

PREFERENCE RUKY A JEJÍ SOUVISLOST S VERBÁLNÍMI A PROSTOROVĚ-ORIENTAČNÍMI DOVEDNOSTMI U DĚTÍ

Handedness and differences of verbal and spacial orientation skills among children in terms of their laterality

Ivana Žáková

Univerzita Karlova v Praze, Fakulta humanitních studií,
Katedra Obecné antropologie

Abstract

This study focuses on the phenomenon of handedness and possible differences of verbal skills and spatial orientation abilities among left-handers and right-handers. Such differences may be caused by 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 remain inconclusive. In this study I focus on a group of elementary school students at the age of 10 to 11 years. Students 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 tested students. 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 not identified as significant. 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 and ongoing development among this old children in both verbal and spatial orientation skills. Also they're showing possibility of relationship between left-handedness and onerous ability of articulation as a motoric ability that may be caused by the discrepancies in distribution of specialized functional areas in the brain hemispheres.

Key words: *handedness, laterality, children, verbal skills, spacial skills*

Úvod

Pojem laterality má původ v latinském slově *lateralis*, které v češtině znamená boční, postranní. Do češtiny se tento pojem dá přeložit kostrbatým slovem „strannovost“, který se běžně nepoužívá. Již samotných definic laterality lze najít více, ale dají se rozdělit do dvou základních typů. V tom prvním je laterality definována jako jakákoli nesouměrnost mezi levou a pravou stranou ve vztahu k organismu. Laterality tak může být „termínem označující umístění struktury či funkce do levé či pravé strany“ (Winn, 2003). Druhý typ laterality definuje jako nerovnoměrné využívání párových orgánů na základě rozdílu

v jejich aktivitě, výkonnosti nebo specializaci. Laterality je pak „preferencí k používání jedné strany těla pro určité činnosti“ (Basavanna, 2000). Pokud je jeden z párových orgánů přednostněován a specializován k určité činnosti, je možné ho nazývat orgánem vedoucím. Na první pohled nejvíce zřetelnou formou laterality u člověka je přednostní užívání jedné ruky. „Leváctví je převažující přednostní užívání levých končetin“ (Dvořák, 2007). Vedoucí ruka je spojována s organizací specializovaných funkčních oblastí v mozkových hemisférách. Mozek člověka je asymetrický morfologicky, biochemicky i funkčně (Koukolík, 2012). Specializované hemisferální 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 (pro verbální i neverbální dovednosti) v hemisférách, zatímco u leváků je distribuce oblastí spíše nekonzistentní. Nejlépe jsou zmapovány oblasti pro verbální dovednosti. Ty mají praváci shodně lateralizovány do levé hemisféry (typická, nejčastější lateralizace), ale u leváků lze identifikovat jak tuto lateralizaci, tak i lateralizaci zrcadlově obrácenou či symetrické rozložení oblastí do obou hemisfér. Americký kognitivní psycholog Sternberg (2009) uvedl, že podle četných výzkumů má 95–99 % praváků typickou lateralizaci hemisferálních oblastí, zatímco leváci ve zhruba 65 %. Novozélandský psycholog Corballis (2014) tvrdí, že praváci mají typickou lateralizaci oblastí v 96–99 %; „nepraváci“ (leváci a ambidexteři) mají typickou lateralizaci v 70 % a ve zbylých 30 % mají hemisféry buď zrcadlově uspořádány, nebo mají oblasti rozprostřeny do obou hemisfér více symetricky. Nejběžnějším stavem v lidské populaci je praváctví současně s centry pro jazyk a řeč (verbální dovednosti) lateralizovanými do levé hemisféry. Starší klasické teorie mluví o preferenci ruky jako o indikátoru lateralizace funkčních oblastí v hemisférách. Tyto dva jevy spolu sice korelují, nicméně dle novějších studií se již ví, že vztah není 100%, obzvláště u „nepraváků“. 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 testosteronu *in utero* (Ocklenburg a kol., 2014). Vyšší hladina testosteronu má podle této teorie zpomalovat vývoj levé hemisféry (Koukolík, 2012). V dnešní době je také 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. 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 ipsilaterální (Sternberg, 2009; Pokorná, 2010; Kulišťák, 2011). Laterality mozkových hemisfér má zřejmě „výpočetní výhody“, které s sebou nese právě specializace částí mozku. Další možnou výhodou laterality 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).

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 neboli expresivní (česky vyjadřovací) schopnost jazykového výstupu a její pohotovost, plynulost (Sternberg, 2009). Častým doprovodem poruch řeči (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. Postižený touto poruchou většinou

zná účel pohybu, ale nedokáže jej provést. Objevují se i potíže při kreslení nebo kopírování nějaké kresby (Králiček, 2011). Pohybové poruchy (apraxie) se nemusí týkat pouze rukou, ale například i motoriky obličeje. Ačkoli se léze mnohdy nacházejí jen v jedné hemisféře, může apraxie postihnout obě ruce. Objevují se i typy apraxií, kde pacient není schopen vykonat pouze ty pohyby, které mají lingvistický význam, např. není schopen předvést polibek. Corballis (1991) diskutoval o tom, že řeč a jazyk jsou se schopností praxe (zručnost, obratnost) velmi úzce spojeny, protože ji samy vyžadují (artikulace i psaní).

Leváci častěji trpí různými lehčími či vážnějšími potížemi v řeči a jazyce (speciální poruchy učení, koktání, šišláni). Potíže v řečové expresi může způsobovat nevyjádřená funkční specializace pro jazyk a řeč v mozkové hemisféře. Problémy by mohla tvořit nepropojenost motorických center a řečových center, kdy dojde k poruše jemné motoriky jazyka potřebné pro správnou artikulaci a plynulou řeč (Corballis, 1991). Dyslexie má zase s velkou pravděpodobností genetickou povahu (vazba na ní byla zjištěna u devíti chromosomálních lokusů). Diskutuje se i o vlivu prostředí *in utero*, nejvíce o vlivu hormonu testosteronu (stejně jako u levorukosti), který by vysvětloval i častější výskyt dyslexie u chlapců než u dívek. Dyslexie se, stejně jako levorukost, také objevuje častěji v rodinách trpících imunologickými problémy (Koukolík, 2012).

Prostor se dá definovat jako určení trojrozměrné struktury objektu (Koukolík, 2012). Česká pedagožka a psycholožka Pokorná (2010) dělí prostorově-orientační schopnosti na dva typy, a to vnímání prostoru samotného a představu o prostoru. Vnímání prostoru a s ním spojená orientace v něm jsou silně determinovány vnímáním zrakovým. Kvalita schopnosti orientace v prostoru 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). Pod prostorovými dovednostmi se rozumí vnímání prostoru a jeho složek jako je hloubka, vzdálenost objektů, směr, tvary nebo pozice objektů v prostoru. Se samotným vnímáním je úzce spojena i představa prostoru, jeho složek a mentální manipulace s ním (Koukolík 2012; Orel, 2009; Sternberg, 2009).

Poznatky ohledně specializovaných funkčních oblastí pravé mozkové hemisféry nejsou tak jasné a dobře zmapované jako oblasti levé hemisféry pro řeč a jazyk. Přesto se na základě nejrůznějších experimentů a výzkumů poruch drtivá většina vědců shoduje na několika schopnostech, které u člověka s typickou lateralitou mozkových hemisfér zpracovává pravá hemisféra. Jednou z těchto schopností jsou i prostorově-orientační dovednosti. Ty se zjišťují například skrze studie, při nichž jsou probandům zadávány prostorově-orientační úkoly a při jejich plnění je měřeno prokrvení hemisfér (Andrew, 2002). Výzkumníci začali v minulých desetiletích sestavovat hypotézy mluvící o vlivu lateralizace na verbální a neverbální schopnosti a tím pádem o rozdílech v dovednostech mezi leváky a praváky.

Jedna z těchto hypotéz předpokládá výhodu praváků ve verbálních dovednostech, protože mají v drtivé většině vyjádřenou lateralizaci funkčních oblastí pro řeč a jazyk, zatímco u leváků není lateralizace tolik vyjádřena. Teoretický základ, který má tuto hypotézu podpořit, hovoří o výhodě, kterou by způsobilo umístění oblasti pro zpracování tak složitých procesů jakými jsou lidský jazyk a řeč do jedné hemisféry. Těto výhodě nahrávají i teorie o fylogenezi lidského jazyka a řeči jako dalším stupni rozvinutých gest, které souvisejí s motorikou. To by totiž mohlo značit výhodu lateralizace funkčních oblastí pro jazyk a řeč právě do levé hemisféry, která ovládá u praváků jejich vedoucí ruku.

Další 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 vytíženosti levé hemisféry praváků, kteří mají v levé hemisféře výrazně lateralizované oblasti pro jazyk a řeč, tudíž na užívání pravé hemisféry a jejích funkčních oblastí „nezbývá kapacita“. V tomto ohledu by tedy měli mít leváci výhodu pro dovednosti neverbální. 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.

Cíl

Cílem této studie byl vstup do diskuze na témata lateralita a fenomén vedoucí ruky. Cílem testování bylo zjistit potenciální rozdíly mezi leváky a praváky, konkrétně u dětí ve věku 10 a 11 let, a to ve verbálních a prostorově-orientačních dovednostech. Testované verbální dovednosti byly rozděleny na jazykově-analytické testy, které byly zadávány papírovou formou, a na slovní produkci. Testování schopnosti představy o prostoru a orientace v něm mělo taktéž písemnou formu. Dosažená skóre v testech byla následně statisticky analyzována.

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: Vliv vedoucí ruky bude rozdílný mezi chlapci a dívkami.

H6: Vliv pohlaví bude rozdílný mezi leváky a praváky.

Metodika

Testování proběhlo na deseti českých veřejných základních školách s dětmi ve věku 10 a 11 let. Toto věkové rozmezí bylo zvoleno z toho důvodu, že podobná studie s českými žáky nebyla v době tohoto testování známa. V 10 letech by mělo dítě mít téměř plně rozvinutou hrubou i jemnou motoriku. Co se týče jeho psychického vývoje, tak by mělo v tomto věku mít rozvinutou schopnost pozornosti a vytrvalosti. Také by mělo disponovat velkým rozsahem slovní zásoby, rozvinutou artikulací a být schopné zaměřovat se při řešení úkolů na detaily (Langmeier, Krejčířová, 2006). Také by v tomto věku již měl být ustálen vztah mezi pohyby rukou a zrakem (Květoňová-Švecová, 2000). Dítě v tomto věku by mělo mít vyjádřenou preferenci vedoucí ruky (Synek, 1991). Zároveň jsou na veřejných základních školách v České republice děti na I. stupni vyučovány podle Rámcového vzdělávacího programu pro předškolní vzdělávání (<http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/ucebni-dokumenty> – odkaz zhlédnut 6. 10. 2019), takže by měly nabývat na všech školách srovnatelných znalostí a dovedností. 5. třída a částečně 4. třída, do kterých děti v 10 a 11 letech spadají, jsou posledními ročníky před tím, než se někteří z žáků rozhodnou pokračovat na nižších gymnáziích, kde se již osnovy a hloubka probírané látky mohou více lišit. 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. Výsledky dvou chlapců leváků nebyly zahrnuty do statistické analýzy z důvodu diagnostikované dysgrafie a dyslexie. Výsledky jednoho chlapce praváka nebyly

zařazeny do statistické analýzy z důvodu diagnostikovaného Aspergerova syndromu. Informace o diagnózách byly poskytnuty od třídních učitelů těchto žáků. Výsledky dívky s nevyjádřenou vedoucí rukou a chlapce s rozdílnou preferencí rukou pro psaní a pro ostatní úkoly taktéž nebyly do statistické analýzy zařazeny. Do statistické analýzy tedy vstoupily výsledky od 132 žáků, z toho 69 dívek a 63 chlapců v rozmezí 10 až 11 let (průměr = 10,4; směrodatná odchylka = 0,49). Všechny četnosti ve vzorku jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2.

Tabulka 1. Absolutní četnosti pro celý vzorek

věk	četnost		
10 let	81		
11 let	51		
pohlaví	věk – četnost		
dívka	69	10 let	44
		11 let	25
chlapec	63	10 let	37
		11 let	26
vedoucí ruka			
levák	62	10 let	36
		11 let	26
pravák	70	10 let	45
		11 let	25

Poznámka: N = 132

Tabulka 2. Absolutní četnosti pro skupiny podle pohlaví i vedoucí ruky

	četnost	věk – četnost	
dívka levák	31	10 let	20
		11 let	11
dívka pravák	38	10 let	24
		11 let	14
chlapec levák	31	10 let	16
		11 let	15
dívka pravák	32	10 let	21
		11 let	11

Pro určení vedoucí ruky byla zvolena modifikovaná verze zkoušky laterality od českých dětských psychologů Matějčka a Žlaba (1972). Úlohy byly přizpůsobeny současným požadavkům na bezpečnost a hygienu při testování (vypuštěna byla úloha s jehlou a úloha, ve které bylo potřeba se žáků dotýkat) a dále byla zařazena pouze jedna úloha na principu vkládání jednoho předmětu do druhého z původního setu úloh ze zkoušky laterality. Testování bylo doplněno o tři úlohy z dotazníku Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) a záznam o vedoucí ruce během psaní. Všechny úlohy jsou uvedeny v tabulce č. 3. Žáci plnili celkem 9 úloh a psali, takže skórování zůstalo zachováno s výjimkou případu, kdy žák projevoval shodnou vedoucí ruku pro všechny úlohy vyjma psaní. Výsledky takového žáka nebyly zařazeny do statistické analýzy.

Tabulka 3. Seznam úloh

Psaní	Stříhání papíru*
Vkládání korálků do nádoby	Odemykání zámku klíčem
Házení míčku do krabice	Stlačení plastové nádoby
Dotknutí se nosu	Demonstrace výšky
Otevírání víčka*	Česání vlasů hřebenem*

Poznámka: * – úloha z Edinburgh Handedness Inventory

Pro testování byly použity úlohy z testů dětských schopností, jejichž autorem je Václav Fořtík, bývalý předseda Mensy ČR, koordinátor tzv. Dětské mensy a zakladatel Centra nadání. Při výběru úloh byl zohledněn i typ úloh používaný v podobných zahraničních studiích, srozumitelnost a co největší nezávislost na specifických znalostech dětí. Žáci odpovědi vybírali buď z předem daných možností, nebo je vymýšleli sami a vepisovali přímo do testovací sady. Sada testující orientaci v prostoru obsahovala úlohy na identifikaci prostorových vztahů, perspektivu a mentální rotaci struktur v prostoru (2D i 3D). Maximální počet bodů byl 17. Sada testující jazykově-analytické dovednosti zahrnovala úlohy na doplňování slov do vět, doplňování písmen do slov, jazykové přesmyčky a tvorbu slov z písmen. Maximální počet bodů za výsledky byl 23 a jeden bod za každé vytvořené slovo v úloze na vytváření slov ze zadaných písmen. Žáci pracovali samostatně a vepisovali odpovědi přímo do testovacích sad. Žáci napřed vyplnili sadu testů s úlohami jazykově-analytickými a následně s úlohami prostorově-orientačními. Na každou sadu měli 20 minut. Každá správná odpověď v obou sadách byla ohodnocena jedním bodem. Za špatné odpovědi nebyly žádné body strhávány. Pro testování slovní produkce byl použit test verbální fluence, který vychází z anglické verze testu se zkratkou Chicago Word Fluency Test. Tento test sestavený americkým psychologem L. Thurstonem pro pacienty s mozkovým postižením má českou obdobu od neuropsychologa Preisse (2006). Test je založený na úkolu vyjmenování slov z určité kategorie v časovém úseku (obvykle v jedné minutě). Kategorii je nejčastěji myšleno počáteční písmeno (v české verzi se pracuje s písmeny N, K a P). V této studii žáci tvořili slova na písmena K a P. Každé vyjmenované slovo bylo ohodnoceno jedním bodem.

Záskaná data byla statisticky analyzována v programu SPSS 22.0. Pro srovnání závislých proměnných (v této studii jimi byly dosažené skóre z jednotlivých úloh) mezi skupinami byla použita metoda několikánásobné analýzy rozptylu zvaná MANCOVA a zvoleny výsledky ze statistického testu Pillai's trace (statistika Pillai's trace je považována robustní a odolnou proti nedodržení předpokladů pro statistickou metodu MANCOVA). Fixními proměnnými byly v této studii pohlaví a vedoucí ruka. Dále byl sledován vliv věku jako další fixní, doprovodné proměnné (kovariátu). Hladina významnosti (p) byla stanovena na 0,05. Zjišťoval se možný vliv pohlaví, vedoucí ruky a věku na výkon v jednotlivých testech. Dále se v analýze testovalo, zda případný vliv dominantní ruky na výsledek v určitém testu nebyl jiný u dívek a jiný u chlapců a zda vliv pohlaví nebyl jiný u leváků a jiný praváků. Hodnota R kvadrátu vynásobená 100 udává, kolik procent variability v závislé proměnné vysvětluje statistický model v testovaném souboru (velikost účinku/efektu). Zvolený model v této studii vysvětloval 4,3 % variability tohoto souboru u jazykových testů, 10,3 % u slovní produkce a 6,8 % u prostorově-orientačních úloh. Hodnota adjustovaného R kvadrátu udává odhad, kolik procent variability by model vysvětloval, pokud by testování bylo provedeno na populaci, ze které byl testovaný soubor vzat. Odhadovaná procenta variability, která tento model vysvětloval pro populaci, byla 1,3 % u jazykových testů, 7,4 % u slovní produkce a 3,9 % u prostorově-orientačních úloh.

Před statistickou analýzou bylo provedeno ověření předpokladů pro statistickou metodu MANCOVA. Vizualizaci histogramů a boxplotů a skrze použití z-skórů nebyly odhaleny odlehle hodnoty v datech. Skrze Durbin-Watsonův test bylo zkontrolováno dodržení předpokladu nezávislosti reziduí (reziduál = odchylka predikované od skutečné hodnoty závislé proměnné). Dodržení předpokladu normálního rozdělení reziduí bylo ověřeno skrze Shapiro-Wilkův test. Předpoklad náhodného výběru nebyl vzhledem k poměru leváků a praváků v populaci dodržen. Skrze velikost souboru (N > 30) se však lze odvolat na centrální limitní větu. Ta říká, že pokud N > 30, pak se výběrové rozdělení blíží normálnímu.

Výsledky

Výsledky MANCOVY pro statistiku Pillai's trace, do níž skóre v jednotlivých testech vstupovaly jako závislé proměnné, pohlaví a dominantní ruka jako (fixní) proměnné a věk coby kovariát, neukázaly signifikantní vliv pohlaví na výkon v zadávaných testech, Pillai's trace = 0,029, $F(3, 125) = 1,240$, $p = 0,298$. Signifikantní vliv na výkon v zadávaných testech nebyl nalezen ani ve vlivu vedoucí ruky, Pillai's trace = 0,028, $F(3, 125) = 1,216$, $p = 0,307$. 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 = 0,004, $F(3, 125) = 0,175$, $p = 0,913$. Byl nalezen signifikantní vliv věku na výkon v zadávaných testech, Pillai's trace = 0,136, $F(3, 125) = 6,582$, $p < 0,001$.

Jak znázorňuje tabulka 4, věk signifikantně ovlivnil všechny zadávané úkoly. Signifikantní vliv byl nalezen jak pro jazykově-analytické testy, $F(1, 127) = 4,585$, $p < 0,050$, tak pro slovní produkci, $F(1, 127) = 10,332$, $p < 0,005$, a i pro prostorově-orientační úlohy, $F(1, 127) = 7,703$, $p < 0,005$. Co se týče pohlaví, byl nalezen mírný trend ve vlivu pohlaví na slovní produkci, $F(1, 127) = 2,519$, $p = 0,115$. Mírný trend byl nalezen i ve vlivu vedoucí ruky ve slovní produkci, $F(1, 127) = 2,641$, $p = 0,107$. Velikost efektu (udávaná hodnotou R Squared) je spíše zanedbatelná u všech výsledků.

Tabulka 4. Výsledky pro jednotlivá skóre

	vliv pohlaví		vliv vedoucí ruky		vliv věku	
	F	p	F	p	F	p
A	1,41	0,24	0,00	1,00	4,59	0,03
B	2,52	0,16	67,00	0,11	10,33	0,00
C	0,79	0,38	3,31	0,41	7,70	0,01

Poznámka: F – F statistika (testovací kritérium), p – p hodnota, A – jazykově-analytické testy, B – slovní produkce, C – prostorově-orientační testy

Korelace provedené za účelem post-hoc testů ukázaly, že starší děti si signifikantně lépe vedly v jazykově-analytických testech, $r = 0,180$, $p < 0,050$, slovní produkci, $r = 0,253$, $p < 0,005$, i prostorově-orientačních testech, $r = 0,237$, $p < 0,050$ (r = Pearsonův korelační koeficient). Korelace byly u nominálních proměnných provedeny skrze „nakódování“ těchto proměnných jako čísla. Korelace ukázaly, že dívky si vedly v úloze slovní produkce lépe než chlapci, $r = 0,180$, $p = 0,160$, a praváci si vedli ve stejné úloze lépe než leváci, $r = 0,124$, $p = 0,158$. U obou případů se jednalo pouze o trend. Obecně není doporučováno provádět post-hoc testy pro trendy. Výsledky z nich jsou zde uvedeny spíše pro přehlednost výsledků včetně tabulek 5 až 8 s průměry pro jednotlivé skupiny s upozorněním, že se v obou případech nejednalo o signifikantní výsledek.

Tabulka 5. Průměry a směrodatné odchylky v dosažených skórech v jednotlivých úlohách mezi dívkami a chlapci

	dívky				chlapi			
	mean	SD	min.	max.	mean	SD	min.	max.
věk	10,36	0,49			10,41	0,50		
jazykově-analytické testy	12,99	4,96	2	22	12,05	5,18	5	24
slovní produkce	23,50	4,98	13	35	22,18	5,69	12	33
prostorově-orientační testy	4,65	2,31	0	9	4,40	2,31	0	10

Poznámka: mean – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, min. – minimální hodnota, max. – maximální hodnota

Tabulka 6. 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	0,50			10,36	0,48		
jazykově-analytické testy	12,58	5,05	2	24	12,50	5,13	2	21
slovní produkce	22,17	5,20	13	32	23,49	5,45	12	35
prostorově-orientační testy	4,73	2,09	0	10	4,36	2,24	0	9

Tabulka 7. 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	5,00	2	22	13,69	4,96	5	24
slovní produkce	21,80	5,19	12	33	24,57	5,21	12	35
prostorově-orientační testy	4,12	2,14	0	9	5,18	2,08	2	10

Tabulka 8. 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	0,49	10,37	0,49	10,48	0,51	10,34	0,48
jazykově-analytické testy	13,06	4,84	12,92	5,12	12,10	5,28	12,00	5,17
slovní produkce	22,94	5,30	23,95	4,73	21,40	5,06	22,94	6,22
prostorově-orientační testy	4,9	2,39	4,45	2,39	4,55	1,98	4,25	0,08

Diskuze

Testováním vzájemného působení proměnných nebyla shledána interakce vedoucí ruka – pohlaví jako signifikantní. To znamená, že vliv vedoucí ruky na dosažená skóre v testech nebyl jiný u dívek a jiný u chlapců. Taktéž vliv pohlaví nebyl rozdílný mezi leváky a praváky. Opačné zjištění by nemělo oporu v teorii ani by se neshodovalo s výsledky dále uvedených studií. Pro všechny výsledky byla nalezena zanedbatelná velikost účinku, kdy statistický model vysvětloval pouze od 1,3 do 10,3 % variability. To znamená, že výsledky ovlivňovaly i jiné faktory nezahrnuté do této studie.

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 vzorku nebyly zahrnuti 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). Dvanáctiletí žáci a starší nebyli zahrnuti 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 sedmiletých (http://www.demografie.info/?cz_detail_clanku&artclID=715 – odkaz zhlédnut 1. 6. 2016) a výzkum probíhal v období leden – únor, je možné 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 většiny žáků pátých tříd) s podobnými typy úloh, kterou lze předpokládat zejména jako důsledek nacvičování rozdílových zkoušek pro přijímací řízení na nižší gymnázia. Pro jedenáctileté tak mohlo být 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 Preisse (2001). V této studii činil rozdíl v průměrném počtu produkovaných slov během jedné minuty pro dvě různá písmena mezi desetiletými a jedenáctiletými dětmi 3 slova u chlapců a 3,5 slova u dívek (v této studii činil rozdíl mezi průměry 2,77).

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 neuropsychologa Kulišáka (2011) měřitelná i v 11 letech. Rozdíl mezi průměry činil 1,32. V českém výzkumu Preisse činil rozdíl mezi průměry mezi chlapci a dívkami 2 slova u desetiletých dětí a 2,5 u jedenáctiletých dětí. Ve francouzské longitudální 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 tomto 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 v britské studii Cheyneho a kol. (2010). V této studii měly děti za úkol doplňovat slova do vět, což byla i jedna z úloh v testu použitém v tomto výzkumu. Ani v řecké 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. Lze se domnívat,

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 tohoto 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. Langmeier a Krejčířová (2006) tvrdí, že v úkolech, kde je zapotřebí vizuálně prostorová představivost začínou dosahovat chlapci lepší výsledků než dívky právě mezi jedenáctým a třináctým rokem. Nebyl zjištěn kolísající vliv pohlaví mezi leváky a praváky (tzn., že zjištěný vliv pohlaví na výsledky v úlohách platil pro leváky i praváky stejně).

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. 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 bez potřeby rychlé artikulace, panuje největší konsenzus, což se potvrdilo i na mém vzorku. 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 výzkumu (Dellatolas a kol., 2003) byla slovní produkce ověřována podobným způsobem jako v tomto 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 pravoruké dívky. Nicméně na tomto 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 motoriku, konkrétně artikulaci. Svědčí o tom i fakt, že v žádné studii nebyly nalezeny rozdíly mezi leváky a praváky v jinak testovaných jazykových dovednostech, včetně této. Neexistuje ani žádný teoretický podklad pro to, že by praváci disponovali větší slovní zásobou. Corballis (1991) hovoří o možné výhodě v motorice, kterou by přinášela lateralizace motorických center pro vedoucí ruku a řečových center do shodné hemisféry, a tou disponují ve větší míře praváci. Je tedy možné, že praváci vynikají v motorické expresi slov (oproti nevhodně lateralizovaným jedincům, jimiž jsou ve větším poměru leváci). Svědčily by o tom například artikulacíní 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 další francouzský 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 byl zjištěn rozdíl mezi těmito dvěma skupinami 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 tohoto 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 lateralizovanými do stejné hemisféry jako motorická centra pro vedoucí ruku těchto

jedinců, 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.

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

Ve prospěch leváků hovořil nigerijský 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. V kanadském 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 představu orientace v prostoru. Bylo tím 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 ovlivňoval, jelikož jeho vliv není v analýze ošetřen. Z posledně zmiňované studie například nevyplývá, jak byl ošetřen vliv pohlaví. Dále byla tato studie provedena mezi jedinci s velkým věkovým rozpětím, kdy není možné zcela ošetřit vliv zkušenosti s podobně koncipovanými úlohami.

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 obtíž 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 administrované testy v této studii mohou být proto považovány za ne 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 testované dovednosti) by možná mohla vysvětlovat velkou kolísavost zjištěných výsledků napříč studiemi. Prostorová orientace by tak zřejmě měla být testována skrze situace simulující skutečnou orientaci v prostoru. Všechna dosažená skóre vypovídají o velkých interindividuálních rozdílech mezi dětmi v tomto věku. Studie zmíněné v diskuzní části článku tento komponent neřeší, nicméně v publikacích zabývajících se vývojem psychologií je jev značných interindividuálních rozdílů podpořen (např. Langmeier, Krejčířová, 2006).

Závěr

Tato studie byla provedena na skupině žáků českých základních škol věku 10 a 11 let. Ty byly skrze předvedení deseti běžných činností rozřazeny na 62 leváků a 70 praváků. Písemnou formou byly testovány prostorově-orientační dovednosti a jazykově-analytické schopnosti, ústně byla testována slovní produkce. Do statistické analýzy vstupovaly výsledky ze souboru celkem 132 dětí, z toho 69 dívek a 63 chlapců. Statistické výpočty provedené skrze mnohonásobnou analýzu rozptylu ukázaly, že největší vliv na výsledky dosažené ve všech testech má věk ($p = 0,298$). Vliv pohlaví na výsledky byl nalezen pouze u slovní produkce, kdy dívky dosáhly lepších výsledků než chlapci, nicméně se nejednalo o signifikantní výsledek, ale o mírný trend ($p = 0,115$). Vliv vedoucí ruky byl taktéž zjištěn pouze v případě slovní produkce jako mírný trend, kdy praváci dosáhli lepších výsledků ($p = 0,107$). Nebylo zjištěno, že by pohlaví mělo jiný vliv na výsledky u leváků a jiný u praváků. Nebylo ani zjištěno, že by vedoucí ruka měla rozdílný vliv na výsledky u dívek a jiný u chlapců. Na všechny výsledky se vztahovala malá síla účinku.

Poznámka: Projekt byl schválen Etickou komisí Přírodovědecké fakulty UK (<http://web.natur.cuni.cz/flegr/irb.php>). Všichni žáci z výzkumného vzorku podepsali informovaný souhlas, stejně tak jejich zákonní zástupci, kteří udělili svůj souhlas s poskytnutím získaných dat v anonymizované verzi k vědecko-výzkumným účelům.

Poděkování

Výzkum byl finančně podpořen prostředky ze soutěže Specifický vysokoškolský výzkum Univerzity Karlovy v Praze.

Souhrn

Tento článek 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 leváky a praváky. Vztah mezi lateralitou mozkových hemisfér a vedoucí ruky není ale zdaleka tak přímočarý jak se myslelo v minulosti. Lateralita rukou i mozkových hemisfér je do určité části dědičná a dále může být ovlivněna řadou vnějších vlivů a jejich kombinací, a to ve více fázích života, ať už prenatalních, či postnatalních. Ze studie nevyplývá žádná výrazná výhoda ani pro leváky, ani pro praváky, a to v žádné zadané úloze. Jediný rozdíl byl zjištěn u výsledků z testování slovní produkce, kdy o něco lépe dopadli pravorucí žáci. Nicméně šlo o mírný trend, kde procento vysvětlované variability pro vzorek i pro populaci bylo zanedbatelné. Rozdíly mezi leváky a praváky ve zmíněných dovednostech řešila již řada studií, nicméně výsledky nebyly konzistentní. Zjištění z této studie ukázala zejména na velké interindividuální rozdíly mezi dětmi a na stále probíhající vývoj ve verbálních a prostorově-orientačních dovednostech ve věku 10 a 11 let. Mírně horší výsledek ve slovní produkci u leváků by mohl znamenat souvislost mezi leváctvím a horší schopností artikulace jakožto komponenty schopnosti motoriky v širším slova smyslu.

Klíčová slova: praváctví, leváctví, lateralita, děti, jazyk, řeč, prostorová orientace

Literatura

- Andrew, R. J. (2002). The earliest origins and subsequent evolution of lateralization. In: Rogers L. J., Andrew R. (Eds.), *Comparative vertebrate lateralization*. Cambridge University Press.
- Basavanna, M. (2000). *Dictionary of psychology*. Allied Publishers.

- Corballis, M. C. *The lopsided ape: evolution of the generative mind*. New York: Oxford University Press, 1991. [cit. 2. 3. 2016]. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/natl/Doc?id=10358286>
- Corballis, M. C. (2014). Left Brain, Right Brain: Facts and Fantasies. *PLoS Biology* 12(1): e1001767. Retrieved from doi: 10.1371/journal.pbio.1001767
- Cheyne, Ch. P., Roberts, N., Crow, T. J., Leask, S. J., & García-Fiñana, M. (2010). The effect of handedness on academic ability: a multivariate linear mixed model approach. *Laterality*, 15(4) 451-464.
- Dellatolas, G., De Agostini, M, Curt, F., Kremin, H., Letierce, A., Maccario, J., & Lellouch, J. (2003). Manual skill, hand skill asymmetry, and cognitive performances in young children. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, (8)4, 317-338.
- Dvořák, J. (2007). *Logopedický slovník: [terminologický a výkladový]*. 3. vyd. Žďár nad Sázavou: Logopedické centrum.
- Ecuyer-Dab, I., Tremblay, T., Joannette, Y., & Passini, R. (2005). Real-life spatial skills, handedness, and family history of handedness. *Brain and cognition*, 57(3), 219-221.
- Glade, B. A. & Bailey, J. M. (1995). Spatial ability, handedness, and human sexual orientation. *Psychoneuroendocrinology*, 20(5), 487-497.
- Koukolík, F. (2012). *Lidský mozek: [funkční systémy, norma a poruchy]*. 3. vyd. Praha: Galén.
- Králiček, P. (2011). *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3. vyd. Praha: Galén.
- Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie*. 2. vyd. Praha: Portál.
- Květoňová-Švecová, L. (2000). *Oftalmopedie*. 2. vyd. Brno: Paido.
- Langmeier, J. & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. 2. vyd. Praha: Grada.
- 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.
- Mellet, E., Zago, L., Jobard, G., Crivello, F., Petit, L., Joliot, M., ... Tzourio-Mazoyer, N. (2014). Weak language lateralization affects both verbal and spatial skills: An fMRI study in 297 subjects. *Neuropsychologia*, 65, 56-62.
- Mefoh, P. C. & Laraba, B. S. (2013). Gender differences versus hand preferences in spatial ability among a Nigerian sample. *Gender & Behaviour*, 11(1), 5096.
- Natsopoulos, D. & Xeromeritou, A. (1989). Verbal abilities of left-and right-handed children. *The Journal of psychology*, 123(2), 121-132.
- Natsopoulos, D., Kiosseoglou, G., Xeromeritou, A., & Alevriadou, A. (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.
- Natsopoulos, D., Koutselini, M., Kiosseoglou, G., & Koundouris, F. (2002). Differences in language performance in variations of lateralization. *Brain and language* 82(2) 223-240.
- Ocklenburg, S., Beste, C., Arning, L., Peterburs, J. & Güntürkün, O. (2014). The ontogenesis of language lateralization and its relation to handedness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 43, 191-198.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Orel, M. & Facová, V. (2009). *Člověk, jeho mozek a svět*. 1. vyd. Praha: Grada.
- Nowicka, A. & Tacikowski, P. (2011). Transcallosal Transfer Of Information And Functional Asymmetry Of The Human Brain. *Laterality*, 16(1), 35-74.
- Pokorná, V. (2010). *Teorie a náprava vývojových poruch učení a chování*. 4. vyd. Praha: Portál.
- Preiss, M. (2006). Verbální fluence. In: Preiss, M., Kučerová, H. (Eds.), *Neuropsychologie v psychiatrii*. 1. vyd. Praha: Grada.
- Preiss, M. (2001). Normy pro zkoušku verbální fluence u dětí. *Diagnostika a terapie poruch komunikace*, 4, 3–7.
- Reio, T. G., Czamolewski, M. & Eliot, J. (2004). Handedness And Spatial Ability: Differential Patterns Of Relationships. *Laterality*, 9(3), 339-358.
- Sternberg, R. J. (2009). *Kognitivní psychologie*. 2. vyd. Praha: Portál.
- Synek, F. (1991). *Záhady levorukosti: asymetrie u člověka*. 1. vyd. Praha: Horizont.
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie: dětství a dospívání*. 2. vyd. Praha: Karolinum.
- Winn P. (2003). *Dictionary of biological psychology*. Routledge,
- Žlab, Z. & Matějček, Z. (1972). *Zkouška laterality*. Bratislava: Psychodiagnostika.

Žáková, I. (2019). Preference ruky a její souvislost s verbálními a prostorově-orientačními dovednostmi u dětí. *Česká antropologie*, 69 (1-2), 15-21.