187.
34. Knecht S. a kol. (2000). *Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans*. *Brain* 123.12: 2512-2518.
35. Koukolík F. *Lidský mozek: [funkční systémy, norma a poruchy]*. 3. vyd. Praha: Galén, 2012.
36. Králíček P. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3. vyd. Praha: Galén, 2011.
37. Krommydas G. a kol. (2003). *Left-Handedness In Asthmatic Children*. *Pediatric Allergy & Immunology* 14.3: 234-237.

38. Křišťanová L. *Diagnostika laterality a metodika psaní levou rukou*. 4. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 1998.
39. Kulišťák P. *Neuropsychologie*. 2. vyd. Praha: Portál, 2011.
40. Květoň P., Jelínek M., Vobořil D. (2014). *Testing of spatial ability: construction and evaluation of a new instrument*. *Studia Psychologica* 56.3: 233
41. Květoňová-Švecová L. *Oftalmopedie*. 2. vyd. Brno: Paido, 2000.
42. Langmeier J., Krejčířová D. *Vývojová psychologie*. 2. vyd. Praha: Grada, 2006.
43. Le Berre, F., Bartlett, R. D. *The Chameleon Handbook*. Barron's Educational Series, 2009.
- Dostupné z:
https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=lang_en&id=cxWLIC6ZvxUC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Le+Berre+F.,+Bartlett+R.+D.+The+Chameleon+Handbook.+&ots=ST58WmARgL&sig=0Ps2qg37wrcelJZPCZ_lzTSYAZo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
44. Li Ch., Zhu W., Nuttall R. L. (2003). *Familial handedness and spatial ability: A study with Chinese students aged 14–24*. *Brain and cognition* 51.3: 375-384.
45. Llaurens V., Raymond M., Faurie Ch. (2009). *Why are some people left-handed? An evolutionary perspective*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 364.1519: 881-894.
46. McGrath R. L., Kantak S. S. (2016). *Reduced asymmetry in motor skill learning in left-handed compared to right-handed individuals*. *Human movement science* 45: 130-141.
47. McGrew, W. C., Marchant, L. F. (1992). *Chimpanzees, tools, and termites: Hand preference or handedness?* *Current Anthropology* 33, 114– 119.
48. McGurk H., MacDonald J. (1976). *Hearing lips and seeing voices*. *Nature* 264: 746-748.
49. McManus I.C, Bryden M.P. (1991). *Geschwind's theory of cerebral lateralization: developing a formal, causal model*. *Psychol. Bull.* 110, 237–253.

50. McManus I. C. (1991). *The inheritance of left-handedness*. Ciba Foundation Symposium. Vol. 162.
51. Mefoh P. C., Laraba B. S. (2013). *Gender differences versus hand preferences in spatial ability among a Nigerian sample*. *Gender & Behaviour* 11.1: 5096.
52. Mellet E. a kol. (2014). *Weak language lateralization affects both verbal and spatial skills: An fMRI study in 297 subjects*. *Neuropsychologia* 65: 56-62.
53. Milz V. E. (1980). *First graders can write: Focus on communication*. *Theory into practice* 19.3: 179-185.
54. Nagel B. J. a kol. (2013). *Hemispheric lateralization of verbal and spatial working memory during adolescence*. *Brain and cognition* 82.1: 58-68.
55. Natsopoulos D., Xeromeritou A. (1989). *Verbal abilities of left-and right-handed children*. *The Journal of psychology* 123.2: 121-132.
56. Natsopoulos D a kol. (1998). *Do the hands talk on mind's behalf? Differences in language ability between left-and right-handed children*. *Brain and Language* 64.2: 182-214.
57. Natsopoulos D. a kol. (2002). *Differences in language performance in variations of lateralization*. *Brain and language*. 82.2: 223-240.
58. Nowicka A., Tacikowski P. (2011). *Transcallosal Transfer Of Information And Functional Asymmetry Of The Human Brain*. *Laterality* 16. 1. 35-74.
59. Ocklenburg S. a kol. (2014). *The ontogenesis of language lateralization and its relation to handedness*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 43: 191-198.
60. Oldfield R. C. (1971). *The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory*. *Neuropsychologia* 9.1: 97-113.
61. Orel M. a kol. *Člověk, jeho mozek a svět*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009.
62. Perelle I. B., Ehrman L. (2005). *On the other hand*. *Behavior genetics* 35.3: 343-350.

63. Peters M., Durdin B. M. (1978). *Handedness measured by finger tapping: a continuous variable*. Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie 32.4: 257.
64. Picard D. (2011). *Impact of manual preference on directionality in children's drawings*. Laterality 16, no. 1: 24-34.
65. Piro J., Ortiz C. (2010). *No Association Between Music Ability And Hand Preference In Children*. Journal Of Motor Behavior 42.5: 269-275.
66. Pokorná V. *Teorie a náprava vývojových poruch učení a chování*. 4. vyd. Praha: Portál, 2010.
67. Phillipson L. (1997). *Edge modification as an indicator of function and handedness of acheulian handaxes from Kariandusi, Kenya*. Lithic Technology 22(2), 171–183.
Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/23273051>
68. Preiss M. (2001). *Normy pro zkoušku verbální fluence u dětí*. Diagnostika a terapie poruch komunikace 4: 3–7.
69. Preiss M. a kol. *Neuropsychologie v psychiatrii*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006.
70. Raymond M., Pontier D. (2004). *Is there geographical variation in human handedness?* Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition 9.1: 35-51.
71. Reio T. G., Czamolewski M., Eliot J. (2004). *Handedness And Spatial Ability: Differential Patterns Of Relationships*. Laterality 9.3: 339-358.
72. Joseph R. (1988). *The right cerebral hemisphere: Emotion, music, visual-spatial skills, body-image, dreams, and awareness*. Journal of clinical psychology 44.5: 630-673.
73. Rodriguez A., Waldenström U. (2008). *Fetal Origins Of Child Non-Right-Handedness And Mental Health*. Journal Of Child Psychology & Psychiatry 49.9: 967-976.

74. Rogers L. J. *Advantages and disadvantages of lateralization*. In: Rogers L. J., Andrew R. (eds.) *Comparative vertebrate lateralization*. Cambridge University Press, 2002
75. Salk L. (1973). *The role of the heartbeat in the relations between mother and infant*. Scientific American.
76. Seidl Z. *Neurologie pro studium i praxi*. 2. vyd. Praha: Grada, 2015.
77. Sicotte N. L., Woods R. P., Mazziotta J. C (1999). *Handedness in twins: a meta-analysis*. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 4.3: 265-286.
78. Sovák M. *Lateralita jako pedagogický problém*. 1. vyd. Praha: SPN, 1962.
79. Sovák M. *Výchova leváků v rodině*. 7. vyd. Praha: SPN, 1985.
80. Sperry R. W., Gazzaniga M. S., and Bogen J. E. (1969). *Interhemispheric relationships: the neocortical commissures; syndromes of hemisphere disconnection*. *Handbook of clinical neurology* 4.273-290.
81. Steele J., Uomini N. (2005). *Humans, tools and handedness*. Stone knapping: the necessary conditions for a uniquely hominin behaviour (eds Roux V., Bril B.): 217-239.
82. Sternberg R. J. *Kognitivní psychologie*. 2. vyd. Praha: Portál, 2009.
83. Stevenson A. (ed). *Oxford dictionary of English*. Oxford University Press, USA, 2010.
84. Synek F. *Záhady levorukosti: asymetrie u člověka*. 1. vyd. Praha: Horizont, 1991.
85. Synek S., Skorkovská Š. *Fyziologie oka a vidění*. 2. vyd. Praha: Grada, 2014.
86. Szaflarski J. P. a kol. (2012). *Left-handedness and language lateralization in children*. *Brain research* 1433: 85-97.
87. Šikl R. *Zrakové vnímání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012.
88. Šturma J. *Didaktika pedagogiky*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudemus, 1993.

89. Vágnerová M. *Vývojová psychologie: dětství a dospívání*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2012.
90. Vallortigara G., Bisazza A., *How ancient is the brain lateralization*. In: Rogers L. J., Andrew R. (eds.) *Comparative vertebrate lateralization*. Cambridge University Press, 2002.
Dostupné z: <http://site.ebrary.com/lib/natl/Doc?id=10069925>
91. Vebrová J. (ed.) a kol. *Slovník cizích slov*. 1. vyd. Praha: Plot, 2006.
92. Vokurka M. a kol. *Praktický slovník medicíny*. 11. vyd. Praha: Maxdorf, 2015.
93. Winn P. *Dictionary of biological psychology*. Routledge, 2003.
94. Xu J. a kol. (2009). *Symbolic gestures and spoken language are processed by a common neural system*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106.49: 20664-20669.
95. Xu X., Kim E. S., Lewis J. E. (2015). *Sex difference in spatial ability for college students and exploration of measurement invariance*. *Learning and Individual Differences*.
96. Zelinková O. *Poruchy učení*. 5. vyd. Praha: Portál, 2000.
97. Zelinková O. *Poruchy učení: dyslexie, dysgrafie, dysortografie, dyskalkulie, dyspraxie, ADHD*. 12. vyd. Praha: Portál, 2015.
98. Zirmová K. (2014). *Oční Dominance*. *Studentský časopis optometrie a ortoptiky [online]*. [cit. 7.1. 2016].
Dostupné z: <http://ocima.cz/?p=401>
99. Žlab, Z., Matějček, Z. *Zkouška laterality*. Bratislava: Psychodiagnostika, 1972.

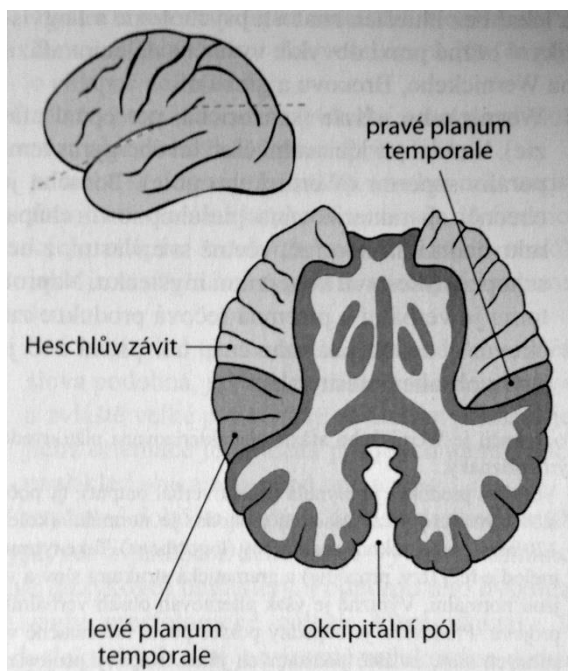
6 Přílohy

Příloha I.



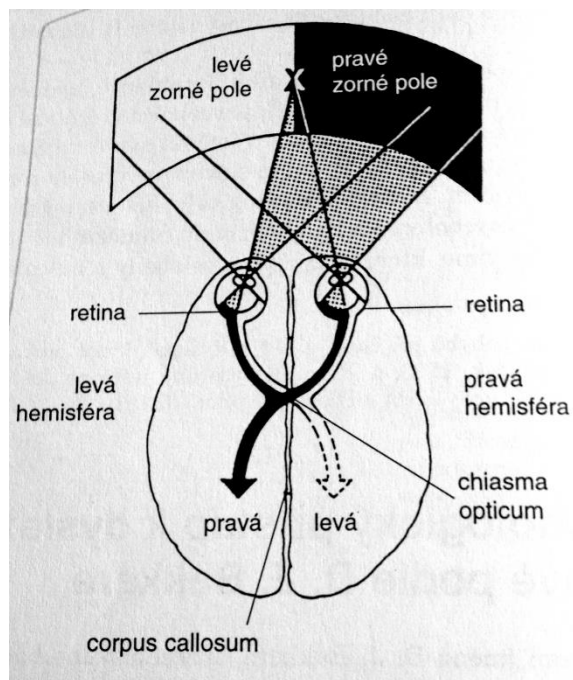
Zdroj: <http://www.galerierudolfinum.cz/cs/exhibition/jiri-david-skryte-podoby>

Příloha II.



Zdroj: Králíček (2011)

Příloha III.



Zdroj: Pokorná (2010)

Příloha IV.



Souvislost verbálních a prostorových dovedností s preferencí ruky u dětí.

Vážená paní, vážený pane,

Ráda bych Vás informovala o výzkumu, který je součástí mé diplomové práce zaměřené na vnesení dalších poznatků do diskuze o leváctví, a chtěla bych Vaše dítě (dětí) pozvat k účasti na ní.

Cíl výzkumu: Hledat možnou souvislost mezi preferencí ruky a verbálními a prostorovými schopnostmi.

Co účast ve výzkumu obnáší: Verbální dovednosti budou ověřovány skrze různé slovní hříčky, doplňovačky, tvorbu slov aj. Prostorové schopnosti budou ověřovány skrze úlohy na rotaci objektů, skládání tvarů, práci s 3D objekty aj. Vedoucí ruka bude určena pomocí předvedení několika běžných činností. Testování proběhne v zázemí školy za přítomnosti pedagoga.

Způsob nakládání s daty: Veškerá získaná data budou anonymizována a použita pouze pro účely mé práce. Výsledky budou vedeny pod kódy a nebudou poskytnuty k nahlédnutí žádné neoprávněné osobě.

Možná rizika: Žádná rizika spojená s účastí nejsou známa. Projekt byl schválen Etickou komisí Přírodovědecké fakulty UK (<http://web.natur.cuni.cz/flegr/irb.php>)

Výzkum provádí: Bc. Ivana Žáková, Katedra Obecné antropologie, Fakulta humanitních studií UK

Kontakt: zakova.ifka@centrum.cz

V případě dotazů mě kontaktujte.

Souhlasíte-li s účastí Vašeho dítěte (dětí) ve výše popsaném výzkumu, podepište prosím **informovaný souhlas.**

1. Byl(a) jsem informován(a) o cílech studie, o jejích postupech, a o tom, co se od mého dítěte očekává.

2. Svým podpisem stvrzuji, že jako zákonný zástupce souhlasím s účastí svěřené nezletilé osoby ve studii. Nemám námitek proti tomu, aby poskytnutá data byla za výše uvedených podmínek anonymně použita pro vědecko-výzkumné účely.

V

dne

Podpis:

POZVÁNKA K ÚČASTI NA VÝZKUMU PRO ŽÁKY

Moje jméno je Ivana Žáková a jsem studentkou Univerzity Karlovy v Praze. Chtěla bych Tě požádat o pomoc s výzkumem mojí školní práce a zeptat se Tě, jestli by ses chtěl/a účastnit. Stejně tak jsem se ptala Tvých rodičů, jestli se můžeš účastnit. Pro účast musíš Ty i Tvoji rodiče souhlasit. Pokud se nebudeš chtít účastnit, nemusíš, přestože Tvoji rodiče souhlasili.

Co účast v mém výzkumu obnáší: Výzkum se skládá z testování několika dovedností. Požádám Tě o předvedení několika běžných činností, dále budou následovat řešení různých otázek a hlavolamů a také jedna úloha, při které budeš chvíli mluvit. Kdykoli v průběhu testování můžeš skončit nebo se mě na cokoli zeptat. Během plnění úkolů Ti nebude hrozit žádné nebezpečí/úraz. Vše proběhne ve Tvé škole.

Co budu dělat s výsledky: U žádného z Tvých výsledků si nepoznamenám Tvé jméno a nebudu žádné další osobě říkat tvoje výsledky. Pokud se o ně budeš chtít s někým podělit, bude to na Tobě. S výsledky budu pracovat anonymně (bez Tvého jména), pouze je označím kódem.

Souhlasíš-li se svou účastí v tomto výzkumu, prosím Tě o podepsání přiloženého **informovaného souhlasu**.

Informovaný souhlas

Byl(a) jsem informován(a) o výzkumu a jejím průběhu, a o tom, co obnáší. Rozumím tomu, že účast ve studii je dobrovolná a moje jméno nebude nikde během výzkumu zapsáno a že mé výsledky nebudou nikomu sdělovány.

Svým podpisem stvrzuji, že s podmínkami souhlasím. Nejsem proti tomu, aby mnou poskytnuté výsledky byly za výše uvedených podmínek anonymně (beze jména) použity pro vědecko-výzkumné účely.

Jméno a příjmení:

Jméno a příjmení rodiče:

V Praze dne:

Podpis účastníka výzkumu:

IRB Charles University, Faculty of Sciences

Date: 23.3. 2015

NOTICE OF APPROVAL

TO: Bc. Ivana Žáková

PROJECT TITLE: Differences of verbal and spatial orientation skills between children in terms of their laterality.


APPROVAL NUMBER: 2015/06

Approved

The Institutional Review Board of Charles University, Faculty of Science has approved the project described above. Approval was based on the descriptive material and procedures you submitted for review. Should any changes be made in your procedures, or if you should encounter any new risks, reactions, injuries, or deaths of persons as subjects, you should immediately notify the Board.

This protocol was first approved on: 2015

This research will be reviewed every three years from the date of first approval.


Prof. RNDr. Jaroslav Flegr, CSc.
Chairperson, IRB

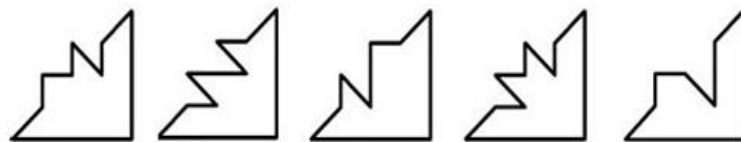


Příloha VII.

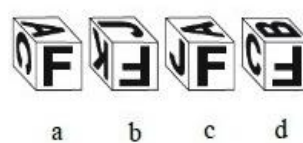
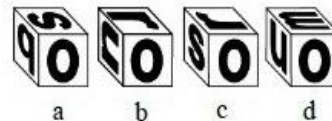
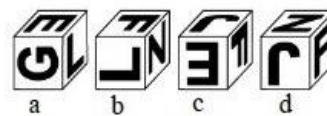
Jsem: CHLAPEC/DÍVKKA (zakroužkuj)

Iniciály:

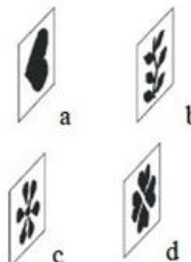
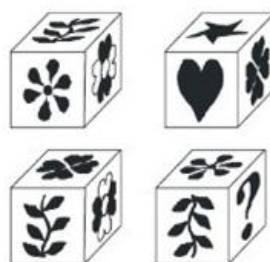
Spoj dílky, ze kterých lze složit čtverec (5 dílků zbyde).



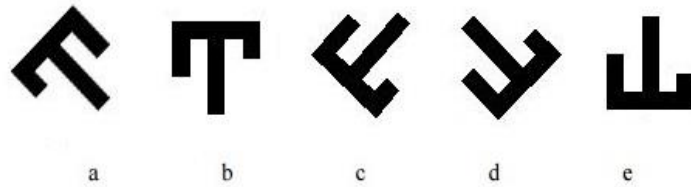
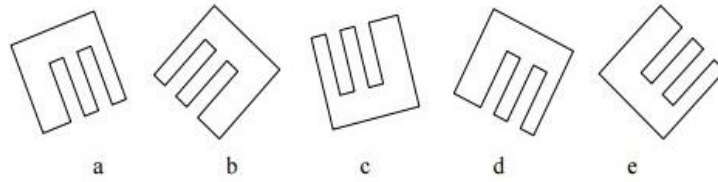
Vysleduj pohyb, který kostka vykonává, a urči její polohu na místě otázníku.



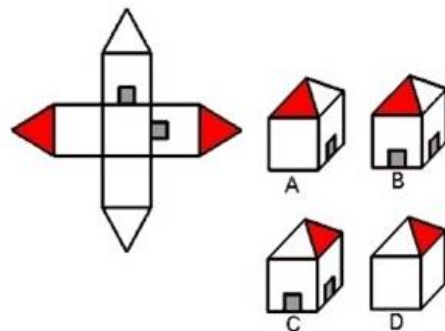
Urči, co patří místo otázníku.



Urči, který tvar nebo které tvary jsou odlišné od ostatních na řádku.



Urči, který domek **nelze** složit z plánku.

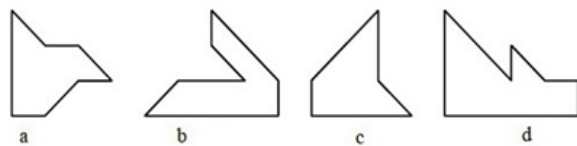
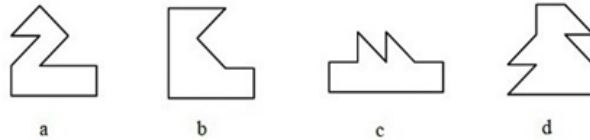


Urči, jak bude vypadat slovo v zrcadle.

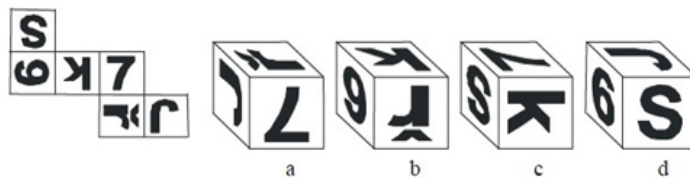
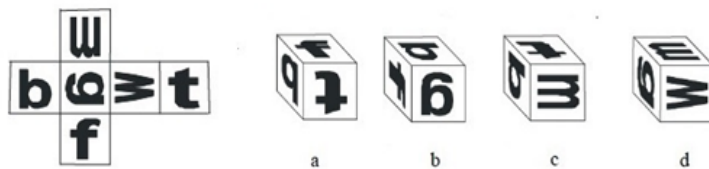
MAST

MVAZL
 T2AM
 tsam
 MAST
 TSAM
 MA2T

Urči, ze kterých tří dílků je možné složit čtverec (s dílky můžeš otáčet).



Urči, kterou krychlinelze složit z plánku.

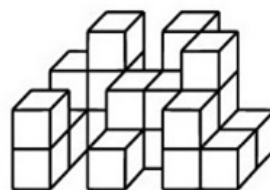
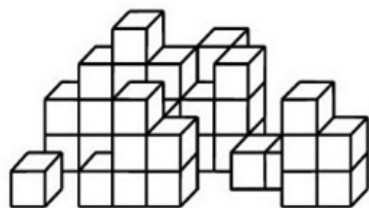


Spočítej kostky ve stavbě.

pravidlo:



Není-li kostka vidět, ale slouží jako podpěra pro jinou viditelnou kostku - počítáme ji.



Příloha VIII.

Jsem: CHLAPEC/DÍVKA (zakroužkuj)

Doplň slova tak, aby věty dávaly smysl.

V ČR JE T_____ ZÍSKAT STAVEBNÍ P_____.

LIDÉ JEZDÍ Č_____ N_____ DO HYPERMARKETŮ.

NAŠE HRADY A Z_____ JSOU PŘES Z_____ VĚTŠINOU ZAVŘENÉ.

ŘIDIČ N_____ AUTOMOBILU SRAZIL NA K_____ CHODCE.

FOTBALOVÝ ZÁPAS SKONČIL R_____.

Doplň písmena tak, aby vznikla slova (počet čárek odpovídá počtu písmen).

část těla: ___ cho

zvíře: b__ a__

část lodi: p__ u__

strom: ___ z__

Doplň tři stejná písmena tak, aby vznikla tři různá slova.

Příklad: MOR
MRA - MOR
MOR - AVA

S - ___ - A	N - ___	KYK - ___	MO - ___	___ - OTA	HRÁ - ___
PO - ___ - A	H - ___	___ - ATA	___ - NÁDO	___ - OD	PRÁ - ___
TE - ___ - IZE		___ - UCH		S - ___ - T	ŠA - ___

Přehod' písmena tak, aby vznikla slova (žádné písmeno nesmí zbyť).

GOTORAFF =

HARAZDA =

LOPEP =

UZÍKNOKEL =

Vytvoř z těchto písmen co nejvíce slov (v jednom slově nemusíš použít všechna písmena).

H, U, K, Z, R, O, A

J, H, S, N, O, A, P

K, V, R, S, D, U, A