



UNIVERZITET U NIŠU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I EKOLOGIJU



**Milena M. Cvetković**

**KORELACIJA LATERALIZACIJE RUKE SA  
FENOTIPSKIM I KOGNITIVNIM  
KARAKTERISTIKAMA DECE**

Doktorska disertacija

Niš, 2019.



UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF SCIENCES AND MATHEMATICS  
DEPARTMENT OF BIOLOGY AND ECOLOGY



**Milena M. Cvetković**

**CORRELATION OF HAND LATERALIZATION  
WITH PHENOTYPIC AND COGNITIVE  
CHARACTERISTICS OF CHILDREN**

Doctoral Dissertation

Niš, 2019.

## Подаци о докторској дисертацији

Ментор:

др Перица Васиљевић  
редовни професор на Департману за биологију и екологију,  
Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу

Наслов:

Корелација латерализације руке са фенотипским и  
когнитивним карактеристикама деце

Резиме:

Латерализација горњих екстремитета, односно склоност да се једна рука чешће користи у односу на другу током извођења унимануелних радњи, јесте најочигледнији пример церебралне латерализације и одлика је хумане популације. Процентуална заступљеност десноруких особа у односу на леворуке је приближно 90%:10%, на глобалном нивоу. Заступљеност леворуких особа у знатно нижем проценту у односу на десноруке, полазна је основа за проучавање феномена латерализације. У овом истраживању латерализација руке је одређена на основу седам унимануелних вештина за чије је извођење неопходна прецизност. На основу анализе података одређени су правац и степен латерализације руке, као и ипсилатерална корелација са другим органима који показују латерализацију (нога, око, ухо). Циљ истраживања је био и утврђивање потенцијалне корелације латерализације руке са посматраним фенотипским и когнитивним карактеристикама испитаника и утврђивање предиктабилности латерализације руке у односу на посматране карактеристике. Утврђено је да је степен латерализације руке израженији код десноруких особа, код особа женског пола, а примећено је и да се касније устаљује, односно да је израженији код старијих испитаника у односу на млађе. Такође, виши степен латерализације указује и на израженију ипсилатералну корелацију са ногом, оком и ухом. Латерализација руке није предиктор брзине когнитивног процесуирања, али се може довести у везу са стиловима учења и стиловима мишљења. Заступљеност одређеног правца рукости у породицама испитника праћена је кроз три генерације сродства и указује на наследну основу, нарочито када је мајка леворука или леворукост потиче са мајчине стране. Од седам посматраних фенотипских карактеристика испитаника преклапање прстију шаке може да се доведе у директну везу са латерализацијом руке.

Научна област:	Биологија
Научна дисциплина:	Биолошка антропологија, Хумана генетика
Кључне речи:	латерализација, наслеђивање, адолесценти, фенотипске карактеристике, когнитивне карактеристике
УДК:	159.943.75:159.922.8 159.943.75:575.21
CERIF класификација:	B220; B460
Тип лиценце Креативне заједнице:	<b>CC BY-NC-ND</b>

## Data on Doctoral Dissertation

Doctoral  
Supervisor:

PhD Perica Vasiljević

Full professor, Department of Biology and Ecology, Faculty of  
Sciences and Mathematics, University of Niš

Title:

Correlation of hand lateralization with phenotypic and cognitive  
characteristics of children

Abstract:

The lateralization of upper limbs, i.e. the tendency to use one arm more often in comparison to the other one while performing unimanual actions is the most obvious example of cerebral lateralization and it represents a characteristic of human population. The percentage representation of right-handed persons in comparison to the left-handed is approximately 90%-10% on the global level. The representation of left-handed persons is significantly lower than the right-handed, which was taken as the basis of a lateralization phenomenon research. For the sake of this research, lateralization is defined through seven unimanual skills, the performance of which requires precision. Based on the data analysis, both direction and degree of lateralization, as well as ipsilateral correlation with other organs (leg, eye and ear) were defined. The aim of this research was also to determine the potential correlation of hand lateralization with the observed phenotypic and cognitive characteristics of examinees, as well as to predictability of hand lateralization in relation to observed characteristics. It was concluded that the lateralization degree is more expressed with the right-handed, as well as with females. What was also observed was that this characteristic is stabilized later in life, meaning it is more expressed with older examinees in comparison to the younger ones. In addition to that, the higher lateralization degree indicates a more expressed ipsilateral correlation with the legs, eyes and ears. Hand lateralization is not a predictor of cognitive process speed, but can be correlated to learning and thinking styles. The representation of handedness direction in examinees' families was observed through three generations of relatives and it indicates a genetic basis, especially in the cases of a left-handed mother or left-handedness in the mother's family. Among the observed phenotypic characteristics of the examinees (hair and eye color, ear lobe shape, Darwin's tubercle, finger overlapping, irregular articulation of the sound R, diastema), finger overlapping is the only characteristic that can be correlated to the hand lateralization.

Scientific  
Field:

Biology

Scientific  
Discipline:

Biological anthropology; Human genetics

Key Words:

lateralization, inheritance, adolescents, phenotypic characteristics,  
cognitive characteristics

UDC:

159.943.75:159.922.8


159.943.75:575.21

CERIF  
Classification:

B220; B460

Creative  
Commons  
License Type:

CC BY-NC-ND

	<b>ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ</b>	
	<b>КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА</b>	
Редни број, <b>РБР:</b>		
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>		
Тип документације, <b>ТД:</b>	монографска	
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	текстуални / графички	
Врста рада, <b>ВР:</b>	докторска дисертација	
Аутор, <b>АУ:</b>	Милена Цветковић	
Ментор, <b>МН:</b>	Перица Васиљевић	
Наслов рада, <b>НР:</b>	Корелација латерализације руке са фенотипским и когнитивним карактеристикама деце	
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	српски	
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	енглески	
Земља публикавања, <b>ЗП:</b>	Србија	
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	Србија	
Година, <b>ГО:</b>	2019.	
Издавач, <b>ИЗ:</b>	ауторски репринт	
Место и адреса, <b>МА:</b>	Ниш, Вишеградска 33.	
Физички опис рада, <b>ФО:</b> <small>(поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)</small>	8 поглавља; 146 страна; 164 цитата; 57 табела; 7 слика; 9 графика; 6 прилога	
Научна област, <b>НО:</b>	биологија	
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	Биолошка антропологија, Хумана генетика	
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	латерализација, наслеђивање, адолесценти, фенотипске карактеристике, когнитивне карактеристике	
<b>УДК</b>	159.943.75:159.922.8  159.943.75:575.21	
Чува се, <b>ЧУ:</b>	библиотека	
Важна напомена, <b>ВН:</b>		

Извод, **ИЗ:**

Латерализација горњих екстремитета, односно склоност да се једна рука чешће користи у односу на другу током извођења унимануелних радњи, јесте најочигледнији пример церебралне латерализације и одлика је хумане популације. Процентуална заступљеност десноруких особа у односу на леворуке је приближно 90%:10%, на глобалном нивоу. Заступљеност леворуких особа у знатно нижем проценту у односу на десноруке, полазна је основа за проучавање феномена латерализације. У овом истраживању латерализација руке је одређена на основу седам унимануелних вештина за чије је извођење неопходна прецизност. На основу анализе података одређени су правац и степен латерализације руке, као и ипсилатерална корелација са другим органима који показују латерализацију (нога, око, ухо). Циљ истраживања је био и утврђивање потенцијалне корелације латерализације руке са посматраним фенотипским и когнитивним карактеристикама испитаника и утврђивање предиктабилности латерализације руке у односу на посматране карактеристике. Утврђено је да је степен латерализације руке израженији код десноруких особа, код особа женског пола, а примећено је и да се касније устаљује, односно да је израженији код старијих испитаника у односу на млађе. Такође, виши степен латерализације указује и на израженију ипсилатералну корелацију са ногом, оком и ухом. Латерализација руке није предиктор брзине когнитивног процесуирања, али се може довести у везу са стиловима учења и стиловима мишљења. Заступљеност одређеног правца рукости у породицама испитника праћена је кроз три генерације сродства и указује на наследну основу, нарочито када је

Датум прихватања теме, **ДП:**

1.2.2019.

Датум одбране, **ДО:**

Чланови комисије, **КО:**

Председник:


Члан:

Члан:

Члан:

Члан, ментор:



	<b>ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ</b> <b>НИШ</b>
	<b>KEY WORDS DOCUMENTATION</b>
Accession number, <b>ANO</b> :	
Identification number, <b>INO</b> :	
Document type, <b>DT</b> :	monograph
Type of record, <b>TR</b> :	textual / graphic
Contents code, <b>CC</b> :	doctoral dissertation
Author, <b>AU</b> :	Milena Cvetković
Mentor, <b>MN</b> :	Perica Vasiljević
Title, <b>TI</b> :	Correlation of hand lateralization with phenotypic and cognitive characteristics of children
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian
Language of abstract, <b>LA</b> :	English
Country of publication, <b>CP</b> :	Serbia
Locality of publication, <b>LP</b> :	Serbia
Publication year, <b>PY</b> :	2019.
Publisher, <b>PB</b> :	author's reprint
Publication place, <b>PP</b> :	Niš, Višegradska 33.
Physical description, <b>PD</b> : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	8 chapters; 146 pages; 164 references; 57 tables; 7 pictures; 9 graphs; 6 appendixes
Scientific field, <b>SF</b> :	biology
Scientific discipline, <b>SD</b> :	Biological anthropology; Human genetics
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	lateralization, inheritance, adolescents, phenotypic characteristics, cognitive characteristics
<b>UC</b>	159.943.75:159.922.8  159.943.75:575.21
Holding data, <b>HD</b> :	library
Note, <b>N</b> :	

Abstract, <b>AB:</b>	<p>The lateralization of upper limbs, i.e. the tendency to use one arm more often in comparison to the other one while performing unimanual actions is the most obvious example of cerebral lateralization and it represents a characteristic of human population. The percentage representation of right-handed persons in comparison to the left-handed is approximately 90%-10% on the global level. The representation of left-handed persons is significantly lower than the right-handed, which was taken as the basis of a lateralization phenomenon research. For the sake of this research, lateralization is defined through seven unimanual skills, the performance of which requires precision. Based on the data analysis, both direction and degree of lateralization, as well as ipsilateral correlation with other organs (leg, eye and ear) were defined. The aim of this research was also to determine the potential correlation of hand lateralization with the observed phenotypic and cognitive characteristics of examinees, as well as to predictability of hand lateralization in relation to observed characteristics. It was concluded that the lateralization degree is more expressed with the right-handed, as well as with females. What was also observed was that this characteristic is stabilized later in life, meaning it is more expressed with older examinees in comparison to the younger ones. In addition to that, the higher lateralization degree indicates a more expressed ipsilateral correlation with the legs, eyes and ears. Hand lateralization is not a predictor of cognitive process speed, but can be correlated to learning and thinking styles. The representation of handedness direction in examinees' families was observed through three generations of relatives and it indicates a genetic basis, especially in the cases of a left-handed mother or left-handedness in the mother's family. Among the observed phenotypic characteristics of the examinees (hair and eye color, ear lobe shape, Darwin's tubercle, finger overlapping, irregular articulation of the sound R, diastema), finger overlapping is the only characteristic that can be correlated to the hand lateralization.</p>
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB:</b>	1.2.2019.
Defended on, <b>DE:</b>	
Defended Board, <b>DB:</b>	
President:	
Member:	
Member:	
Member:	
Member, Mentor:	

*Veliku zahvalnost dugujem svom mentoru, prof. dr Perici Vasiljeviću, na strpljivosti, angažovanju i velikoj podršci koju mi je pružio tokom izrade ovog rada. Počastvovana sam pruženom prilikom da sarađujem sa nekim ko je uporniji i predaniji od mene i ko me na taj način motiviše da budem još bolja u svemu što radim.*

*Neizmerno sam zahvalna i prof. dr Stevu Najmanu, ne samo na savetima i nesebičnoj stručnoj pomoći pri izradi ovog rada, već i na uvođenju u svet antropologije i usmeravanju ka pravim ciljevima i vrednostima.*

*Na uloženom iskustvu, znanju i vremenu, kao i na vrlo detaljnim i svrsishodnim komentarima i sugestijama tokom izrade i oblikovanja disertacije, veliku zahvalnost dugujem i prof.dr Ljubiši Đorđeviću.*

*Temelj ovog rada jesu deca, učenici niških osnovnih škola. Bez njihove saradnje, iako su sve posmatrali kao igru, ovaj rad ne bi uspeo. Zahvalna sam svojoj deci koja su dobrovoljno učestvovala u višednevnim aktivnostima, a zahvalnost dugujem i njihovim roditeljima, kao i stručnoj službi i direktorima škola na pruženoj podršci i saradnji.*

*Na kraju, a mom srcu najbitnije, veliku zahvalnost dugujem, do kraja života, svojoj porodici, suprugu i ćerkama, na безусловnoj ljubavi i strpljenju. Ovaj rad posvećujem vama, jer bez vas ne bih bila ono što jesam danas.*

*Zahvaljujem se i svim levorukim osobama-hvala što postojite, ovaj svet ne bi bio dovoljno zanimljiv bez vas!*

## LISTA SKRAĆENICA

ACT-aktivni stil učenja

CNS-centralni nervni sistem

DH-desnohemisferno

DZ-dizigotni blizanci

EHI- Edinburgh Handedness Inventory

fTCD- funkcionalna transkranijalna dopler ultrasonografija

GBG- teorija Geschwind-Behan-Galaburda

GLO-globalni stil učenja

GWAS-Genome-wide association study

HPQ- Hand Preference Questionnaire

ILS-Index of Learning Styles

INT-intuitivni stil učenja

L-D-levoruki/desnoruki

LH-levohemisferno

LM-levoruka majka

LO-levoruki otac

LPI- Lateral preference inventory

MBTI- Myer-Briggs Type Indicator

MRI-magnetizing resonance imaging

MZ-monozigotni blizanci

REF-reflektivni stil učenja

SEQ-sekvencionalni stil učenja

SNS-senzorni stil učenja

VIS-visuelni stil učenja

VRB-verbalni stil učenja

WHQ- Waterloo Handedness Questionnaire

# SADRŽAJ

<b>1. Uvod</b>	1
1.1. Evolucija rukosti	4
1.1.1. Utvrđivanje rukosti na fosilnim ostacima	4
1.1.2. Pećinska umetnost i lateralizacija ruke	5
1.1.3. Manuelna asimetrija kod ljudi u odnosu na ostale primata	7
1.2. Polimorfizam rukosti u humanoj populaciji	10
1.2.1. Demografske varijacije rukosti	10
1.2.2. Metode utvrđivanja rukosti	12
1.2.3. Rukost u korelaciji sa ostalim vidovima lateralizacije	15
1.2.4. Pravac i stepen lateralizacije u odnosu na uzrast	17
1.2.5. Socijalni pritisak na levoruke osobe	18
1.3. Nasledni i razvojni aspekti rukosti	20
1.3.1. Genetska osnova rukosti	20
1.3.2. Razvojni aspekti rukosti	22
1.4. Hemisferna lateralizacija mozga i rukost	25
1.5. Kognitivne sposobnosti i rukost	28
1.5.1. Kognitivne sposobnosti i hemisferna orijentisanost	28
1.5.2. Stilovi učenja i rukost	30
<b>2. Cilj istraživanja</b>	32
<b>3. Materijal i metode</b>	35
3.1. Uzorak	36
3.2. Protokol istraživanja	36
3.3. Procedura istraživanja	36
3.4. Obrada podataka	36
3.5. Instrumenti istraživanja	37
<b>4. Rezultati</b>	40
4.1. Uzorak u odnosu na rukost, pol, uzrast i mesto rođenja	41
4.2. Određivanje pravca i stepena lateralizacije ruke	42
4.3. Korelacija i predikcija veština u odnosu na lateralizaciju ruke	46
4.3.1. Korelacija veštine pisanja sa ostalim unimanuelnim veštinama	46
4.3.2. Korelacija opšte lateralizacije ruke sa unimanuelnim veštinama	48
4.3.3. Lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha	49

4.4.	Lateralizacija noge za izvođenje preciznih radnji	53
4.5.	Lateralizacija oka za prijem vizuelnih draži	55
4.6.	Lateralizacija uha za prijem auditivnih draži	57
4.7.	Lateralizacija u odnosu na uzrast	59
4.8.	Lateralizacija u odnosu na pol	63
4.9.	Kognitivne performanse i korelacija sa lateralizacijom ruke	67
4.9.1.	Vizuelna pažnja i brzina procesuiranja u odnosu na lateralizaciju	67
4.9.2.	Korelacija hemisfernosti i lateralizacije ruke	70
4.9.3.	Korelacija stilova učenja i lateralizacije ruke	73
4.10.	Familijarna transmisija lateralizacije ruke	77
4.10.1.	Korelacija perioda rođenja i lateralizacije ruke	80
4.11.	Fenotipske karakteristike ispitanika	81
<b>5.</b>	<b>Diskusija</b>	<b>84</b>
5.1.	Pravac i stepen lateralizacije ruke na ukupnom uzorku	85
5.2.	Korelacija lateralizacije ruke sa lateralizacijom noge, oka i uha	86
5.3.	Polni dimorfizam u odnosu na posmatrane vidove lateralizacije	88
5.4.	Razlike u lateralizaciji prema uzrasnim kategorijama ispitanika	89
5.5.	Zastupljenost određenog tipa lateralizacije ruke u porodicama ispitanika	90
5.6.	Fenotipske karakteristike ispitanika i korelacija sa lateralizacijom ruke	90
5.7.	Korelacija lateralizacije ruke i kognitivnih karakteristika ispitanika	92
<b>6.</b>	<b>Zaključak</b>	<b>95</b>
<b>7.</b>	<b>Literatura</b>	<b>97</b>
<b>8.</b>	<b>Prilozi</b>	<b>112</b>
8.1.	Prilog 1-Antopološki list	113
8.2.	Prilog 2-Upitnik o lateralizaciji ruke, noge, uha i oka	114
8.3.	Prilog 3-TMT-A test	115
8.4.	Prilog 4-Upitnik o familijarnoj transmisiji rukosti	116
8.5.	Prilog 5-Upitnik o stilovima mišljenja i ponašanja	117
8.6.	Prilog 6-Upitnik o stilovima učenja	118
	<b>Izvod</b>	<b>122</b>
	<b>Summary</b>	<b>124</b>
	<b>Biografija i bibliografija autora</b>	<b>126</b>
	<b>Izjave autora</b>	<b>129</b>

## **1. UVOD**

---

"Možemo samo da zaključimo da desna strana  
generalno odgovara onome što je u redu.  
Fizički ili na neki drugi način nekoordinisane osobe se  
nazivaju *gauche* [orig. *linkisch*, 'leftish'-levaci],  
i možemo s pravom da mislimo da nešto sa njima jednostavno nije u redu."

(Braun R. Die Linkshändigkeit und ihre Diagnose.

Klinische Wochenschrift. 1941;20:665–669.)

(Gutwinski i sar., 2011)

Lateralizacija gornjih ekstremiteta je osobina svojstvena humanoj populaciji i verovatno je jedna od najviše proučavanih vidova bihevioralne lateralizacije. Međutim, malo je vidljivih, fenotipskih karakteristika koje su toliko stigmatizovane kroz ljudsku istoriju kao što je korišćenje leve ruke. Levorukost se dugo smatrala grehom, nečim nepoželjnim i nepodobnim, čak jeresom. U srednjem veku povezivala se sa đavolom i veštičarenjem, svime što je loše, dok u devetnaestom i prvoj polovini dvadesetog veka dobija epitet fenomena koji je vezan za neku abnormalnost ili poremećaj. Ovakvi stavovi su često dovodili do prevežbavanja rukosti. Drugom polovinom dvadesetog veka, međutim, u vezu sa levorukošću dovode se viši nivo inteligencije, nadarenost za sport i umetnost, a neretko se navode i imena istaknutih ličnosti koji su bili ili jesu levoruki. Ipak, levorukost, kao ređe zastupljena osobina u humanoj populaciji, koja se bez izuzetka javlja u svim društvima, svim kulturama i bez obzira na etničku pripadnost i dalje predstavlja misteriju.

Jedan od problema pri proučavanju fenomena rukosti jeste kako je definisati. Definisanje rukosti kao sposobnosti korišćenja leve/desne ruke za pisanje je prevaziđeno. Razloge za to pre svega treba tražiti u činjenici da se dominacija određene ruke javlja uporedo sa ranim razvojem bipedalizma, kao i da je prisutna i u savremenom društvu u kome još uvek postoji izvestan procenat nepismenih, pa je ne treba vezivati direktno za proces pisanja. Prema tome, rukost bi trebalo definisati kao sposobnost korišćenja određene ruke za izvođenje finih, preciznih motornih radnji pri čemu je jedna ruka uvek dominantnija u odnosu na drugu, bez obzira da li se govori o bimanuelnim ili unimanuelnim zadacima. Bitna karakteristika rukosti jeste da je fenotipski očigledna, time i merljiva. Može se zapaziti kroz jednostavne zadatke, ali



njen stepen izraženosti treba tražiti pre svega u kompleksnim zadacima koji zahtevaju veštinu i preciznost.

Ako se krene od podatka da se levorukost evolutivno rano javila u humanoj populaciji, da egzistira bez izuzetka u svim društvima bez obzira na etničku, versku i polnu pripadnost, a da ipak nije eliminisana prirodnom selekcijom iako je zastupljena u niskom procentu, može se izvesti zaključak da nije sama po sebi štetna, već jednostavno ređa ljudska karakteristika. Koje pogodnosti ili nedostatke sa sobom nosi, ako ih uopšte i nosi, predmet je mnogih istraživanja. Zbog kompleksnosti samog fenomena rukosti, ovo istraživanje je usmereno na utvrđivanje moguće veze između rukosti i pojedinih fenotipskih osobina, rukosti i kognitivnih sposobnosti, kao i na utvrđivanje familijarnog trenda. Rukost se tako može označiti i prediktorom drugih karakteristika specifičnih za ljudsku populaciju.

## 1.1. Evolucija rukosti

Dominacija određene ruke za izvođenje unimanuelnih zadataka je fenomen koji nije odlika samo savremenog društva, već i preistorijskih ljudskih zajednica, kada pismo još uvek nije bilo razvijeno. U vezi s tim, Frayer i sar. (2012) su, u svojim studijama fosilnih nalaza hominina, ukazali da se prevalenca desnorukosti pojavljuje pre približno pola miliona godina. Ipak, određivanje rukosti na fosilnim ostacima nije moguće ostvariti direktnom opservacijom manipulisanja, pisanja ili drugih aktivnosti, kako bi se inače merila kod današnjih ljudi (Peters, 1995; Annett, 2009). Sve do sada sprovedene studije o upotrebi ruku ljudskih predaka vezuju se za arheološke nalaze, kao što su kosti, oruđe, oružje i ostali artefakti.

### 1.1.1. Utvrđivanje rukosti na fosilnim ostacima

Saznanja o tome da su i preci današnjeg, savremenog čoveka pokazivali polimorfizam u odnosu na rukost počela su ispitivanjem razvoja bipedalizma, kao i specifične morfologije ljudske ruke i jedinstvene prirode njenog funkcionisanja (Cashmore et al., 2008). U početku, svrha ispitivanja gornjih ekstremiteta bila je određivanje odnosa anatomije ruke i sposobnosti iste u izradi i upotrebi oruđa i oružja, dok je manje pažnje posvećeno tome šta građa ruku govori o rukosti. Prvi primer seta kostiju ruke hominina koji se povezuju sa upotrebom kamenog oruđa proučen je otkrićem fosila OH 7 (*Homo habilis*), po čemu je ova novootkrivena vrsta i dobila naziv (Leakey et al., 1964). Napier (1962) sugeriše da se današnji način korišćenja ruke mogao javiti već kod ove vrste s obzirom na složeniju morfologiju. Međutim, određivanje rukosti kod ove vrste je uglavnom bilo osujećeno nedostatkom nekih kostiju. KNM-WT 15000 (*Homo ergaster*) je primer bolje očuvanog skeleta, poznat i kao *Nariokotome Boy* (Cashmore et al., 2008), kod koga je bilo moguće analizirati rukost merenjem dužine kostiju ruku i određivanjem mogućeg položaja mišića. Walker i sar. su 1993. na osnovu tih podataka odredili da je *Nariokotome Boy* bio dešnjak. Otkriće *Homo neanderthalensis* pružilo je više materijala za analizu praistorijske rukosti, pa je utvrđeno da je kod njih dominiralo dešnjaštvo (Steele, 2000; Steele & Uomini, 2005). Ipak, nedostajuće ili fragmentirane kosti ruku, naročito šaka, dovode u pitanje mogućnost određivanja rukosti na osnovu istih.

Jedan od indirektnih načina određivanja rukosti jeste proučavanje "šara" na zubima nastalih tokom ishrane, koje imaju određenu lokaciju i orijentaciju, uglavnom na sekutićima i očnjacima (de Castro et al., 1988). Navedeni autori su, kod hominina iz srednjeg pleistocena utvrdili dominantnu desnorukost, a na osnovu šara na zubima. Fox i Frayer su (1997),

proučavajući zube neandertalaca iz Krapine, na osnovu "desnoruke šeme" na zubima odredili šest desnorukih individua od sedam proučenih. Revizijom krapinskih neandertalaca (Fiore et al., 2015), raniji nalazi su potvrđeni, ali je dodata još jedna levoruka individua (odnos 7:2). Time je procenat zastupljenosti desnorukih neandertalaca u uzorku iz Krapine približno 90%, što odgovara i savremenoj procentualnoj zastupljenosti desnorukih u humanoj populaciji.

Fosilizovani ostaci lobanje mogu takođe, mada na indirektan način, da upute na to koju su ruku preferirali hominini. Lobanja može da pruži podatke o strukturi, organizaciji i veličini mozga hominina, čime bi se eventualno odredile govorne mogućnosti. Na osnovu pretpostavke da rukost i govorne sposobnosti proizilaze iz istog mehanizma hemisferne lateralizacije (Crow, 1998a; Cashmore et al., 2008), podaci o govornim mogućnostima mogu da pruže uvid u rukost. Podaci o lateralizaciji mozga, odnosno neuroanatomskoj vezi između motornog korteksa mozga koji utiče na rukost sa jedne i vokalnog aparata sa druge strane, doveli su do nekih istraživanja (Corballis, 2003) koja su predlagala koevolucionu vezu između dve za ljude jedinstvene osobine—proizvodnje i razumevanja jezika i dominantnog korišćenja jedne ruke. Fiore (2015) navodi da rukost može da se posmatra kao odgovor na lateralizaciju mozga, a time i na jezičku sposobnost.

### 1.1.2. Pećinska umetnost i lateralizacija ruke

Pećinska umetnost može da pruži interesantne podatke o rukosti predaka savremenog čoveka. Najzanimljiviji su otisci šaka u pećinama *Cosquer Cave* i *Gargas Cave*, pronađenih u dva regiona južne Francuske (Clottes, 1998; Cashmore et al., 2008; Cvetković i sar., 2015b). Otisci šaka, kao najbrojnije od svih formi preistorijske umetnosti na kamenu, mogu da ukažu na preferiranje ruke ljudskih predaka. Dominacija ruke se može uslovno utvrditi putem *otiska šake* i *matrice šake*.

Otisak šake se dobijao premazivanjem dlana bojom i oslanjanjem na kamen, pri čemu se dobija tzv. pozitiv otiska. Matrica šake se dobija tako što „umetnik” postavlja šaku na kamen, a potom premazuje boju *oko* ruke, praveći tzv. negativ. Smatra se da otisci šaka mogu da ukažu na dominantnu, a matrice na nedominantnu ruku. Ipak, Pager i sar. (1991) smatraju da bi pozitivni mogli da potiču i od dominantne i od nedominantne ruke, što ih ne čini dobrim indikatorima rukosti, dok postoji mogućnost da matrice potiču od nedominantne ruke. Istraživanja pozitivna i negativna šaka ipak ukazuju na dominaciju desnorukih u populaciji.



**Slika 1. Prikaz matrica šaka iz pećine Gargas**

*Photo: HeinrichWendel (The Wendel Collection, Neanderthal Museum)-preuzeto sa donsmaps.com/gargas*



**Slika 2. Prikaz matrica šaka iz pećine Gargas**

*Photo: HeinrichWendel (The Wendel Collection, Neanderthal Museum)-preuzeto sa donsmaps.com/gargas*

Jedna od metoda za utvrđivanje praistorijske rukosti, mada po nekim autorima diskutabilna (Cashmore et al. 2008), jeste i određivanje dominantne ruke praistorijskih umetnika na osnovu orijentacije životinja nacrtnih u pećinama. Willcox je 1959. izneo pretpostavku da su životinje čije je lice okrenuto udesno verovatno nacrtnane od strane levoruke osobe, i to sa udelom od čak 50.6% (u Evropi), odnosno 62.3% (u Aziji).



**Slika 3. Lascaux Licorne, France**

*Pećina Lasko, Francuska (preuzeto sa <http://www.decouvrir-la-france.com/dordogne/grotte-lascaux.htm>)*

Iako je ovakav trend (lice okrenuti udesno kada crtaju levoruke osobe, odnosno ulevo kada crtaju desnoročke osobe) proveren kod školske dece (Perello, 1970; Pager et al. 1991; Cashmore et al. 2008), ovako visok procenat levorukih osoba, naročito kada se uporedi sa ostalim podacima o levorukosti, deluje malo verovatan.

### **1.1.3. Manuelna asimetrija kod ljudi u odnosu na ostale primata**

Ako se krene od pretpostavke da red primata ima zajedničkog pretka, rukost savremenog čoveka bi mogla da se posmatra i kroz eventualno prisustvo unimanuelnih sposobnosti kod današnjih čovekolikih majmuna. Naime, njihove šake pokazuju sličnost sa ljudskim šakama u smislu morfologije i određenih sposobnosti-mogu da manipulišu predmetima (Byrne et al, 2001; Cashmore et al., 2008), ali mogu i da proizvode i koriste jednostavne predmete, odnosno oruđe (Goodal, 1964). Lateralizacija ruke današnjih čovekolikih majmuna često je razlog debata između onih koji negiraju bilo kakvo prisustvo lateralizovane rukosti i onih koji podržavaju prisustvo unimanuelnih sposobnosti kod čovekolikih majmuna (Boesch, 1991).

Postoje četiri osnovne teorije o razvoju rukosti kroz liniju primata:

**a-Teorija o posturalnom poreklu** (engl. '*postural origins theory*')

Teorija, koju su postavili MacNeilage i sar. (1987), posmatrajući način ishrane majmuna, predlaže da je lateralizovanost proizišla iz adaptacije na unimanuelnu ishranu primitivnih primata. Autori naglašavaju da se leva ruka uglavnom koristila za hvatanje i doseganje hrane, dok je desna korišćena za manipulaciju predmetima (Cashmore et al., 2008). MacNeilage i sar. smatraju da je leva ruka bila specijalizovana za vizuelno vođene pokrete, dok je desna imala funkciju posturalne podrške.

**b-Teorija bipedalizma** (engl. '*bipedalism theory*')

Ova teorija upućuje na mogućnost da je asimetrija rukosti kod ljudi u vezi sa pojavom bipedalizma, koji bi tako mogao direktno da vodi do pojave rukosti i hemisferne lateralizacije mozga. Naime, napuštanje kvadripedalnog položaja i zauzimanje manje stabilnog bipedalnog (manja posturalna podrška, viši centar gravitacije) moglo je da učini balansiranje težim i kompleksnijim, što bi dovelo do razvoja cerebralnih veština. Lateralizacija bi tako bila selektovana kao rešenje za cerebralne sposobnosti (Sanford et al., 1984; Falk, 1987; Westergaard et al., 1998; Cashmore et al., 2008). Prema ovoj teoriji, kada su u dvonožnom položaju, primati mogu da pokažu preferiranje jednog od gornjih ekstremiteta.

**v-Teorija kompleksnosti zadatka** (engl. '*task complexity theory*')

Ovu teoriju su formulisali Fagot i Vauclair (1991). Ovi autori smatraju da se rukost, odnosno preference za korišćenje jedne ruke, razvila iz kompleksnosti zadatka. Ova kompleksnost mogla je da bude u vezi sa preciznošću, delovanjem, novinom, brojem koraka koji su potrebni da bi se izvršio neki zadatak, brojem elemenata koji se kombinuju, sekvencama delovanja i sl. Prema ovoj teoriji, što je zadatak kompleksniji, to je i lateralizacija izraženija (Cashmore et al., 2008).

**g-Teorija upotrebe oruđa** (engl. '*tool-use theory*')

Ova teorija proizilazi iz pretpostavke da se rukost razvila kao adaptacija na bimanuelnu koordinaciju za proizvodnju i upotrebu oruđa (Frost, 1980; Provins, 1997; Cashmore et al., 2008). Kognitivne sposobnosti za upotrebu oruđa se povećavaju i tako utiču na lateralizaciju mozga i rukost.



Uprkos mnogobrojnim istraživanjima u oblasti evolucije rukosti, još uvek nije poznat način niti period pojave ovog fenomena u humanoj populaciji. Činjenica da se rukost kod naših najbližih rođaka iz grupe primata ne javlja u obliku u kom se javlja u humanoj populaciji otvara pitanje kako se, kada i gde razvila unimanuelna sposobnost hominina. Jedan od problema koji se javlja pri proučavanju današnjih čovekolikih majmuna jeste mesto proučavanja njihovog ponašanja-da li je to u divljini ili zarobljeništvu.



**Slika 4. Šimpanze u divljini (a)**

**i u zarobljeništvu (b)**

(a- <http://elementarium.cpn.rs/teme/kameno-doba-simpanze/>; b- Yerkes National Primate Research Center near Atlanta,

*(The Scientist, septembar 2014 Issue)*

Kada se proučavanje vrši na terenu, u divljini, obično se posmatraju svakodnevni, uobičajeni pokreti koji pokazuju slabiju lateralizovanost (Hopkins & Cantalupo, 2005), dok se majmunima u zarobljeništvu uglavnom postavljaju kompleksniji zadaci koji zahtevaju izraženiju lateralizovanost (Rothe, 1973). Osim lokacije, postavlja se pitanje i koje se aktivnosti posmatraju i na kolikom uzorku. Hopkins (2006) navodi da je malo istraživanja sa dovoljno velikim uzorkom na osnovu kojih bi mogli da se dobiju značajni statistički podaci. Iako čovekoliki majmuni pokazuju izvesni nivo lateralizovanosti, verovatno je potrebno standardizovati metodologiju istraživanja i veličinu uzorka (Cashmore et al., 2008). Takođe, svi dobijeni podaci o lateralizaciji čovekolikih majmuna uglavnom upućuju na određeni pravac lateralizacije ruke, ali ne i na stepen lateralizacije.

## 1.2. Polimorfizam rukosti u humanoj populaciji

Što više proučavamo evoluciju kičmenjaka, sve je važnija, široko rasprostanjena i duboko razvijena funkcionalna asimetrija [kao što je rukost].

Ako je tako sveprisutna, morala bi da bude bitna.

*Peter MacNeilage, University of Texas at Austin*

*(On the Other Hand; By Bob Grant | September 1, 2014; The Scientist, Cover story)*

Na osnovu arheoloških i paleontoloških nalaza, može se zaključiti da se dominacija određene ruke za izvođenje unimanuelnih zadataka javila rano u ljudskoj filogeniji. Sa evolucione perspektive, ako ni jedna varijansa ne pokazuje naglašenu prednost u odnosu na drugu, očekivana raspodela bi bila 50%:50% (Ghirlanda et al., 2009; Gutwinski, 2011), odnosno, kada bi bilo koji od dva oblika rukosti bio pogodniji sa evolutivnog stanovišta, drugi, manje "poželjan", bi polako nestajao (Raymond et al., 1996; Gutwinski, 2011). Ipak, oba oblika rukosti već dugo opstaju u ljudskoj populaciji, pa je danas opšte prihvaćeno da je oko 90% ljudi desnoruko, odnosno da je oko 10% levoruko (McManus, 2009).

### 1.2.1. Demografske varijacije rukosti

Iako je evidentno da je levorukost prisutna u svim društvima, bez obzira na versku, etničku ili bilo koju drugu pripadnost, podaci o procentualnoj zastupljenosti istih se bitno razlikuju. Razlog je najverovatnije u različitosti zadataka koji se koriste za testiranje rukosti, što može da dovede do teškoća prilikom poređenja populacija u odnosu na dominaciju ruke. Raymond i Pontier su (2004) izvršili meta-analizu 81 istraživanja u kojima su zadaci bili bacanje (lopte npr.) i zakucavanje (korišćenje čekića i eksera), u 14 zemalja Amerike, Evrope, Azije, Australije i Afrike. Opseg dominacije leve ruke bio je 5%-25.9%. Ovakve varijacije postoje i kada se samo posmatra koja se ruka koristi za pisanje. U uzorku od 12000 ispitanika iz 17 zemalja 2.5%-12.8% je levoruko (Perelle & Ehrman, 1994). Tabela 1 prikazuje procenat zastupljenosti levorukih osoba u određenim delovima sveta. U Srbiji je zastupljenost levorukih osoba 5-10% posmatrano od razvijenijih ka manje razvijenim područjima, verovatno pod kulturološkim uticajem (Bojanin, 1985), pri čemu se najniži procenat levorukih javlja upravo u privredno manje razvijenim regionima. Neke studije pokazuju da je taj



procenat 7.6% (Milenković i sar., 2004) na uzorku od 2546 dece, odnosno 9.97% na uzorku od 1354 dece (Cvetković i Vasiljević, 2015).

**Tabela 1. Procentualna zastupljenost levorukih u različitim delovima sveta**

Lokacija	Godina istraživanja	Ispitanici	Uzrast ispitanika (X)	Broj ispitanika	Pol ispitanika	Procenat levorukih u uzorku	Reference
Japan, Kyoto	1934	Učenici osnovni škole	10.05	1029	Oba	6.4	Komai i Fukuoka, 1934 *
USA, Yale univerzitet	1946	Studenti	18	407	ženski	11.5	Witennborn, 1946*
UK, Hull	1970	Studenti	18	2321	oba	10.7	Annett, 1970*
Brazil, Niteroi	1989	Studenti i osoblje fakulteta	36	959	oba	8.25	Brito i sar., 1989*
Sudan, Khartoum	1993	Studenti	22.4	753	oba	8.8	De Agostini i sar., 1997*
Nigeria	1994	Neodređena (negroidna) populacija	23.4	250	oba	16.05	Perelle i Ehrman, 1994*
Australia	1994	Neodređena (bela) populacija	25.25	586	oba	16.9	Perelle i Ehrman, 1994*
Srbija, Niš	2010	Učenici	11	1354	oba	9.97	Cvetković i Vasiljević., 2015
Bugarska, Varna	2014	Učenici, studenti	19.8	600	oba	7,25	Stoyanov i sar., 2014

\*preuzeto iz Raymond & Pontyer, 2004

Takođe, beleže se i varijacije u zastupljenosti levorukosti u odnosu na pol. Procenat levorukih žena je manji u poređenju sa levorukim muškarcima, kako pokazuju pojedine studije (Raymond & Pontier, 2004). S druge strane, postoje i istraživanja koja se ne slažu sa ovakvim tvrđenjem (Bourassa, 1996; De Agostini et al., 1997; Kalichman et al., 2008; Stoyanov et al.,

2014). Statistička analiza, koju je predstavio Tan (1988) pokazuje da su ženske osobe izraženije lateralizovane (izraženije levoruke i izraženije desnoruke) u odnosu na muški pol, dok Sommer i sar. (2008) beleže, vršeći meta-analizu, da muškarci imaju 25% veću verovatnoću da budu levoruki. Ipak isti autori ističu i da postoji velika heterogenost u dobijenim podacima, verovatno zbog kulturološkog uticaja.

Kako navodi McManus (2009), geografske varijacije jesu prisutne, pa je ponekad lakše utvrditi zastupljenost levorukih/desnorukih na nivou jedne države, nego poređenjem više njih. Mogući razlog za to je metod istraživanja od strane jednog ili grupe istraživača na nacionalnom nivou.

### 1.2.2. Metode utvrđivanja rukosti

Rukost se može posmatrati sa dva osnovna aspekta: kao pravac lateralizacije (ulevo/udesno), i kao stepen lateralizacije. Pravac rukosti objašnjava da li je osoba levoruka ili desnoruka, dok stepen rukosti ukazuje da li je osoba slabije lateralizovana (blizu ambidekstralnosti) ili je izraženo lateralizovana (McManus, 1991). Ambidekstralnost je podjednaka sposobnost ruku za vršenje određenih radnji i izuzetno je retka (Annett, 1970; Donaldson & Johnson, 2006), odnosno jako je teško detektovati je. Smatra se da se kreće u opsegu 0-2% i da je osnovni razlog tome što je, iako u ovom slučaju mogu da se podjednako koriste obe ruke, jedna uvek dominantnija (Satz et al., 1989; Perelle & Ehrman, 1994; Gutwinski, 2011). Time, kao što je prethodno navedeno, način na koji se određuju pravac i stepen rukosti (posmatranje jedne ili više karakteristika koje su u vezi sa unimanuelnim zadacima) može uticati na konačne rezultate. Za određivanje dominacije ruke, pisanje kao jedini kriterijum je loš kriterijum, jer je mnogo levorukih naučeno da koristi desnu ruku (Rife, 1939). Pisanje je veština koja se uči, pa prema tome može biti pod uticajem kulture i sredine (Donaldson & Johnson, 2006). Da bi se izuzeo isključivi uticaj sredinskih faktora, za utvrđivanje rukosti se koriste razne vrste upitnika ili se rukost određuje posmatranjem ponašanja u zadatim situacijama. Često korišćeni upitnici, od kojih su neki vremenom prošli i reviziju, su:

a) ***Edinburgh Handedness Inventory-EHI*** (Oldfield, 1971)

Oldfield je (1971) predložio upitnik od 10 pitanja, kao jednostavan i kratak metod određivanja rukosti pomoću kvantitativne skale. Upitnik traži od ispitanika da stave znak + u kolonu R (*right*-ako za navedenu radnju koriste desnu ruku) ili u kolonu L (*left*-ako za navedenu radnju koriste levu ruku). Unimanuelni zadaci koji su navedeni u ovom upitniku su: pisanje, crtanje,

bacanje, makaze (korišćenje makaza), četkica za zube (kojom rukom ispitanik drži četkicu za zube), korišćenje noža (bez viljuške), držanje kašike, držanje metle (gornja ruka), paljenje šibice (u kojoj ruci je palidrvce), otvaranje kutije/tegle (kojom rukom se drži poklopac). Ovom upitniku je dodao i dva pitanja u vezi sa lateralizacijom oka i noge: "Kojom nogom šutiraš?" i "Kojim okom gledaš kada koristiš samo jedno oko?".

b) **Hand Preference Questionnaire-HPQ** (Marian Annett, 1970)

Upitnik je koncipiran tako da traži od ispitanika da odgovori na 12 pitanja sa *right* (desna [ruka]) ili *left* (leva [ruka]), u zavisnosti od toga koju ruku koristi za određeni zadatak. Za razliku od EHI upitnika, HPQ ima mogućnost da se odgovori sa *either* (leva ili desna [ruka]), što daje više prostora za određivanje ne samo pravca, već i stepena lateralizacije. U upitniku se navode sledeća pitanja: "Kojom rukom pišeš?", "Kojom rukom gađaš da pogodiš metu?", "Kojom rukom držiš reket za tenis?", "Kojom rukom držiš palidrvce da bi ga upalio?", "Kojom rukom držiš makaze da bi sekao?", "Kojom rukom držiš konac da bi ga uvukao u iglu?", "Koja ruka ti je vodeća dok držiš metlu?", "Koja ruka ti je na vrhu lopate kada sklanjaš pesak?", "Kojom rukom deliš karte?", "Kojom rukom zakucavaš ekser (kojom rukom držiš čekić)?", "Kojom rukom držiš četkicu dok pereš zube?", "Kojom rukom držiš poklopac dok otvaraš teglu?". U okviru upitnika su još dva pitanja koja traže od ispitanika da napišu da li postoji bilo koja aktivnost, a nije navedena u upitniku, za koju koriste levu ruku ako za sve gore navedene koriste isključivo desnu i obrnuto.

c) **Waterloo Handedness Questionnaire-WHQ** (Steenhuis & Brayden, 1980-1990)

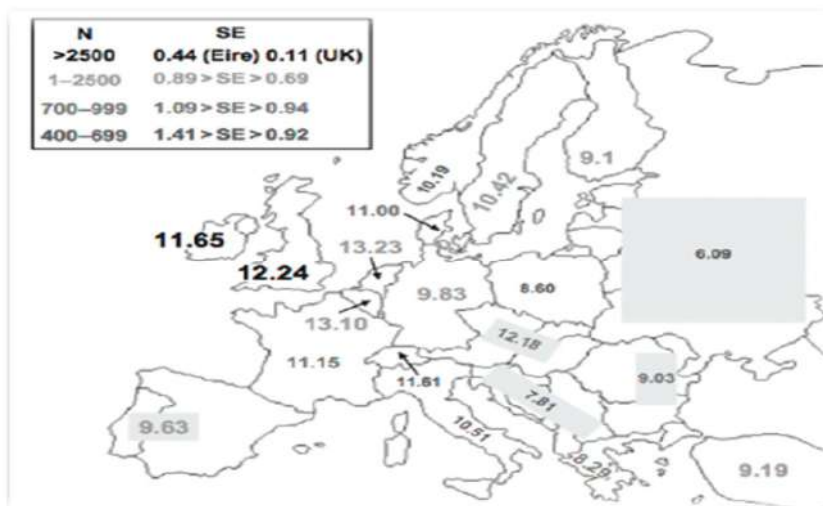
WHQ je jedan od često korišćenih upitnika koji je u svojoj prvoj verziji imao 60 pitanja, da bi kasnije imao više revizija. Prvi revidirani upitnik je imao 36, potom 12 pitanja, da bi konačna verzija sadržala 32 pitanja (Brayden, 2015). WHQ upitnik pruža više mogućnosti, odnosno ispitanik može da odgovori sa Ra ili La (*Right always*-uvek desna [ruka], *Left always*-uvek leva [ruka]), Ru ili Lu (*Right usually*-uglavnom desna [ruka] ili *Left usually*-uglavnom leva [ruka]) i sa Eq (*Equally often*-podjednako često). Pored uobičajenih pitanja, koja se javljaju i u gore navedenim upitnicima, postoje i npr. "Koju ruku smatraš jačom?", "Kojom rukom držiš težak predmet?", "Kojom rukom uzimaš papir sa stola?" i sl. Takođe, na kraju upitnika su dva dodatna pitanja "Da li postoji razlog da ne koristiš svoju dominantnu ruku za navedene aktivnosti (npr. zbog povrede)?" i "Da li si imao posebnu obuku ili ohrablјivanje za korišćenje određene ruke za neke aktivnosti?". Oba pitanja traže objašnjenje od strane ispitanika.

d) **Lateral preference inventory-LPI** (Coren, 1993)

Koren je (1993) u svom radu "*The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness: Norms for young adults*" predstavio kratak

upitnik od 16 pitanja koja su podeljena u četiri grupe od po četiri pitanja, a u vezi su sa lateralizacijom ruke, noge, oka i uha. Pitanja koja se koriste za određivanje lateralizacije ruke se odnose na način pisanja, bacanja lopte, korišćenja gumice za brisanje i deljenje karata; za određivanje lateralizacije nogu pitanja se odnose na precizno šutiranje lopte, penjanje na kutiju/stolicu; lateralizacija oka se određuje pitanjima koja se odnose na korišćenje jednog oka za gledanje kroz teleskop ili otvor na vratima, dok se lateralizacija uha određuje pitanjima kao što su "Koje uho koristiš da slušaš radio?" ili "Koje bi uho stavio na nečije grudi da čuješ otkucaje srca?". Ponuđeni odgovori su *Right* (desna/desno), *Left* (leva/levo) i *Either* (obe/bilo koja).

Razvojem tehnologije, sve se češće koriste on-line verzije upitnika koji mogu da obuhvate veći broj ispitanika širom sveta. Neke od prvih studija koje su uključile veliki broj ispitanika, a da istraživači nisu imali direktan kontakt sa ispitanicima, je studija Nacionalne geografije (engl. *National Geographic*), koji je (1986) imao istraživanje o zastupljenosti levorukosti kod svojih čitalaca širom SAD-a, i internet istraživanje BBC-a (Peters et al., 2006; McManus, 2009).



**Slika 5. Učestalost levorukih u različitim evropskim zemljama, na osnovu BBC istraživanja**

(preuzeto iz *The history and Geography of human handedness*, McManus, 2009)

U istraživanju Nacionalne geografije je učestvovalo 513 304 žena i 664 203 muškaraca prosečnih godina 43,3. Utvrđeni procenat levorukosti u tom uzorku bio je 9,4% (ženski pol) i 7,1% (muški pol). Opsežno internet istraživanje se desilo i pod pokroviteljstvom BBC-a, u periodu februar-maj 2005, kada je, između ostalog, tražen i odgovor na pitanje "Kojom rukom

(prirodno) pišete?". Više od pola miliona ljudi se odazvalo ovom internet istraživanju, pa je na osnovu njega napravljena i mapa geografske rasprostranjenosti levorukosti (McManus, 2009), prikazana na Slici 5.

Takođe, na internetu (<http://www.brainmapping.org/shared/Edinburgh.php>) je dostupna i on-line verzija modifikovanog Edinburg upitnika (Cohen, 2008). Ovaj upitnik, pored standardnih pitanja iz Edinburg upitnika, ima i dodatna, kao što su "Kojom rukom držiš kompijuterski miš?", "Kojom rukom držiš čašu?", "Kojom rukom otključavaš vrata?". Evaluacija odgovora, u smislu određivanja indeksa lateralizacije, u rasponu od -100 (za levoruke) do +100 (za desnoruke), je odmah dostupna.

U vezi sa dominacijom ruke, a time i problemima koji mogu da nastupe prilikom određivanja pravca i stepena lateralizacije, Coren (2012) u svojoj knjizi opisuje četiri moguća tipa radnji u odnosu na veštinu ruke: prvi tip radnji su one za koje je neophodna veština, kao što su pisanje, crtanje, bacanje i sve radnje za koje je neophodna preciznost. Drugi tip su radnje koje zahtevaju manju preciznost, tzv. radnje dohvaćanja (*reaching actions*), kada nije toliko bitno da li ćemo npr. knjigu sa stola uzeti levom ili desnom rukom. Treći tip su radnje za koje je prevashodno potrebna snaga (*power actions*), kada se takođe ne izražava jasna dominacija određene ruke nad drugom, npr. prilikom nošenja teškog tereta. I poslednji tip su bimanuelne radnje, kada je određenu radnju neophodno izvesti sa obe ruke. Zato je bitno, kako navodi Coren, da se pri određivanju tipa rukosti (pravca i stepena lateralizacije) uzimaju u obzir samo one radnje koje ukazuju na precizne veštine ruke.

### 1.2.3. Rukost u korelaciji sa ostalim vidovima lateralizacije

Ako se uzme u obzir da je pisanje kao jedini kriterijum za određivanje rukosti-loš kriterijum (Rife, 1939), u istraživanjima koja se bave lateralizacijom ruke često se kao mera koriste i drugi vidovi ekspresije lateralizacije, kao što je precizno bacanje. Ranije se bacanje uzimalo kao dobar kriterijum za određivanje rukosti kod muškaraca, ali kao lošiji kriterijum kod žena, kod kojih se pak češće posmatrao način provlačenja konca kroz iglu (Rife, 1939). Ipak, određivanje lateralizacije nije okrenuto samo ka proučavanju dominacije određene ruke. Pokazalo se da lateralizacija postoji i kada se posmatraju drugi simetrični organi, kao što su dominacija određene noge, uha (dominacija za prijem auditivnih draži) i oka (dominacija za prijem vizuelnih draži), kao i da rukost može da bude u značajnoj korelaciji sa navedenim vidovima asimetrije.

U humanoj populaciji kod oko 60% ljudi dominira desno uho, 70% desno oko, 80% desna noga i oko 90% desna ruka (Porac & Coren, 1981; Saudino & McManus, 1998). Lake i Brayden su (1976) zapazili višu korelaciju u lateralizaciji prijema auditivnih draži između dece i njihovih majki, nego između dece i očeva. Isti autori (Lake & Brayden, 1976) beleže da žene sa familijarnom levorukošću imaju viši nivo dominacije levog uha za prijem draži bez obzira na sopstvenu rukost, dok kod osoba koje nemaju familijarnu levorukost lateralizacija se podudara sa rukošću. Ipak, kako beleži Coren (2012), lateralizacija uha je najmanje u korelaciji sa ostalim vidovima lateralizacije, odnosno da je oko 63% ljudi sa ipsilateralnom dominacijom ruke i uha.

Zocolotti (1978) i McManus (1998) ističu da je dominacija određenog oka za prijem draži nasledna, odnosno da je jedna strana češće dominantna za vizuelne stimuluse i u korelaciji je sa rukošću (Oldfield, 1971; Ocklenburg et al., 2010; Gutwinski, 2011). Zastupljenost osoba sa dominantnim korišćenjem levog oka je 21-23% u južnoj Evropi, u severnoj Evropi taj procenat je oko 32%, dok je u ukupnoj mediteranskoj populaciji zastupljenost žena sa dominantnim levim okom viša nego kod muškaraca, sa odnosom 23.6%:21% (Chernigovskaya et al., 2005). Ipak Bourassa (1996) ističe da ne postoje jasni dokazi da se dominacija oka ili korelacija oko/ruka razlikuju značajno među polovima. Coren (2012) beleži podatak da oko 74% ljudske populacije ima jednostranu dominaciju ruka-oko, što je ipak slabija korelacija nego pri odnosu ruka-noga.

Procenat muškaraca kod kojih je dominantnija leva noga je viši nego kod žena, a ipsilateralni odnos ruka-noga je izraženiji kod muškaraca (Chernigovskaya et al., 2005). U vezi sa tim je i podatak (Nachshon et al., 1983) da više žena nego muškaraca, kao i više osoba negroidnog nego kavkazoidnog tipa, pokazuje varijabilnost u preferiranju određene noge. Desnorukost je češće u asocijaciji sa dominacijom desne noge, dok kod levorukih ne postoji tako izražena korelacija ni sa jednom nogom (Oldfield, 1971; Gutwinski, 2011). Istraživanja Gabarda (Gabbard, 1991, 1992, 1996) pokazuju da je preferiranje određene noge kod dece 3-5 godina starosti manje izraženo nego preferiranje određene ruke, odnosno, kako autor navodi, značajna stabilizacija u dominaciji određene noge se dešava nešto kasnije, između 8. i 11. godine života. Isto istraživanje (Gabbard, 1996) sugeriše da je kod mlađih osoba još uvek slabo izražena dominacija određene noge, za razliku od odraslih individua, kod kojih ta dominacija postaje stabilna, kao i da je dominacija određene ruke dva puta izraženija nego dominacija određene noge kod mlađih ispitanika.

Osobe koje češće koriste levu nogu pokazuju bolje rezultate u raznim interaktivnim i neinteraktivnim sportovima, što može da ukaže na bolju koordinaciju i brzinu, ali i strateške prednosti (Tran & Voracek, 2016). Dominacija određenog oka ili noge (Coren, 2012) može biti jako značajna kod određenih sportova gde je potrebna preciznost (npr. šutiranje lopte, ciljanje u streličarstvu, mačevanje). Carey i sar. (2001) su imali zanimljivu studiju o korišćenju leve/desne noge. Naime, mnogi fudbaleri tvrde da mogu da koriste obe noge sa podjednakom frekvencijom i efikasnošću. U vezi sa tim, autori su izvršili analizu korišćenja noge kod 236 fudbalera koji su učestvovali na svetskom kupu u Francuskoj 1998. (*World Cup '98, France*). Zapažili su da fudbaleri imaju veštinu da podjednako efikasno koriste obe noge kada za to imaju priliku, mada češće koriste dominantniju (levu ili desnu) nogu, pa se može zaključiti da je dominacija ipak biološko svojstvo, pre nego stvar naučene veštine.

#### **1.2.4. Pravac i stepen lateralizacije u odnosu na uzrast**

McManus i sar. (1988) ističu da je lateralizacija, koja se posmatra kroz pravac i stepen, izraženija kod odraslih osoba nego kod dece. Naime, u svom istraživanju McManus i sar. postavljaju pitanje da li se pravac i stepen lateralizacije menjaju kod dece tokom rasta. U studiji sa decom 3-7 godina starosti, navedeni autori (McManus et al., 1988) zaključuju da su levoruka deca slabije lateralizovana, kao i da su mlađa deca slabije lateralizovana u odnosu na stariju decu, bez obzira na rukost. Ovako izraženiji nivo stepena lateralizovanosti kod starije dece autori povezuju sa aktivnostima kao što su pisanje i čitanje, a koje počinju da se razvijaju između 5. i 7. godine.

Brayden (2015) navodi da je kod levoruke dece preferiranje određene ruke slabije izraženo, odnosno da, u uzrastu oko 8. godine, koriste levu, desnu ili obe ruke za izvođenje određenih radnji. Kako levoruke osobe odrastaju, tako se i povećava broj zadataka za koje navode da ih obavljaju levom rukom, mada je izraženost lateralizacije ruke kod njih slabija u odnosu na desnoruke (Brayden et al., 2000; Cavill & Brayden, 2003; Scharoun & Brayden, 2015). Proizilazi da se pravac rukosti ispoljava rano u detinjstvu (McManus et al, 1988; Scharoun & Brayden, 2015), verovatno pod uticajem genetskih faktora, dok se stepen lateralizacije uspostavlja u narednih nekoliko godina. Viši stepen lateralizacije se javlja usled sve češćeg izvođenja unimanuelnih radnji (upotreba raznih alata, pisanje), a može biti rezultat iskustva i razvoja motornih veština (Scharoun & Brayden, 2015), što dovodi do ispoljavanja jače tendencije za korišćenjem određene ruke.

Može se izvesti zaključak da postoje tri osnovna perida u razvoju dece koja su u vezi sa pravcem i stepenom rukosti, kao i da su učenje, uvežbanost i iskustvo osnovne komponente koje utiču na sva tri stadijuma (Scharoun & Brayden, 2015). Mlađa deca (3-5 godina) pokazuju slabiji nivo preferiranja određene ruke, što posebno važi za levoruku decu. Nešto starija deca (do 10 godina) imaju izraženiju lateralizovanost, odnosno više se oslanjaju na jednu ruku, posebno u zadacima gde se zahteva viši nivo preciznosti i definisane motorike. Kod starije dece, iznad 10 godina, stepen lateralizacije postaje stabilniji, usled različitosti u izvođenju kompleksnih i manje kompleksnih zadataka, uvežbanih motornih veština, zbog kontakta sa različitim objektima ili zadacima, i zavisno od okruženja i individualnih karakteristika (Scharoun & Brayden, 2015). S tim u vezi i Singh i sar. (2001), posmatrajući decu od 4-11 godina u Indiji, ističu da se stepen, ne i pravac, menja sa uzrastom, odnosno da postaje izraženiji kod starije dece.

Ipak, studije o lateralizovanosti ruke, od ranog detinjstva do adolescencije, nisu postigle konsenzus oko toga kada se preferiranje ruke ustaljuje. Pojedini autori (McManus et al., 1988; Brayden, 2015) navode da se pravac rukosti "fiksira" oko treće godine, dok se stepen ispoljava između treće i sedme, naročito devete godine. Porac i sar. su (1980) pratili promene tokom godina sa stanovišta lateralizacije ruke, noge, oka i uha na uzorku od 1964 osobe starosti 8-100 godina. Rezultati su pokazali da broj desnorukih osoba raste sa godinama, na osnovu čega su navedeni autori postavili hipotezu o mogućem postojanju socijalnog pritiska, naročito za pisanje.

### **1.2.5. Socijalni pritisak na levoruke osobe**

Kroz istoriju humane populacije levorukost je često stigmatizovana i povezivana sa negativnim osobinama ili lošim navikama (Milenković i sar., 2005). Do 1960, kako navodi Gutwinski (2011) bilo je uobičajeno prevežbavati levoruke da koriste desnu ruku, pre svega za pisanje. Često je vršen pritisak na levoruke osobe da pređu u dešnjaštvo, a u pojedinim delovima sveta takav uticaj i dalje postoji. Teng i sar., 1976, beleže da u Kini postoji jak socijalni pritisak da se desna ruka koristi za upotrebu pribora za jelo i pisanje, što smanjuje procenat u korišćenju leve ruke za te aktivnosti u odnosu na druge zadatke. Iako je savremeni stav neuropsihologije da se prevežbavanje može vršiti samo do četvrte godine i samo u izuzetnim slučajevima (napr. pri povredi dominantne ruke), prevežbavanje levorukih u desnoruke, naročito za pisanje, i dalje je prisutno (Milenković i sar., 2005). Ne postoje podaci



o socijalnom ili familijarnom uticaju (pritisku) kada je u pitanju npr. bacanje, kao što je to slučaj sa recimo pisanjem ili korišćenjem određeno ruke tokom jela (De Agostini et al., 1997; Raymond & Pontier, 2004). Studije od 1913. do 1976. (Brayden, 2015) ukazuju na to da se socijalni pritisak vremenom smanjivao u zapadnoj kulturi, brže nego u istočnoj. Kako Dellatoras i sar. (1988) i Llaurens i sar. (2008) ističu, u Francuskoj se desio nagli porast broja levorukih u odnosu na pisanje (tzv. "generacijski efekat"), što jasno upućuje na viši nivo edukacije u vezi sa lateralizacijom ruke tokom druge polovine 20. veka.

McManus (2009) smatra da postoje dve vrste socijalnog pritiska na levoruke osobe-direktni i indirektni. *Direktni socijalni pritisak* podrazumeva direktni uticaj na levoruke osobe da promene dominaciju ruke, pre svega za pisanje. Međutim, ovakav pritisak utiče samo na promenu fenotipa, ne i genotipa, tako da osobe i dalje nose gene koji će u narednim generacijama uticati na pojavu levorukosti. *Indirektni socijalni uticaj* je znatno suptilniji i ne utiče direktno na fenotip levoruke osobe, već čini da ta osoba bude stigmatizovana, čini levorukost tabuom, pa tako i smanjuje mogućnost toj osobi da uopšte ima potomstvo. Rezultat je slabija transmisija gena, a time i manja zastupljenost levorukih u narednim generacijama. Međutim, kako se procentualna zastupljenost nije dugo menjala tokom humane evolucije, indirektni uticaj ostaje malo verovatan.

S druge strane, Llaurens (2009) smatra da sredinski faktori mogu da promene lateralizaciju ruke na tri načina, zavisno od tipa uticaja: promenom ruke za pojedine aktivnosti (za pisanje npr.), ali ne i za druge aktivnosti; redukovanjem stepena preferiranja ruke, što se reflektuje na sve aktivnosti; promenom ukupne preferencije ruke, kada se jak pritisak reflektuje na sve aktivnosti.

### 1.3. Nasledni i razvojni aspekti rukosti

Bez obzira na način određivanja rukosti, može se izvesti zaključak da je oko 10% ljudi na planeti levoruko (McManus, 2009). Zbog niske zastupljenosti, koja se kao takva javlja u humanoj populaciji vekovima unazad, ili zbog ranije kulturne stigmatizacije, levorukost je ispitivana sa različitih aspekata: u kontekstu patologije, upotrebe različitih supstanci, veze sa autoimunim bolestima, kognitivnim sposobnostima (Guadalupe et al., 2014). Ipak, sva istraživanja za polaznu osnovu imaju nasleđe ili prenatalni i perinatalni razvoj.

#### 1.3.1. Genetska osnova rukosti

U humanoj populaciji javlja se nekoliko asimetrija za koje se smatra da su pod genetskom kontrolom-asimetrija unutrašnjih organa (*situs inversus viscerum*), rukost, cerebralna asimetrija, ali i preklapanje prstiju šake i preklapanje ruku (McManus, 1991), pri čemu je situs jedina dokazana asimetrija koju ljudi dele sa ostalim kičmenjacima, pa se može nazvati i evoluciono najstarijom asimetrijom ljudi.

Prvi pokušaj da se odrede genetski mehanizmi rukosti bio je kroz ispitivanje familijarne rukosti, s obzirom na to da omogućavaju procenu protoka i praćenje ove karakteristike kroz generacije (Llaurens et al, 2009). Svakako se može zapaziti da su levoruka deca češće zastupljena u porodicama gde su oba roditelja levoruka (Annett, 1973; Ashton, 1982; McManus, 1991; McKeever, 2000), dok dva desnoruka roditelja ređe imaju levoruku decu (McManus, 1991; McKeever, 2000). Chamberlain je još 1928. godine sugerisao genetsku osnovu rukosti na osnovu beleženja podataka o levorukoj deci i njihovim porodicama. On ističe da je za oko 46% veća mogućnost rađanja levoruke dece u porodicama u kojima su oba roditelja levoruka, a takođe beleži i višu incidencu levoruke dece kada je majka levoruka (13,77% u odnosu na 9,7% kada je otac levoruk). Ovakvi podaci jasno upućuju na uticaj rukosti roditelja na decu, mada se postavlja pitanje da li se radi o čisto genetskoj transmisiji ili i o procesu učenja u okviru porodice. Upravo zbog te činjenice, pojava levorukosti u porodici sama po sebi nije dokaz o postojanju isključivo genetske komponente.

Genetskim uticajem na rukost bavili su se M. Annett (1985) i McManus (1985), kada su oboje postavili teorije o nasleđivanju rukosti. Obe teorije podržavaju nasleđivanje rukosti kao monogenske osobine. Teorija Marian Anet (*Right Shift Theory*) se zasniva na uticaju jednog gena sa dva alela (RS+ i RS-) gde je RS+ dominantan alel i determiniše razvoj

levohemisferne dominacije za desnorukost i govor. Prema Mekmanusovoj teoriji rukost je takođe monogenska osobina sa dva alela: D, koji kontroliše dekstralnost i C, koji utiče na verovatnoću (*C-chance*) u formiranju manuelne preference. I jedan i drugi autor daju moguća objašnjenja za prevalencu levorukosti kod muškog pola-Anet smatra da RS+ ima jaču ekspresiju kod ženskog pola, dok McManus i Brayden (1992) postuliraju postojanje polno vezanog modifikujućeg gena. Oni smatraju da ekspresija D gena, koji određuje dekstralnost, može biti supresovana retkim recesivnim genom (m) na X hromozomu. Efekat bi bio izraženiji kod muškog pola nego kod ženskog, jer se kod žena ovaj efekat ispoljava samo pri duploj dozi modifikujućeg gena (mm).

Odnos uticaja nasleđa i uticaja sredine u porodici može se istražiti i kroz adopcione studije koje bi mogle da upute na efekat i način delovanja sredine i delovanja genetskih faktora. Carter i Saltzman su 1980., kako navodi McManus (1991), pokazali da rukost usvojene dece nije u korelaciji sa rukošću usvojitelja, što ide u prilog tvrdnji postojanja genetskog efekta na rukost. Za razliku od adopcioni studija, istraživanje rukosti kod blizanačkih parova predstavlja "Ahilovu tetivu", kako je to McManus (1991) označio govoreći o genetskoj osnovi rukosti. Rife (1939) ističe da se oba para blizanaca (MZ i DZ) razlikuju od neblizanačke dece iz iste porodice samim tim što dele istu *in utero* sredinu. Ali, kako zapaža isti autor, ako je *in utero* sredina odgovorna za ekspresiju rukosti kod određenog para blizanaca, zašto ne utiče na sve parove blizanaca na isti način? Naime, MZ blizanci imaju isti genetski materijal, pa se ipak rađaju parovi MZ blizanaca sa različitom dominacijom ruke. Zbog ovakvog neslaganja, mnoge teorije o nasleđivanju tipa rukosti su nepotpune, odnosno ne uspevaju da objasne genetsku osnovu. McManusova teorija o genetskoj osnovi rukosti opisuje rukost kao monogensku osobinu, a neslaganje koje se javlja kod MZ blizanaca autor objašnjava nezavisnom pojavom CC i DC genotipa kod MZ blizanaca. Takođe, i teorija Annett (1985) ne uspeva da objasni pojavu L-D para MZ blizanaca. Rife (1939) zapaža češću pojavu parova blizanaca, i MZ i DZ, kod kojih je jedan blizanac levoruk, a drugi desnoruk, kao i da kod takvih parova postoji veća zastupljenost levorukih rođaka u odnosu na parove D-D blizanaca. Satz (1972) pretpostavlja da populacija blizanaca uključuje dva tipa levorukih-prirodne i patološke, dok Machin (1994), polazeći od pretpostavke da MZ blizanci imaju više komplikacija pri rođenju i da su perinatalne komplikacije češće kod levorukih, smatra da bi levorukost trebalo češće da se javlja kod MZ nego kod DZ. Istraživanja iz oblasti neonatalne medicine ipak ne mogu da podrže ovakvo tvrđenje (Ooki, 2014).

Novije studije genoma i molekularna istraživanja ukazuju na kompleksniju multifaktorijalnu osnovu rukosti (Brandler et al., 2013). Kao geni kandidati za pojavu određenog tipa rukosti navode se npr. LRRTM1, koji se dovodi u vezu ne samo sa rukošću već i sa uticajem na pojavu šizofrenije (Francks et al., 2007), kao i gen za PCSK6-proteazu koja prevodi *NODAL* proprotein u aktivnu formu (Brandler et al., 2013). Na osnovu GWAS studije genoma (engl. *Genome-wide association study*) i drugih sličnih istraživanja, procenjeno je da je najmanje 40 gena uključeno ili su kandidati za genetsku osnovu rukosti (McManus et al., 2013; Brandler et al., 2013; Corballis, 2014).

Tako lateralizacija, kao moguća poligenaska osobina, postaje više analogna visini ili inteligenciji, pre nego jednostavnim osobinama kao što je boja očiju (Donaldson & Johnson, 2006), kako su McManus i Annett pretpostavili u svojim teorijama o monogenskoj osnovi rukosti.

### 1.3.2. Razvojni aspekti rukosti

Identifikovanje porekla rukosti, kao i mapiranje putanje razvoja rukosti je bio zadatak neuropsihologa i psihologa godinama unazad (Scharoun & Brayden, 2015). Prvi znaci lateralizacije se, po nekim autorima, zapažaju još u *in utero* sredini. U toku 9-10. nedelje razvoja fetusa mogu se zapaziti pokreti ruku, pri čemu se kod čak 75% fetusa beleži češće pokretanje desne ruke, kod 12.5% leve ruke, dok oko 12.5% pomera obe ruke ujednačeno (Hepper et al., 1998; Llaurens et al., 2009), a od petnaeste nedelje u ustima fetusa je češće desni palac nego levi (Hepper et al., 1991, Llaurens et al., 2009; Corballis, 2014). Takav status fetusa može biti u korelaciji sa nastupajućim preferiranjem određene ruke (Hepper et al., 2005; Llaurens et al., 2009).

Hormonski status u korelaciji sa intrauterinom sredinom je takođe predloženi izvor rukosti (Geschwind & Galaburda, 1985; Llaurens et al., 2009). Naročito se ističe uticaj testosterona, odnosno uticaj nivoa ovog hormona na tok neuralnog razvoja, prouzrokujući niz psiholoških promena, između ostalog i "anomalije u dominaciji ruke" (Geschwind & Behan, 1982). Prema teoriji Geschwind-Behan-Galaburda (GBG), disleksija, imune bolesti i levorukost imaju istu osnovu (Llaurens et al., 2009). Naime, GBG teorija se zasniva na hipotezi da viši nivo prenatalnog testosterona dovodi do redukcije neuroanatomskog i funkcionalnog razvoja leve hemisfere, što za posledicu ima pojavu levorukosti i povećanje incidence za disleksiju (Geschwind & Behan, 1982; Beaton, 1997).



**Slika 6. Ultrazvučni prikaz fetusa sa desnim palcem u ustima**

*(preuzeto iz Left Brain, Right Brain: Facts and Fantasies, Corballis, 2014)*

Tako visok nivo prenatalnog testosterona, prema njihovim argumentima, utiče na razvoj imunog sistema, a time i na pojavu imunih bolesti i na promene u produkciji melanina, odgovornog za boju kose i boju očiju (Brayden & McManus, 1992). Schacter, Ransil i Geschwind su (1987) pronašli visoku incidencu osoba sa svetlom bojom kose i očiju među levorukima. Međutim, Brayden i McManus (1992) svojim istraživanjem na oko 1000 studenata osporavaju tvrdnje o povezanosti produkcije melanina i rukosti. Cvetković i Vasiljević (2015) na uzorku od 1354 dece utvrđuju veću učestalost svetle boje očiju kod levorukih devojčica, ali ne i kod dečaka, što ukazuje na to da redukovana količina melanina nije direktno povezana sa levorukošću. Isto istraživanje (Cvetković i Vasiljević, 2015) pokazuje da ni ostale posmatrane fenotipske karakteristike nisu u direktnoj vezi sa dominacijom određene ruke-i levoruki i desnoruki su uglavnom mezokefali (u odnosu na oblik glave) i uglavnom euriprozopi (u odnosu na oblik lica), a ne postoje ni značajne razlike u zastupljenosti slobodnog ili vezanog ušnog reznja.

Bakan (1973) smatra da levoruke i ambidekstralne osobe imaju dva puta veću incidencu stresa pri rođenju. On ističe da "devijacija od norme desnorukosti" nastaje kao rezultat cerebralne anoksije leve hemisfere, kao i to da familijarna tendencija ka levorukosti može da predstavlja sekundarni rezultat tendencije ka stresu pri rođenju. Na osnovu toga isti autor

sugeriše da frekvencija levorukih može da posluži kao generalno prihvaćeni indeks zastupljenosti neuroloških problema nastalih pri rođenju. Drugi autori, kao što su Hicks i sar. (1978), Schwartz (1977), McManus (1981) nisu uspeli da dokažu navode Bakana. Tan i sar. (1980) takođe ističu da hipoteza, po kojoj je stres pri rođenju osnova pojave levorukosti kod normalno razvijenih osoba, ne može biti prihvaćena, dok Schwartz (1988) ne pronalazi argumente da trudnoće visokog rizika ili komplikacije tokom trudnoće jesu u vezi sa pojavom levorukosti.

Pojedini autori navode da se levoruke osobe češće rađaju u proleće i leto (Jones & Martin, 2008; Gutwinski et al., 2011), za šta uzrok nalaze u izmenjenom metabolizmu vitamina D i u imunim mehanizmima (Jablensky et al., 2005; Holmoy & Moen, 2010; Gutwinski et al., 2011). Martin i Jones (1999) ukazuju da postoji tendencija rađanja levorukih u periodu mart-jul češće nego u periodu avgust-februar, kao i da ne postoji razlika između muškog i ženskog pola kada se porede u odnosu na period rođenja. Isti autori smatraju da ovakva tendencija može da bude povezana sa različitim faktorima, između ostalog sa infektivnim agensima. Međutim, Karev (2008) poredeći period rođenja levorukih i desnorukih bugarskih osnovaca ne pronalazi korelaciju između ove dve pojave. Milenković i sar. (2008) takođe ne pronalaze vezu između perioda rođenja i povećane incidence rađanja levorukih među mladim osobama u Srbiji.

Kontradiktorni podaci u vezi sa odnosom sezone rođenja i rukosti mogu da ukažu ili na to da ne postoji pravilnost i veza između ovih pojava ili na različite metode određivanja rukosti.

#### 1.4. Hemisferna lateralizacija mozga i rukost

Najočiglednija bihevioralna asimetrija u okviru ljudske vrste je dominacija određene ruke, pa ako se uzme u obzir da je veći deo ljudske populacije desnoruk i da je korišćenje desne ruke pod kontrolom leve hemisfere (Hellige, 1993), nije iznenađujuće da se rukost i funkcionisanje mozga dovode u vezu i sa drugim aspektima života i ponašanja ljudi.

Mozak je jedini organ koji pokazuje funkcionalnu lateralizaciju. Termin *hemisferna lateralizacija* se najčešće koristi kako bi se opisala dominacija jedne moždane hemisphere nad drugom u smislu vršenja određene funkcije. Ranije se smatralo da su dve hemisfere mozga potpuno nezavisne u obavljanju funkcija, dok je danas prihvaćen koncept da obe hemisfere učestvuju u obavljanju različitih zadataka, pri čemu se jedna javlja kao dominantnija u odnosu na drugu pri obavljanju određene funkcije ili različitih aspekata iste funkcije (Herdrih i sar., 2006). Kako i Iaccino (2014) ističe, leva hemisfera je odgovornija za verbalne funkcije, dok je desna više za neverbalne (facijalno i muzičko prepoznavanje, vizuelospacijalne veštine), ali uvek u asistenciji sa drugom hemisferom. Time se naglašava da apsolutna funkcionalna asimetrija ne postoji, već da je više reč o relativnoj asimetriji.

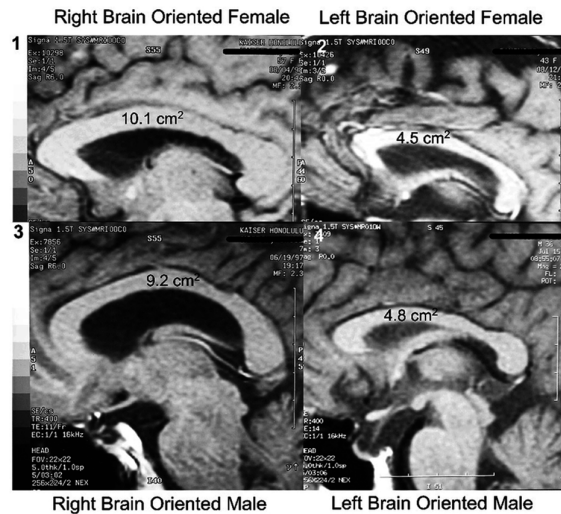
Funkcionalna i strukturna asimetrija mozga se naročito zapažaju sa stanovišta govora i rukosti (Brandler et al., 2013). Naime, jedan od najčešće spominjanih vidova lateralizacije mozga je, pored govornih sposobnosti, i rukost, pri čemu leva hemisfera kontroliše motoriku desne ruke i obrnuto (Perelle & Ehrman, 1994). U vezi s tim, može se pretpostaviti da je rukost posledica asimetrije motornog korteksa (Toga & Thompson, 2003). Kako McManus (1991) ističe "ako je bilo koja kognitivna karakteristika tipična za ljudsku vrstu, to je jezik (govor).....dok je rukost još jedna naročita humana osobina".

Manuelna specijalizacija se često uzima i kao prvi evolutivni korak ka hemisfernoj lateralizaciji mozga (MacNeilage et al., 1987; Boesch, 1991). U 19. veku Broka je, radeći sa pacijentima koji su imali afaziju prouzrokovanu lezijama na levoj hemisferi, potvrdio da je leva hemisfera dominantna za govor kod desnorukih pacijenata. Ovakvo Brokino otkriće prouzrokovalo je i formiranje koncepta nazvanog "Brokino pravilo" (koje on sam nije postavio), a koje kaže da je kod levorukih ljudi desna hemisfera dominantna za govor (Harris, 1993). Lurija je (1976) među prvima istakao da ovakva veza ne mora da bude unuverzalna, navodeći da se i afazija kod levorukih često dešava nakon lezija na levoj hemisferi. Ipak, neka istraživanja pokazuju da je dominacija leve hemisfere za govorne sposobnosti jako visoka, čak sa 96% kod desnorukih i 70% kod levorukih (Milner, 1975), dok drugi (Rossi, 1967;

Pratt, 1972) smatraju da je dominacija leve hemisfere za govor prisutna u čak 99% slučajeva. Corballis (2003) ukazuje na mogućnost da evolucija ljudskog govora podrazumeva vezu između govora i gestikulacije, odnosno da lateralizacija mozga za govor može da bude odgovorna za lateralizaciju u upotrebi određene ruke. Vingerhoets (2012) iznosi pretpostavku da je asimetrija mozga za govor verovatno u korelaciji sa lateralizacijom mozga za manuelne veštine, što iznova podržava ideju evolutivne povezanosti govora i dominacije određene ruke, dok Levy i Nagylaki (1972) podržavaju ideju da je hemisferna diferencijacija u korelaciji sa razvojem govornih sposobnosti kroz liniju hominida. Knecht i sar. su (2000) upotreбили inovativnu neinvazivnu metodu koja je omogućila da se razjasni asocijacija između dominacije ruke i govora na zdravim osobama. Koristili su funkcionalnu transkranijalnu dopler ultrasonografiju (fTCD) čime su, beležeći protok krvi kroz mozak tokom izvođenja jezičkih zadataka, pokazali da incidenca za dominaciju desne hemisfere za govor raste linearno sa izraženom levorukošću, ali da, kako sami autori navode, levorukost ne mora da bude niti prediktor niti posledica dominacije desne hemisfere.

Toga i Thompson (2003) smatraju da je ekspanzija mase mozga kroz evoluciju verovatno rezultirala takvom kompleksnošću u kojoj duplirane strukture nisu više bile efikasne u poređenju sa specijalizacijom funkcija dveju hemisfera. Pojedini autori kao razlog boljim performansama u memoriji i pažnji navode građu *corpus callosum*-a (bela masa koja spaja hemisfere velikog mozga), pri čemu je utvrđeno da je ova struktura nešto veća kod levorukih osoba (Chaudhary et al., 2009; Luders et al., 2010; Witelson, 1985; Gutwinski et al., 2011). Ovakve razlike mogu biti znak bolje intehemisferne povezanosti, ali mogu i da ukazuju na asocijaciju građe *corpus callosum*-a sa određenim kognitivnim aktivnostima (Hines et al., 1992; Christman & Propper, 2001; Gutwinski et al., 2011). Korišćenjem MRI (*magnetic resonance imaging*) Morton i Rafto (2006, 2010) takođe identifikuju razlike u veličini *corpus callosum*-a, ali ih ne dovode u vezu sa rukošću niti polom, već levohemisfernom ili desnohemisfernom orijentisanošću. Naime, kako su navedeni autori zaključili, desnohemisferno orijentisane osobe imaju veći *corpus callosum* od levohemisferno orijentisanih, bez obzira na pol.





**Slika 7. Hemisfernost-razlike u veličini *corpus callosa***

(preuzeto iz *Corpus callosum size is linked to dichotic deafness and hemisphericity, not sex or handedness*; Morton, Rafto, 2006)

Ideja o klasifikaciji ljudi na levohemisferno i desnohemisferno orijentisane javila se nakon otkrića o cerebralnoj asimetriji 1960. (Sperry, 1968; Morton et al., 2012). Dalja istraživanja o građi i funkciji mozga, a sve u skladu sa pojavom sofisticiranijih instrumenata i preciznijih načina dobijanja i analize podataka, doprinela su proćavanju uticaja dominacije leve ili desne hemisfere na ućenje, ponašanje, mišljenje (Morton et al., 2012).

Takođe, kako pojedine studije pokazuju, postoje razlike u lateralizaciji mozga muškaraca i žena, naglašavajući da je muški mozak, u proseku, više lateralizovan nego ženski (Shaywitz et al., 1995; Toga & Thompson, 2003). Viši nivo lateralizovanosti kod muškog pola se zapaža i kada se uzmu u obzir veštine auditornog i vizuelnog procesuiranja (Lake & Brayden, 1976; Weekes et al., 1976; Toga & Thompson, 2003). Polni dimorfizam u organizaciji mozga upućuje na razlike u motornim i vizuelnospacijalnim veštinama, kao i lingvističkim performansama (Toga & Thompson, 2003), te se može zaključiti da lateralizacija i pol jesu povezani, mada priroda ovog odnosa još uvek nije definitivno poznata (Donaldson & Johnson, 2006).

## 1.5. Kognitivne sposobnosti i rukost

U literaturi koja se bavi fenomenom lateralizacije često se mogu pronaći mišljenja koja levorukost dovode u vezu sa patološkim stanjima-raznim neurozama, kognitivnim deficitom, mentalnom retardacijom, čak i kriminogenim ponašanjem (Coren, 2012). Navode se i podaci o problemima sa spavanjem, autizmom, agresijom, disleksijom, mucanjem, poremećajem pažnje, a spisak podrazumeva još najmanje 20 poremećaja (Coren, 1990). Hardyck i sar. (1976) na uzorku od 7688 dece, a proučavajući incidencu kognitivnog deficita kod levoruke dece, ipak utvrđuju da ne postoji značajna korelacija rukosti i bilo kakvih intelektualnih i kognitivnih nedostataka. Gunstad i sar. (2009), baveći se istom problematikom, beleže da levoruke osobe imaju izraženije psihomotorne sposobnosti i kognitivnu fleksibilnost, dok desnoruki imaju izraženije veštine procene. Takođe, Hardyck i Petrinovich (1977) zaključuju da treba uzeti u obzir da se ispitivanja koja imaju za cilj utvrđivanje veze između rukosti i određenog deficita uglavnom vrše na kliničkoj populaciji dece kod kojih je neki od poremećaja već dijagnostikovani.

### 1.5.1. Kognitivne sposobnosti i hemisferna orijentisanost

Ako postoji razlika u organizaciji mozga levorukih i desnorukih, postavlja se pitanje da li se takva razlika reflektuje i na njihove kognitivne sposobnosti. Kognitivna sposobnost se objašnjava kao sposobnost koja uključuje pažnju, pamćenje i učenje, odnosno metod koji CNS koristi za procesuiranje informacija i uključuje razumevanje i saznanje (Chaudhary et al., 2009). Ljudska bića su jedinstvena u odnosu na druge vrste, pre svega u odnosu na mentalne sposobnosti. Međutim, i unutar ljudske vrste postoje osobenosti koje čine svaku individuu jedinstvenom (Khosravizadeh & Teimournezhad, 2010). Kako se te sposobnosti ipak često analiziraju sa stanovišta utvrđivanja nekih zakonitosti, kognitivne funkcije ili disfunkcije se posmatraju i dovode u vezu i sa dominiranjem određene ruke. Pretpostavljeni odnos između rukosti i kognitivnih sposobnosti verovatno je nastao kao rezultat saznanja da postoje razlike u cerebralnoj organizaciji levorukih i desnorukih (Crow et al., 1988b). Međutim, istraživanja o ovom odnosu još uvek nisu jasno usaglašena, naročito kada je reč o spacijalnim i verbalnim performansama, kao ni to da li, pored rukosti, na kognitivne sposobnosti utiče i polni dimorfizam (Somers, 2015).

Mnoge studije se slažu oko toga da je cerebralna hemisfernost u vezi sa nezavisnim kognitivnim funkcijama (Dean & Reynolds, 1997; Donaldson & Johnson, 2006). Dok leva hemisfera procesira informacije u linearnom i sekvencionalnom maniru, desna koristi holistički, vizuelni režim kognitivnih operacija. Prema tome, leva hemisfera je "idealno programirana za funkcije u vezi sa jezikom (govorom), dok je desna više sklona procesiranju spacijalnih odnosa koji su prezentovani vizuelno" (Donaldson & Johnson, 2006). Naravno, ovakvo procesuiranje ne znači i međusobno isključivanje u radu dveju hemisfera. Posner i sar. (1988) smatraju da se osnovne informacije mogu procesuirati u obe hemisfere, ali kako sam proces postaje kompleksniji tako i razlike u funkcionisanju hemisfera postaju očiglednije. U vezi s tim i Hellige (1993) u svojoj knjizi *Hemispheric Asymmetry* pokušava da objasni da podela na "levi mozak" i "desni mozak" nije tako jednostavna i da je funkcionisanje obe hemisfere u stvari deo mnogo kompleksnijeg sistema kortikalnih i subkortikalnih struktura. Morton i sar. (2013), koristeći MRI i identifikujući razlike u veličini *corpus callosum*-a, predlažu bihevioralne upitnike u vezi sa hemisfernom orijentacijom. Po ovom autoru, desnohemisferno orijentisane osobe su sklone induktivnom procesuiranju informacija (globalisti), češće su konkretne i intuitivne, a izražena je i emotivnost, verbalno samopouzdanje i odvažnost. Levohemisferno orijentisane osobe su sklone deduktivnom procesuiranju informacija (detaljisti), apstraktnom rezonovanju, ali su emotivno i verbalno uzdržane i oprezne u javnosti (Morton, 2002, 2003, 2012, 2013). Razlike koje se javljaju između levohemisferno i desnohemisferno orijentisanih osoba se mogu sagledati kroz logičku orijentaciju, tip svesti, nivo senzibilnosti, socijalno-profesionalnu orijentaciju i saradnju, što odgovara opšte prihvaćenoj podeli ljudi na sledeće tipove: detaljisti-globalisti, analitičari-sintetičari, vizuelni-verbalni, apstraktni-konkretni (Springer & Deutsch, 1998; Morton, 2013). Morton (2013) takođe naglašava da hemisfernost može da utiče na kretanje jedne osobe kroz edukaciju do biranja profesije, kao i da u populaciji gde selektivni pritisak hemisfernosti još uvek nije izražen (npr. osnovne škole) može da se očekuje približno isti broj levohemisfernih i desnohemisfernih individua i da još uvek nisu jasno izražene razlike između muškog i ženskog pola. U vezi sa bihevioralnom preferencom, razvijeno je nekoliko upitnika: Zenhausernov test (*Zenhausern's Preference Questionnaire*, 1978), Mortonov *Polarity Questionnaire* (Morton, 2002), Mortonov *Asymmetry Questionnaire* (Morton, 2003), kao i *Binary Questionnaire i Hemisity Questionnaire* (Morton, 2012).

### 1.5.2. Stilovi učenja i rukost

Felder i Brent (2005), navode tri kategorije kao bitne implikacije učenja:

- *stilovi učenja* (karakteristični načini procesuiranja informacija),
- *pristup učenju* (površno, detaljno i strategijsko) i
- *nivo intelektualnog razvoja* (stavovi o prirodi znanja i kako ih unaprediti).

Termin *stilovi učenja* se sve više koristi, naročito u školskoj praksi. Iako ne postoji usaglašenost oko definisanja ovog termina, sve predložene definicije ističu individualne razlike između pojedinaca koji čine određenu grupu. Prema Kolbu (1984, iz Kolb, 2014) stil učenja se definiše kao način sticanja i transformisanja iskustva, dok po Felderu i Silvermanu (1988) stil učenja predstavlja skup osobina po kojima se osobe međusobno razlikuju u odnosu na način percepcije, obrade informacija, usvajanja informacija i razumevanja (Tabela 2). Za stilove učenja Keefe (1979) kaže da su "karakteristična kognitivna, emocionalna i psihološka ponašanja koja služe kao relativno stabilni indikatori kako onaj koji uči opaža, odgovara i interaguje sa sredinom za učenje".

U vezi s tim postoji i nekoliko predloženih modela za određivanje stilova učenja: *Myer-Briggs Type Indicator-MBTI*, iz 1940 (Felder & Brent, 2005), Felder-Silverman (1988), na osnovi koga je formulisana ILS (*Index of Learning Styles*, Felder i Solomon, 1991), Kolbov model (1984, sa nekoliko revizija). Za sve modele koji služe određivanju stilova učenja zajedničko je nastojanje da se pobošljaju postignuća učenika, kao i da doprinesu kvalitetnijoj nastavi.

O preferiranju stilova učenja u odnosu na pol postoje oprečna mišljenja. Dok pojedini autori smatraju da razlike postoje u fazama učenja (Heffler, 2001; Kolb, 2005; McCabe, 2014), drugi autori navode da bitne razlike ne postoje, odnosno da su stilovi veoma slični (Hargrove et al., 2008). Takođe, mnogi autori stilove učenja dovode u vezu sa cerebralnom asimetrijom (Felder & Brent, 2005; Mehrdad & Ahghar, 2012). Mehrdad i Ahghar (2012), istražujući odnos stilova učenja, hemisfera mozga i rukosti dolaze do zaključka da, iako ne postoje značajne razlike u dominaciji hemisfera između levorukih i desnorukih ispitanika, razlike između grupa (L-D) u odnosu na stilove učenja su ipak značajne.

Ipak, Turki (2014) kao značajan parametar koji bi trebalo uzeti u obzir prilikom proučavanja stilova učenja navodi izloženost određenom (zajedničkom) sistemu obrazovanja kojim su obuhvaćeni ispitanici, pa u vezi s tim ne nalazi bitne razlike u odnosu na pol.

Tabela 2 . Bipolarne dimenzije stilova učenja-ILS (Felder i Solomon, 1991)

Dimenzija	Stil učenja	Opis stila
<b>Obrada informacija</b>	Aktivni (ACT)	Primena različitih aktivnosti-diskusije, isprobavanja, rad u grupi, eksperimentisanje
	Reflektivni (REF)	Preferiranje samostalnog rada, razmišljanje o problemu, teorijski koncepti
<b>Percepcija</b>	Senzorni (SNS)	Preferiranje konkretnih činjenica i ustaljenih i poznatih metoda, praktična primena
	Intuitivni (INT)	Otkrivanje mogućnosti i odnosa, inovativni pristup, preferiranje konceptualne informacije, traženje značenja
<b>Usvajanje informacija</b>	Vizuelni (VIS)	Usvajanje putem dijagrama, tabela, slika, bolje pamćenje kroz vizuelni prikaz
	Verbalni (VRB)	Lakše usvajanje kroz pisana ili izgovorena objašnjenja
<b>Razumevanje</b>	Sekvencionalni (SEQ)	Razumevanje sadržaja kroz linearne korake koji vode ka rešenju, prvo se zapažaju detalji pa šira slika
	Globalni (GLO)	Prihvatanje šire slike, potom zapažanje detalja; sistematičan pristup

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

---

Postoji duga istorija istraživanja lateralizacije ljudskog tela. Fenomen lateralizacije, naročito lateralizacije ruke, proučavan je sa evolutivnog, ontogenetskog, genetskog, anatomskog, kognitivnog i psihosocijalnog aspekta. Odnos desnorukih i levorukih osoba u ljudskoj populaciji (a takav odnos je počeo da se stvara skoro uporedo sa pojavom bipedalizma kod predaka *Homo sapiens*-a) je približno 90%:10%. Levorukost, time što nije uklonjena prirodnom selekcijom, malo verovatno predstavlja štetnu i negativnu osobinu, ali postoji verovatnoća da je u vezi sa nizom drugih specifičnosti. U vezi sa tim postavljeni su i ciljevi ovog istraživanja.

Opšti cilj ovog istraživanja jeste utvrđivanje potencijalne predikcije i korelacije lateralizacije ruke sa posmatranim fenotipskim i kognitivnim karakteristikama učenika. U vezi s tim postavljeni su specifični ciljevi i hipoteze.

Specifični ciljevi istraživanja i hipoteze:

**1. Utvrđivanje pravca i stepena lateralizacije ruke na ukupnom uzorku**

H1: Postoji razlika u izraženosti stepena lateralizacije između levorukih i desnorukih ispitanika

H2: Pisanje određenom rukom nije dobar prediktor opšte lateralizacije ruke

**2. Određivanje korelacije opšte lateralizacije ruke sa ostalim posmatranim oblicima lateralizacije (noga, oko, uho)**

H3: Pisanje određenom rukom nije dobar prediktor lateralizacije noge, oka ili uha

H4: Opšta lateralizacija ruke jeste u korelaciji sa ostalim vidovima lateralizacije i može biti dobar prediktor

**3. Utvrđivanje mogućeg polnog dimorfizma u odnosu na posmatrane vidove lateralizacije**

H5: Polni dimorfizam je izražen u odnosu na posmatrane vidove lateralizacije

H6: Izraženiji stepen lateralizacije ruke povećava verovatnoću ipsilateralne korelacije

**4. Utvrđivanje razlika u odnosu na posmatrane vidove lateralizacije prema uzrasnim kategorijama ispitanika**

H7: Izraženost stepena lateralizacije je u uzročno-posledičnoj vezi sa uzrastom

**5. *Određivanje familijarnog trenda, odnosno zastupljenosti određenog tipa***

***lateralizacije ruke u porodicama ispitanika***

H8: Pravac lateralizacije je u korelaciji sa familijarnim trendom (rukost ima naslednu osnovu)

H9: Levorukost je izraženija kod ženskog pola

**6. *Utvrđivanje fenotipskih karakteristika levorukih i desnorukih ispitanika i***

***određivanje moguće veze sa lateralizacijom ruke***

H10: Nema značajne korelacije između posmatranih fenotipskih karakteristika i lateralizacije ruke

H11: Vreme rođenja nije u korelaciji sa određenim tipom rukosti

**7. *Utvrđivanje korelacije između lateralizacije ruke i kognitivnih karakteristika***

***ispitanika***

H12: Nema značajne razlike u brzini procesuiranja (vizuelna pažnja) između levorukih i desnorukih ispitanika

H13: Sposobnost vizuelne pažnje je uzrasno promenljiva kategorija

H14: Postoje razlike u stilovima učenja u svim kategorijama-u odnosu na rukost, u odnosu na pol i u odnosu na uzrast

H15: Između posmatranih kategorija ispitanika postoji razlika u odnosu na tip hemisfernosti



### **3. MATERIJAL I METODE**

---

### **3.1. Uzorak**

Uzorak čine studijska grupa (levoruki ispitanici) i kontrolna grupa (desnoruki ispitanici). Svi ispitanici su starosti 10-15 godina. U odnosu na uzrast, ispitanici su podeljeni u dve grupe: mlađe (10-12 god.) i starije (13-15 god.). Svi ispitanici su učenici gradskih škola (12 škola sa teritorija opština Medijana, Palilula i Pantelej). Ukupan broj učenika je 756, od čega je 354 dečaka i 402 devojčice.

### **3.2. Protokol istraživanja**

Pre istraživanja, odnosno rada sa učenicima, obavešteni su direktor i stručna služba škole. Nakon odobrenja, učenicima je podeljena saglasnost u vezi sa učešćem u istraživanju i dogovoren je datum anketiranja. Svi učenici koji su imali potpisanu saglasnost popunjavali su upitnike, uglavnom samostalno, dok je antropološki list popunjavao ispitivač. Upitnici su bili anonimni, o čemu su i učenici i roditelji obavešteni.

### **3.3. Procedura istraživanja**

1. Izbor i pregled relevantne literature
2. Određivanje ciljeva istraživanja
3. Prilagođavanje instrumenata potrebnih za istraživanje: preliminarno istraživanje sa grupom učenika, prihvatanje, odbacivanje ili prilagođavanje testova (u odnosu na razumevanje upitnika od strane ispitanika) i lektorisanje upitnika koji nisu bili dostupni na srpskom jeziku, od strane stalnog sudskog prevodioca za engleski jezik
4. Utvrđivanje osnovnih instrumenata za istraživanje i definisanje istraživanja
5. Sprovođenje glavnog istraživanja
6. Obrada podataka
7. Prikaz podataka

### **3.4. Obrada podataka**

Podaci su obrađeni u programu Excel 2010. Odabir statističkih testova izvršen je na osnovu dizajna istraživanja. Za analizu osnovnih rezultata istraživanja izvršena je deskriptivna statistika (aritmetička sredina, standardna devijacija). Provera povezanosti i kvaliteta

povezanosti posmatranih varijabli vršena je linearnim korelacionim testom, dok je značajnost razlika utvrđena ANOVA analizom, sa intervalom poverenja od 95% i značajnošću od  $p < 0,05$ . Za utvrđivanje povezanosti fenotipskih karakteristika i lateralizacije ruke korišćen je hi kvadrat ( $\chi^2$ ) test, dok je za testiranje prediktorskih karakteristika korišćena metoda regresije, uz određivanje koeficijenta korelacije (R) i koeficijenta determinacije ( $R^2$ ).

### 3.5. Instrumenti istraživanja

U istraživanju je korišćeno nekoliko upitnika:

Antropološki list, Upitnik o lateralizaciji ruke, noge, uha i oka, *Trail Making Test A*, Upitnik o lateralizaciji ruke u okviru bliže i dalje porodice, *Asymmetry Questionnaire*, *Index of Learning Styles (ILS)*.

Baterija korišćenih upitnika data je u prilogu.

1. *Antropološki list*-Antropološki list je instrument dizajniran od strane istraživača, a u svrhu beleženja datuma i mesta rođenja (radi određivanja decimalne starosti ispitanika i demografske homogenosti), pola ispitanika, rukosti (levorukost, desnorukost, prirodna levorukost preobražena u desnorukost-u odnosu na pisanje), kao i fenotipske karakteristike-boja kose, boja očiju, oblik ušnog reznja, postojanje Darwinove kvržice, nepravilan izgovor slova R, dijastema i preklapanje prstiju šake. Radi verodostojnosti, ispitivanje je vršila uvek ista osoba.
2. *Upitnik o lateralizaciji ruke, noge, uha i oka*-Upitnik dizajniran od strane istraživača, a na osnovu *Edinburgh Handedness Inventory-EHI (Oldfield, 1971)*. U odnosu na originalni upitnik koji sadrži kao moguće odgovore "levo" ili "desno", dodati su i *uglavnom desno, uglavnom levo, obe*. Na osnovu upitnika određeni su pravac i stepen lateralizacije ispitanika. Pravac i stepen lateralizacije ruke određeni su na osnovu prosečnih vrednosti sedam parametara: korišćenje određene ruke za pisanje, crtanje, precizno bacanje (kako bi se pogodila određena meta), korišćenje makaza, korišćenje četkice za zube, korišćenje ključa prilikom otključavanja i držanja čaše. Vrednosti iznad -1,5 do -2 za levoruke odgovaraju visokom nivou lateralizacije ulevo (75-100%), dok vrednosti 1,5-2 za desnoruke odgovaraju visokom nivou lateralizacije udesno (75-100%).

3. *Trail Making Test*-Koristi se za određivanje brzine procesuiranja, vizuelne pažnje, skeniranja, mentalne fleksibilnosti i izvršnih funkcija. Test je izvorno konstruisan 1944. za potrebe vojske (*Army Individual Test of General Ability*), da bi pedesetih godina bio korišćen za određivanje kognitivnih funkcija kod osoba sa oštećenjem mozga. Danas se često koristi, ne samo u dijagnostičke svrhe već i sa zdravom populacijom i jedan je od najpopularnijih neuropsiholoških testova. Sastoji se od dva testa-testa A i testa B, a za potrebe ovog istraživanja korišćen je test A. Test je korišćen kako bi se odredilo da li postoje razlike u brzini procesuiranja informacija i vizuelnoj pažnji, u odnosu na rukost, pol ili uzrast.
4. *Upitnik o familijarnom trendu u odnosu na rukost*-Upitnik konstruisan od strane istraživača, a sa ciljem upoznavanja sa transmisijom određenog tipa rukosti kroz porodicu. Pitanja se odnose na prvi, drugi i treći stepen srodstva.
5. *Asymmetry Questionnaire (Morton, 2003)*-Upitnik o hemisfernosti, odnosno o stilovima mišljenja i ponašanja ispitanika (levohemisfernost i desnohemisfernost). Sastoji se od dve kolone u kojima je po 15 tvrdnji dijametralno suprotnih. Svaka od tih tvrdnji upućuje na levohemisferno ili desnohemisferno orijentisane osobe. Obeležavanjem parnih brojeva sa leve i neparnih brojeva sa desne strane upitnika dobija se 15 mogućih odgovora koji upućuju na levohemisfernu osobu. Obeležavanje manje od šest levohemisfernih tvrdnji upućuje na desnohemisfernu osobu. Test je korišćen radi utvrđivanja mogućih razlika između levorukih i desnorukih ispitanika u odnosu na stilove mišljenja i ponašanja. Osim toga, provereno je postojanje razlika u odnosu na pol i uzrast ispitanika. Upitnik je preveden sa engleskog na srpski jezik.
6. *Index of Learning Styles (Felder i Solomon, 1991)*-Upitnik o stilovima učenja koji se sastoji se od 44 pitanja. Bodovi se sortiraju u odgovarajuće kolone (act/ref, sns/int, vis/vrb, seq/glo) nakon čega se jednačinom "(veće-manje)+slovo većeg" određuje pripadnost određenoj kategoriji. Pored kategorisanja u odnosu na obradu, percepciju, usvajanje i razumevanje informacija, dobijeni bodovi ukazuju i na jačinu preferiranja određenog stila (ujednačena balansiranoost između dve dimenzije, srednja izbalansiranoost, jaka preferenca ka jednoj dimenziji). Upitnik je preveden sa engleskog

i korišćen je za određivanje mogućih razlika između ispitanika u odnosu na rukost i pol, kao i radi određivanja moguće veze hemisfernost-rukost-stilovi učenja.

## **4. REZULTATI**

---

#### 4.1. Uzorak u odnosu na rukost, pol, uzrast i mesto rođenja

Između studijske i kontrolne grupe ne postoje značajne razlike u odnosu na godine, pol i mesto stanovanja. Svi ispitanici su starosti 10-15 godina. Prosečna starost levorukih ispitanika je  $12,86 \pm 1,31$  (levoruke devojčice  $12,83 \pm 1,24$ , levoruki dečaci  $12,90 \pm 1,38$ ). Prosečna starost desnorukih ispitanika je  $12,85 \pm 1,41$  (desnoruke devojčice  $12,93 \pm 1,32$ , desnoruki dečaci  $12,79 \pm 1,50$ ). U odnosu na uzrast, ispitanici su podeljeni u dve grupe: mlade (10-12 god.) i starije (13-15 god.). Ne postoji značajna razlika u zastupljenosti mlađih i starijih ispitanika, kao ni u odnosu na ukupan broj levorukih i desnorukih ispitanika u odnosu na pol. Između studijske i kontrolne grupe ne postoji značajna razlika u odnosu na mesto stanovanja. Svi ispitanici su učenici gradskih škola (12 škola sa teritorija opština Medijana, Palilula i Pantelej). Ukupan broj učenika je 756.

*Tabela 3. Zastupljenost levorukih i desnorukih ispitanika u ukupnom uzorku u odnosu na pol, uzrast i mesto rođenja*

	STUDIJSKA GRUPA (levoruki)		KONTROLNA GRUPA (desnoruki)		
	N	%	N	%	Ukupno
Ukupan uzorak	370	48,94	386	51,06	756 (100%)
<b>Pol</b>					
Ženski	205	55,41	197	51,06	402 (53,17%)
Muški	165	44,59	189	48,96	354 (46,83%)
<b>Uzrast</b>					
10-12	152	41,08	178	46,11	330 (43,65%)
13-15	218	58,92	208	53,89	426 (56,35%)
<b>Mesto rođenja</b>					
Niš	332	89,73	363	94,04	695 (91,93%)
Van Niša	38	10,27	23	5,96	61 (8,07%)

## 4.2. Određivanje pravca i stepena lateralizacije ruke

Kao što je u Tabeli 3 navedeno, ukupan uzorak čini 756 učenika uzrasta 10-15 godina. Analizom testa utvrđeni su pravac i stepen lateralizacije ruke svih ispitanika, u odnosu na sedam prethodno utvrđenih parametara: pisanje, crtanje, bacanje (da bi se pogodila meta), korišćenje makaza, korišćenje četkice za zube, korišćenje ključa i držanje čaše. Stepenn izraženosti lateralizacije ruke prikazan je u Tabeli 4, sa opsegom od -2 do +2.

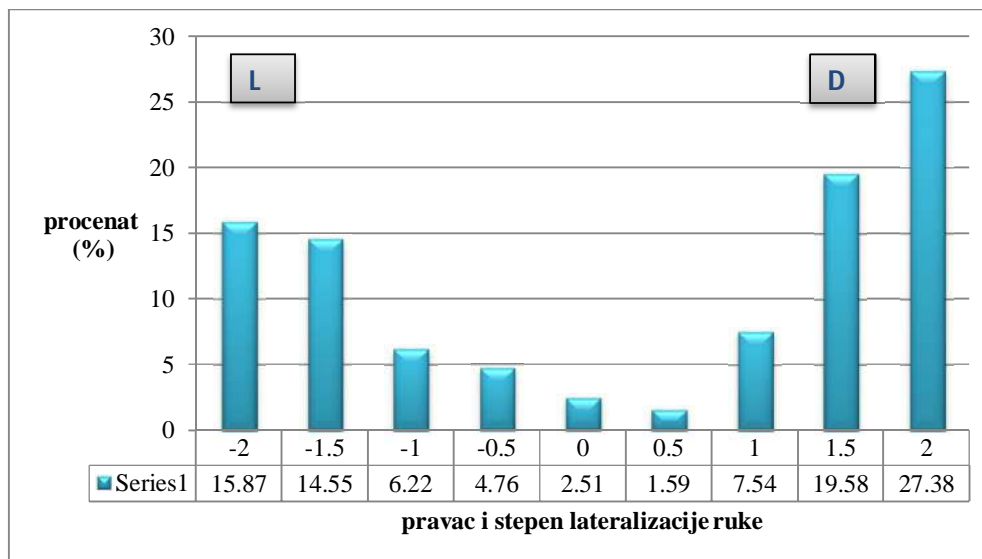
**Tabela 4. Pojedinačne srednje vrednosti sedam parametara lateralizacije ruke levorukih i desnorukih ispitanika osnovnoškolskog uzrasta ( u opsegu -2 do +2)**

	P	C	B	M	CE	K	CA
	<b>LEVORUKI</b>						
<b>Levoruke devojčice</b>	-2	-2	-0,83	-1,09	-1,15	-0,62	-0,67
<b>Levoruki dečaci</b>	-2	-2	-0,65	-0,95	-1,20	-0,55	-0,71
<b>Levoruki (ukupan uzorak)</b>	-2	-2	-0,75	-1,03	-1,18	-0,59	-0,69
	<b>DESNORUKI</b>						
<b>Desnoruke devojčice</b>	1,99	1,96	1,54	1,55	1,38	1,29	0,86
<b>Desnoruki dečaci</b>	1,95	1,97	1,68	1,42	1,28	1,03	0,68
<b>Desnoruki (ukupan uzorak)</b>	1,98	1,97	1,61	1,52	1,36	1,19	0,78

*Legenda: P-pisanje; C-crtanje; B-precizno bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice za zube; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; X-srednja vrednost*

Iz Tabele 4 se zapaža da je kod levorukih ispitanika, bez obzira na pol, najizraženija lateralizacija ulevo za pisanje i crtanje (sa -2), dok je kod desnorukih ispitanika najizraženija lateralizacija udesno za pisanje (1,98), crtanje (1,97), precizno bacanje (1,61) i korišćenje makaza (1,52). Kod obe grupe ispitanika ne postoji ni jedan parametar koji ima tendenciju skretanja u pravcu suprotnom od pravca dominantne lateralizacije ruke. Najslabiji stepen lateralizacije ruke je za korišćenje ključa (-0,59) i držanje čaše (-0,69) kod levorukih, dok desnoruki najslabije preferiraju korišćenje dominantne ruke za držanje čaše (0,78). Kao što se i iz Grafika 1 vidi, lateralizacija je izraženija kod desnorukih ispitanika nego kod levorukih.





**Grafik 1 .Pravic i stepen lateralizacije ruke ukupnog uzorka**

Legenda: L-levoruki; D-desnoruki

Među levorukim učenicima je 30,42% ispitanika sa izraženim stepenom lateralizacije ruke (iznad -1,5) dok je među desnorukim učenicima sa izraženim stepenom lateralizacije ruke (iznad 1,5) njih 46,96%. U ukupnom uzorku to je 77,38% ispitanika koji pokazuju izražen stepen lateralizacije. Viši stepen lateralizovanosti je evidentan kod desnorukih učenika, što se vidi i iz prosečnih vrednosti svih sedam parametara lateralizacije ruke (Tabela 5).

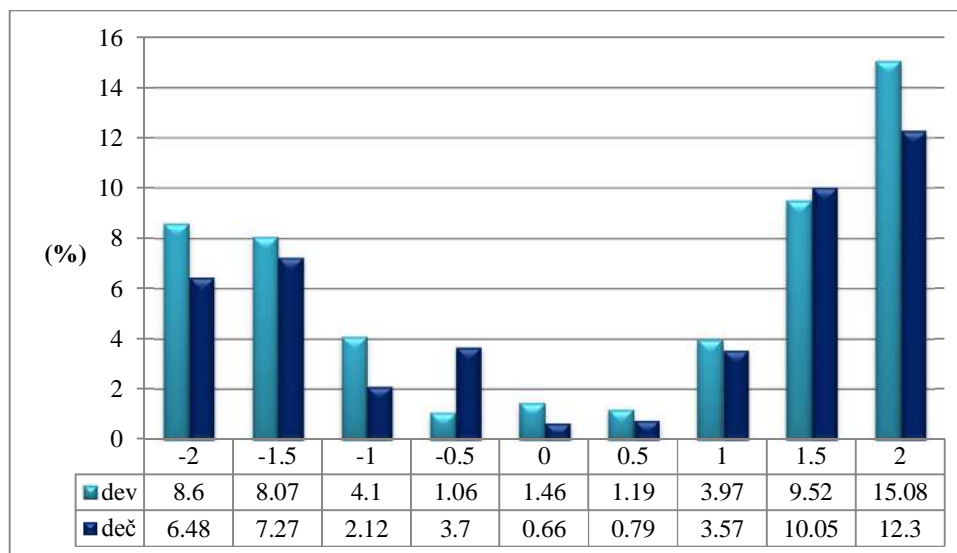
**Tabela 5. Srednje vrednosti svih sedam parametara u odnosu na lateralizaciju ruke kod levorukih i desnorukih ispitanika**

Uzorak	N	Lateralizacija ruke (X±SD)
Levoruki (studijaska grupa)	336	-1,17±0,65
Desnoruki (kontrolna grupa)	386	1,49±0,41
Preobraženi	34	0,81±0,68

Legenda: N-broj ispitanika; X-srednja vrednost; SD-standardna devijacija

Prosečna vrednost lateralizacije ruke kod levorukih iznosi -1,17, dok je kod desnorukih 1,49. Kao posebna grupa izdvojeni su učenici koji su prirodno levoruki, ali su naučeni da koriste desnu ruku, prevashodno za pisanje. Prosečna vrednost stepena lateralizacije kod ove grupe je niska (0,81) i pokazuje skretanje udesno.

Stepen lateralizacije ruke u odnosu na pol ispitanika prikazan je na Grafiku 2. Izraženiji stepen lateralizacije, na nivou od -1,5 kod levorukih, odnosno 1,5 kod desnorukih, imaju devojčice. Naime, među levorukima je 16,67% devojčica koje imaju jako izraženu lateralizaciju ulevo u odnosu na 13,75% levorukih dečaka. Kod desnorukih je slično, odnosno izražen stepen lateralizacije udesno, iznad 1,5, ima 24,6% desnorukih devojčica u odnosu na 22,35% desnorukih dečaka.



**Grafik 2. Pravac i stepen lateralizacije ruke u odnosu na pol**

Iako devojčice, i u grupi levorukih i u grupi desnorukih, pokazuju viši stepen lateralizacije, komparacijom istih nije utvrđena statistički značajna razlika na nivou  $p < 0,05$  (Tabela 6). Iz iste tabele se zapaža da najviši stepen lateralizacije, iznad 1,5, imaju desnoruke devojčice.

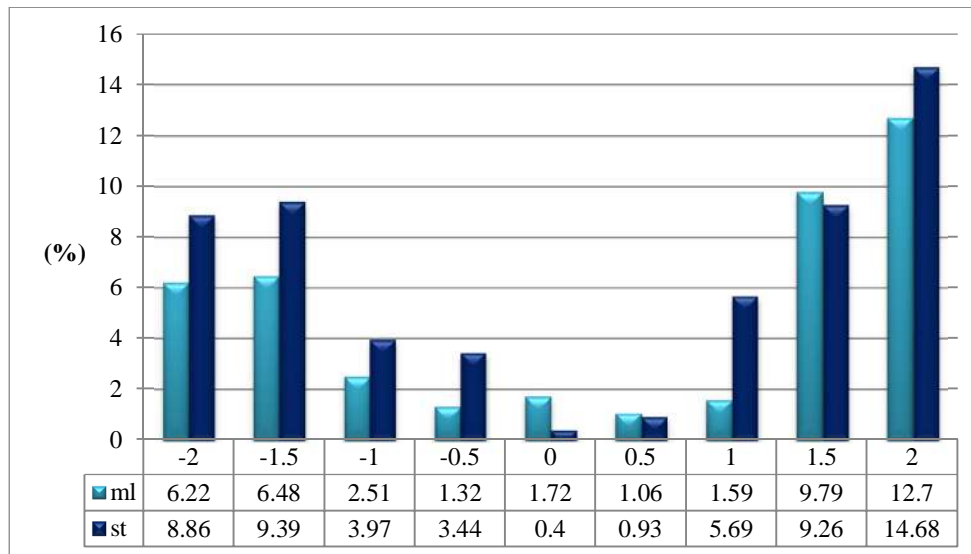
**Tabela 6. Komparacija stepena lateralizacije ruke u odnosu na pol ispitanika**

Uzorak	N	Lateralizacija ruke (X±SD)	p (p<0,05)
Levoruke devojčice	176	-1,20±0,67	
Levoruki dečaci	153	-1,15±0,63	p=0,48
Desnoruke devojčice*	224	1,51±0,41	
Desnoruki dečaci*	203	1,47±0,41	p=0,26

Legenda: N-broj ispitanika; X-srednja vrednost; SD-standardna devijacija; p-statistička značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

\*u odnosu na X pridruženi su i preobraženi ispitanici

Razlike u izraženosti stepena lateralizacije ruke ne javljaju se samo u odnosu na pol, već i u odnosu na uzrast (Grafik 3).



**Grafik 3. Pravac i stepen lateralizacije ruke u odnosu na uzrast**

Stariji ispitanici imaju izraženiji stepen lateralizacije ruke. Kod levorukih ispitanika 18,25% starijih ima jako izražen stepen lateralizacije u odnosu na 12,7% mlađih. Među desnorukima, stariji ispitanici su takode u većem procentu sa izraženim stepenom lateralizacije (23,94%) u odnosu na mlađe (22,49%). Razlike postoje i poređenjem prosečnih vrednosti parametara koji određuju lateralizaciju ruke (Tabela 7) i statistički su značajne na nivou  $p < 0,05$ . Između mlađih i starijih levorukih ispitanika ta razlika je izraženija i na nivou je  $p = 0,009$ , u korist starijih.

**Tabela 7. Komparacija stepena lateralizacije ruke u odnosu na uzrast**

Uzorak	N	Lateralizacija ruke (X±SD)	p (p<0,05)
Levoruki (10-12)	138	-1,07±0,74	
Levoruki (13-15)	195	-1,25±0,56	p=0,009
Desnoruki (10-12)*	190	1,45±0,44	
Desnoruki (13-15)*	233	1,53±0,37	p=0,041

Legenda: N-broj ispitanika; X-srednja vrednost; SD-standardna devijacija; p-statistička značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

\*u odnosu na X pridruženi su i preobraženi ispitanici

### 4.3. Korelacija i predikcija veština u odnosu na lateralizaciju ruke

#### 4.3.1. Korelacija veštine pisanja sa ostalim unimanuelnim veštinama

U Tabeli 8 je prikazana korelacija sedam posmatranih parametara veštine ruke u odnosu na lateralizaciju, na osnovu čega je određena opšta lateralizacija ruke levorukih ispitanika. Pisanje kao veština je kod levorukih u izraženoj korelaciji samo sa veštinom crtanja (sa koeficijentom korelacije 0,86), ne i sa ostalim parametrima. Međutim, parametri kao što su precizno bacanje, korišćenje makaza i četkice za zube, upotreba ključa i držanje čaše pokazuju srednje značajnu međusobnu povezanost (od 0,31-0,61).

**Tabela 8. Korelacija parametara koji određuju opštu lateralizaciju ruke kod levorukih ispitanika**

Parametri	P	C	B	M	CE	K	CA
P	1						
C	<b>0,86</b>	1					
B	-0,09	-0,04	1				
M	-0,02	0,02	<b>0,52</b>	1			
CE	-0,01	0,04	<b>0,44</b>	<b>0,61</b>	1		
K	-0,06	-0,04	<b>0,40</b>	<b>0,49</b>	<b>0,44</b>	1	
CA	0,06	-0,03	<b>0,31</b>	<b>0,37</b>	<b>0,39</b>	<b>0,49</b>	1

*Legenda:* P-pisanje; C-crtanje; B-precizno bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice za zube; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše

**Tabela 9. Pisanje kao prediktor veština koje utiču na lateralizaciju ruke kod levorukih ispitanika**

Parametri	R	R <sup>2</sup>	F	t	p
C	0,864	0,747	990,071	31,465	0,000
B	0,089	0,008	2,696	-1,641	0,101
M	0,022	0,000	0,169	-0,411	0,680
CE	0,013	0,000	0,056	-0,238	0,811
K	0,055	0,003	1,033	-1,016	0,310
CA	0,059	0,003	1,205	-1,098	0,272

*Legenda:* P-pisanje; C-crtanje; B-precizno bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice za zube; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

Korelacija između veštine pisanja i crtanja je vidljiva i kada se pisanje posmatra kao predikcioni parametar za ostale unimanuelne veštine kod levorukih ispitanika (Tabela 9). Koeficijent korelacije između ova dva pokazatelja lateralizacije ruke (pisanje i crtanje) je 0,86, dok je koeficijent determinacije 75%. Međutim, u odnosu na druge parametre, i koeficijent korelacije i koeficijent determinacije imaju niže vrednosti, što pokazuje da, osim za crtanje, pisanje nije dobar prediktor ostalih unimanuelnih veština.

Najviši koeficijent korelacije kod desnorukih ispitanika je takođe između veština pisanja i crtanja i iznosi 0,50, dok su sve ostale veštine u niskoj korelaciji sa veštinom pisanja (Tabela 10).

**Tabela 10. Korelacija parametara koji određuju opštu lateralizaciju ruke kod desnorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>P</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>CE</i>	<i>K</i>	<i>CA</i>
P	1						
C	<b>0,50</b>	1					
B	-0,03	0,05	1				
M	0,10	0,13	0,29	1			
CE	0,07	0,06	<b>0,31</b>	<b>0,41</b>	1		
K	0,06	0,07	0,13	0,21	<b>0,30</b>	1	
CA	0,04	0,03	0,13	<b>0,35</b>	0,28	0,27	1

*Legenda:* P-pisanje; C-crtanje; B-precizno bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice za zube; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše

**Tabela 11. Pisanje kao prediktor veština koje utiču na lateralizaciju ruke kod desnorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
C	<b>0,498</b>	<b>0,248</b>	127,006	11,269	0,000
B	0,028	0,000	0,307	-0,553	0,580
M	0,096	0,009	3,588	1,894	0,058
CE	0,071	0,005	1,959	1,399	0,162
K	0,058	0,003	1,323	1,150	0,250
CA	0,044	0,001	0,756	0,869	0,384

*Legenda:* P-pisanje; C-crtanje; B-precizno bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice za zube; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Pojedini parametri (korišćenje četkice za zube i precizno bacanje, korišćenje četkice za zube i korišćenje makaza, korišćenje četkice za zube i korišćenje ključa, držanje čaše i korišćenje makaza) pokazuju srednje značajnu međusobnu korelaciju (0,31-0,41).

Korelacija između veštine pisanja i veštine crtanja desnom rukom vidljiva je i kada se pisanje postavi kao predikcioni faktor za ostale unimanuelne veštine, pri čemu je koeficijent determinacije 25% (Tabela 11). Kao i kod levorukih, pisanje kao veština nije dobar predikcioni faktor za ostale unimanuelne veštine, osim za crtanje.

#### 4.3.2. Korelacija opšte lateralizacije ruke sa unimanuelnom veštinama

Lateralizacija ruke ulevo/udesno je, u ovom istraživanju, određena na osnovu sedam posmatranih parametara. U kojoj meri svaki od tih parametara utiče na ukupnu (opštu) lateralizaciju ruke prikazano je u Tabelama 12 i 13.

Kod levorukih ispitanika (Tabela 12) izraženi prediktori opšte lateralizacije ruke ulevo nisu pisanje i crtanje, već svi ostali vidovi unimanuelnih veština i to sa značajnim koeficijentom korelacije ( $R$ ) i koeficijentom determinacije ( $R^2$ ). Koeficijent korelacije između opšte lateralizacije ruke i pisanja je svega 0,02, dok je između lateralizacije ruke i crtanja 0,03. Koeficijent korelacije između opšte lateralizacije ruke i ostalih pet posmatranih veština se kreće od 0,65 do 0,81 sa izraženijim koeficijentom determinacije (43%-66%), što ukazuje na njihov značajan udeo u ukupnoj lateralizaciji leve ruke.

**Tabela 12. Prediktori lateralizacije ruke na uzorku levorukih ispitanika**

Prediktori LR	$R$	$R^2$	$F$	$t$	$p$
P	0,023	0,000	0,185	-0,431	0,667
C	0,029	0,000	0,287	0,535	0,593
B	<b>0,732</b>	<b>0,536</b>	386,159	19,650	0,000
M	<b>0,812</b>	<b>0,659</b>	648,194	25,459	0,000
CE	<b>0,768</b>	<b>0,590</b>	481,258	21,937	0,000
K	<b>0,757</b>	<b>0,573</b>	449,368	21,198	0,000
CA	<b>0,654</b>	<b>0,429</b>	250,746	15,834	0,000

**Legenda:** LR-opšta lateralizacija ruke; P-pisanje; C-crtanje; B-precizno bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice za zube; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-nivo korelacije;  $R^2$ -koeficijent determinacije;  $F$ -količnik;  $t$ -vrednost  $t$ -testa;  $p$ -značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Kod desnorukih ispitanika (Tabela 13), crtanje i pisanje takođe nisu u značajnoj korelaciji sa ukupnom lateralizacijom ruke (koeficijent korelacije je 0,11 za pisanje, 0,15 za crtanje).

**Tabela 13. Prediktori lateralizacije ruke na uzorku desnorukih ispitanika**

<i>Prediktori LR</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
P	0,114	0,013	5,085	2,255	0,024
C	0,149	0,022	8,747	2,957	0,003
B	<b>0,522</b>	<b>0,272</b>	144,402	12,017	0,000
M	<b>0,681</b>	<b>0,464</b>	333,458	18,260	0,000
CE	<b>0,729</b>	<b>0,532</b>	438,944	20,951	0,000
K	<b>0,637</b>	<b>0,406</b>	264,024	16,248	0,000
CA	<b>0,632</b>	<b>0,399</b>	256,539	16,016	0,000

*Legenda:* LR-opšta lateralizacija ruke; P-pisanje; C-crtanje; B-precizno bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice za zube; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Koeficijent korelacije između opšte lateralizacije ruke i ostalih pet posmatranih veština se kreće od 0,52 (odnos opšte lateralizacije ruke i preciznog bacanja) do 0,73 (odnos opšte lateralizacije ruke i korišćenja četkice za zube) sa izraženijim koeficijentom determinacije (27%-53%), što ukazuje na njihov značajan udeo u ukupnoj lateralizaciji desne ruke.

#### 4.3.3. Lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha

Korišćenje određene ruke za pisanje često se uzima i kao koristan predikcioni parametar u vezi sa dominacijom noge, oka ili uha. U narednim tabelama prikazano je u kolikoj meri veština pisanja određenom rukom, a u kojoj meri opšta lateralizacija ruke, mogu da predvide lateralizaciju noge, oka ili uha.

Korelacija između dominacije ruke za pisanje i lateralizacije noge, oka i uha ulevo, prikazana je u Tabeli 14. Koeficijent korelacije između veštine pisanja levom rukom i dominacije levog uha je najniži i iznosi svega 0,02. Međutim, kako se iz iste tabele vidi, opšta lateralizacija ruke ulevo pokazuje srednju korelaciju sa lateralizacijom noge, oka i uha, sa vrednostima od 0,37-0,41.

**Tabela 14. Korelacija pisanja levom rukom i opšte lateralizacije ruke za ostalim vidovima lateralizacije (noga, oko, uho) kod levorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>P</i>	<i>LR</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>U</i>
P	1				
LR	-0,02	1			
N	0,10	<b>0,41</b>	1		
O	0,15	<b>0,39</b>	0,31	1	
U	0,02	<b>0,37</b>	0,26	0,27	1

Legenda: P-pisanje; LR-opšta lateralizacija ruke; N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha

U Tabeli 15 prikazana je predikciona vrednost veštine pisanja levom rukom u odnosu na lateralizaciju noge, oka i uha, dok Tabela 16 pokazuje predikcione vrednosti opšte lateralizacije ruke.

**Tabela 15. Veština pisanja kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod levorukih ispitanika**

<i>Pisanje kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,010	0,009	3,359	1,832	0,067
O	0,148	0,022	7,551	2,748	0,006
U	0,019	0,000	0,129	0,360	0,718

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

**Tabela 16. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod levorukih ispitanika**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	<b>0,411</b>	0,169	67,929	8,241	0,000
O	<b>0,385</b>	0,148	58,239	7,631	0,000
U	<b>0,367</b>	0,135	52,145	7,221	0,000

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05



Kao što se iz podataka prikazanih u tabelama vidi, dominacija određene ruke za pisanje nije dobar predikcioni faktor za lateralizaciju noge, oka ili uha. Koeficijent korelacije se kreće u opsegu 0,01-0,15, a time je i  $R^2$  sa niskim vrednostima (0,14-0,17). Kada se kao prediktor postavi opšta lateralizacija ruke, korelacija između lateralizacije ruke i lateralizacije noge, oka i uha je srednje izražena (0,37-0,41).

Kod desnorukih, slično kao i kod levorukih, pisanje kao veština nema dobru prediktivnu vrednost kao opšta lateralizacija ruke, a u odnosu na dominaciju određene noge, oka ili uha (Tabele 17-19).

Pisanje desnom rukom nije u izraženoj korelaciji sa lateralizacijom desne noge, oka ili uha udesno, pri čemu se vrednosti kreću od 0,03-0,11. Opšta lateralizacija ruke u srednje značajnoj korelaciji (0,36) sa dominacijom desnog uha (Tabela 17), dok je koeficijent korelacije između veštine pisanja i lateralizacije oka i noge niži.

**Tabela 17. Korelacija pisanja desnom rukom i opšte lateralizacije ruke za ostalim vidovima lateralizacije (noga, oko, uho) kod desnorukih ispitanika**

Parametri	P	LR	N	O	U
P	1				
LR	0,11	1			
N	0,07	0,17	1		
O	0,03	0,22	0,05	1	
U	0,03	0,36	0,19	0,10	1

Legenda: P-pisanje; LR-opšta lateralizacija ruke; N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha

Veština pisanja desnom rukom nije dobar predikcioni faktor za dominaciju desne noge, oka ili uha (Tabela 18). Vrednosti R se kreću u opsegu 0,026-0,070, a i koeficijent korelacije je srazmerno nizak.

Opšta lateralizacija ruke udesno je dobar predikcioni parametar za dominaciju desne noge, oka ili uha i to sa statističkom značajnošću (Tabela 19).

**Tabela 18. Veština pisanja kao prediktor zavisnih lateralizacije noge, oka i uha kod desnorukih ispitanika**

<i>Pisanje kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,070	0,004	1,898	1,378	0,168
O	0,027	0,000	0,285	0,534	0,593
U	0,026	0,000	0,273	0,523	0,601

Legenda: *N*-dominacija jedne noge; *O*-dominacijajednog oka; *U*-dominacijajednog uha; *R*-nivo korelacije; *R<sup>2</sup>*-koeficijent determinacije; *F*-količnik; *t*-vrednost *t*-testa; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

**Tabela 19. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod desnorukih ispitanika**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,168	0,028	11,246	3,353	0,000
O	0,226	0,051	20,777	4,558	0,000
U	<b>0,361</b>	0,130	57,831	7,604	0,000

Legenda: *N*-dominacija jedne noge; *O*-dominacijajednog oka; *U*-dominacijajednog uha; *R*-nivo korelacije; *R<sup>2</sup>*-koeficijent determinacije; *F*-količnik; *t*-vrednost *t*-testa; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

#### 4.4. Lateralizacije noge za izvođenje preciznih radnji

U Tabeli 20 prikazana je procentualna zastupljenost dominacije leve, odnosno desne noge u ukupnom uzorku. Među desnorukim ispitanicima izraženija je dominacija desne noge (80% u odnosu na 5,18%), dok je kod levorukih ispitanika dominantnija leva noga (50,59% u odnosu na 34,82%). Manji broj ispitanika može podjednako dobro da koristi obe noge (kod desnorukih 15,03%, kod levorukih 14,59%).

**Tabela 20. Lateralizacija leve/desne noge u ukupnom uzorku**

Uzorak	Lateralizacija noge					
	Dominantna desna noga		Dominantna leva noga		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>p</i>	<i>F</i>
D (386)	308	<b>79,79</b>	20	5,18	0,000	1124,097 ( <i>F<sub>c</sub></i> =3,870)
L (336)	117	34,82	170	<b>50,59</b>	0,000	2730,533 ( <i>F<sub>c</sub></i> =3,874)
U (756)	425	56,21	190	25,13	0,000	5735,45 ( <i>F<sub>c</sub></i> =3,856)

*Legenda: D-uzorak desnorukih; L-uzorak levorukih; N-broj ispitanika; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$ ; F, *F<sub>c</sub>*-količnik i kritična vrednost *F**

Obzirom na to da je kod desnorukih ispitanika dominantnije korišćenje desne noge, odnosno kod levorukih korišćenje leve noge, razmatrana je mogućnost predikcije dominacije noge. Prethodno prikazani rezultati (Tabela 15 i Tabela 18) pokazuju da veština pisanja sama po sebi nije dobar predikcioni parametar. Na osnovu rezultata prikazanih u Tabeli 21, najbolji pojedinačni predikcioni parametar za dominaciju leve noge je korišćenje leve ruke za precizno bacanje (gađanje) sa koeficijentom korelacije 0,50. Ukupni korelacioni koeficijent svih sedam veština je 0,55. Koeficijent determinacije je 0,30, što znači da se 30% lateralizacije noge ulevo može objasniti opštom lateralizacijom ruke, a najizraženiji pojedinačni parametar je precizno bacanje.

**Tabela 21. Pojedinačni uticaj parametara koji određuju lateralizaciju ruke u predikciji lateralizacije noge kod levorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Ukupno R</i>
P	0,099	0,009	3,359	1,832	0,07	
C	0,054	0,002	0,983	0,992	0,322	
B	<b>0,494</b>	0,245	108,338	10,408	0,000	<b>0,55</b>
M	0,299	0,089	32,823	5,729	0,000	<b>(R<sup>2</sup>=0,30)</b>
CE	0,186	0,034	12,005	3,465	0,000	
K	0,247	0,061	21,718	4,660	0,000	
CA	0,271	0,073	26,682	5,166	0,000	

Legenda: P-pisanje; C-crtanje; B-bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-koeficijent korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Kod desnorukih ispitanika (Tabela 22) ukupan koeficijent korelacije je 0,29, dok je koeficijent determinacije svega 8%. Najbolji pojedinačni predikcioni parametri za lateralizaciju noge udesno kod desnorukih su korišćenje makaza (sa koeficijentom korelacije 0,22) i precizno bacanje (sa koeficijentom korelacije 0,18).

**Tabela 22. Pojedinačni uticaj parametara koji određuju lateralizaciju ruke u predikciji lateralizacije noge kod desnorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Ukupno R</i>
P	0,070	0,004	1,898	1,378	0,168	
C	0,015	0,000	0,088	-0,297	0,766	
B	0,177	0,031	12,485	3,533	0,000	<b>0,29</b>
M	0,218	0,047	19,246	4,387	0,000	<b>(R<sup>2</sup>=0,08)</b>
CE	0,031	0,000	0,382	0,618	0,536	
K	0,066	0,004	1,684	1,298	0,195	
CA	0,091	0,008	3,279	1,811	0,070	

Legenda: P-pisanje; C-crtanje; B-bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-koeficijent korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

#### 4.5. Lateralizacija oka za prijem vizuelnih draži

Rezultati u vezi sa lateralizacijom oka prikazani su u Tabeli 23, za ukupan uzorak. Među desnorukim ispitanicima značajna je dominacija desnog oka (57,77% u odnosu na 13,73%), dok je kod levorukih ispitanika dominantnije levo oko (57,14% u odnosu na 17,56%). Manji je broj ispitanika kod kojih postoji približno jednaka dominacija oba oka (kod desnorukih 28,50%, kod levorukih 25,30%). Ipak, lateralizacija oka je kod obe grupe slabije izražena u odnosu na lateralizaciju noge.

**Tabela 23. Lateralizacija levog/desnog oka na ukupnom uzorku**

Uzorak	Lateralizacija oka					
	Dominantno desno oko		Dominantno levo oko		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>p</i>	<i>F</i>
D (386)	223	<b>57,77%</b>	53	13,73%	0,000	2116,487 ( <i>F<sub>c</sub></i> =3,875)
L (336)	59	17,56%	192	<b>57,14%</b>	0,000	1791,325 ( <i>F<sub>c</sub></i> =3,879)
U (756)	282	37,30%	245	32,41%	0,000	5480,033 ( <i>F<sub>c</sub></i> =3,859)

*Legenda: D-uzorak desnorukih; L-uzorak levorukih; N-broj ispitanika; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$ ; F, *F<sub>c</sub>*-količnik i kritična vrednost *F**

Kod levorukih ispitanika opšta lateralizacija ruke je u korelaciji sa lateralizacijom oka sa 0,45 (Tabela 24) i koeficijentom determinacije od 20%. Najviši nivo korelacije je između lateralizacije oka ulevo i preciznog bacanja levom rukom (0,35).

Kod desnorukih ispitanika ukupna lateralizacija ruke je u korelaciji sa lateralizacijom oka sa 0,29 (Tabela 25) i koeficijentom determinacije od 8%. Nijedna od posmatranih veština koje određuju lateralizaciju ruke udesno nije u značajnoj korelaciji sa dominacijom desnog oka kod desnorukih.

**Tabela 24. Pojedinačni uticaj parametara koji određuju lateralizaciju ruke u predikciji lateralizacije oka kod levorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Ukupno R</i>
P	0,148	0,022	7,551	2,748	0,006	
C	0,147	0,022	7,438	2,727	0,006	
B	<b>0,352</b>	0,123	47,196	6,869	0,000	<b>0,45</b>
M	0,279	0,078	28,316	5,321	0,000	<b>(R<sup>2</sup>=0,20)</b>
CE	0,340	0,115	43,761	6,615	0,000	
K	0,224	0,050	17,673	4,203	0,000	
CA	0,209	0,043	15,278	3,908	0,000	

*Legenda: P-pisanje; C-crtanje; B-bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-koeficijent korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05*

**Tabela 25. Pojedinačni uticaj parametara koji određuju lateralizaciju ruke u predikciji lateralizacije oka kod desnorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Ukupno R</i>
P	0,027	0,000	0,285	0,534	0,593	
C	0,054	0,002	1,152	1,073	0,283	
B	0,048	0,002	0,914	0,956	0,339	<b>0,29</b>
M	0,053	0,002	1,086	1,042	0,297	<b>(R<sup>2</sup>=0,08)</b>
CE	0,170	0,029	11,577	3,402	0,000	
K	0,198	0,039	15,728	3,965	0,000	
CA	0,219	0,048	19,509	4,416	0,000	

*Legenda: P-pisanje; C-crtanje; B-bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-koeficijent korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05*

#### 4.6. Lateralizacija uha za prijem auditivnih draži

Rezultati u vezi sa lateralizacijom uha u ukupnom uzorku predstavljeni su u Tabeli 26. Kod desnorukih ispitanika znatno je dominantnije desno uho (39,12% u odnosu na 5,96%), dok se znatno više desnorukih izjasnilo da mogu podjednako da koriste oba uha (54,92%). Među levorukim ispitanicima je više onih koji dominantno koriste levo uho i to 45,24% i nešto manje (44,05%) je onih koji podjednako dobro mogu da koriste oba uha. Kada se analizira ukupni uzorak, 24,74% koristi dominantno desno, 23,15% dominantno levo uho, dok je preostalih 52,11% bez izražene dominacije. Lateralizacija uha je sa slabije izraženim stepenom lateralizacije ulevo/udesno u odnosu na lateralizaciju oka, a naročito u odnosu na lateralizaciju noge.

**Tabela 26. Lateralizacija levog/desnog uha u ukupnom uzorku**

Uzorak	Lateralizacija uha					
	Dominantno desno uho		Dominantno levo uho		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>p</i>	<i>F</i>
D (386)	151	<b>39,12%</b>	23	5,96%	0,000	751,948 ( <i>F<sub>c</sub></i> = 3,896)
L (336)	36	10,71%	152	<b>45,24%</b>	0,000	1141,974 ( <i>F<sub>c</sub></i> = 3,891)
U (756)	187	24,74%	175	23,15%	0,122	2,396 ( <i>F<sub>c</sub></i> = 3,867)

*Legenda: D-uzorak desnorukih; L-uzorak levorukih; N-broj ispitanika; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$ ; F, *F<sub>c</sub>*-količnik i kritična vrednost *F**

Korelacija opšte lateralizacije ruke i dominacije levog uha kod levorukih ispitanika je 0,46, pri čemu lateralizacija ruke ulevo objašnjava 20% lateralizacije uha (Tabela 27). Među pojedinačnim veštinama se najviše, mada srednje značajno, ističu precizno bacanje sa koeficijentom korelacije 0,31, korišćenje četkice (0,32) i korišćenje čaše (0,36) kao veštine koje su u korelaciji sa lateralizacijom uha ulevo.

Kod desnorukih pisanje takođe nije dobar prediktor lateralizacije uha (Tabela 28). Opšta lateralizacija ruke udesno je u korelaciji sa lateralizacijom uha sa 0,38 (srednje izražena korelacija), mada lateralizacija ruke može da objasni svega 15% lateralizacije uha ( $R^2=0,15$ ). Iako korišćenje čaše ima, kao pojedinačna veština, srednje izraženu korelaciju od 0,32, njen koeficijent determinacije je svega 10%.

**Tabela 27. Pojedinačni uticaj parametara koji određuju lateralizaciju ruke u predikciji lateralizacije uha kod levorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Ukupno R</i>
P	0,019	0,000	0,129	0,360	0,718	
C	0,031	0,000	0,323	0,568	0,569	
B	0,306	0,093	34,559	5,878	0,000	<b>0,46</b>
M	0,197	0,038	13,485	3,672	0,000	<b>(R<sup>2</sup>=0,20)</b>
CE	0,316	0,100	37,303	6,107	0,000	
K	0,213	0,046	16,016	4,002	0,000	
CA	0,356	0,127	48,705	6,978	0,000	

*Legenda: P-pisanje; C-crtanje; B-bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-koeficijent korelacije; R2-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$*

**Tabela 28. Pojedinačni uticaj parametara koji određuju lateralizaciju ruke u predikciji lateralizacije uha kod desnorukih ispitanika**

<i>Parametri</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Ukupno R</i>
P	0,026	0,000	0,273	0,523	0,601	
C	0,026	0,000	0,274	0,524	0,600	
B	0,171	0,029	11,684	3,418	0,000	<b>0,38</b>
M	0,258	0,067	27,661	5,259	0,000	<b>(R<sup>2</sup>=0,15)</b>
CE	0,236	0,055	22,808	4,775	0,000	
K	0,180	0,032	13,022	3,608	0,000	
CA	0,322	0,104	44,770	6,691	0,000	

*Legenda: P-pisanje; C-crtanje; B-bacanje; M-korišćenje makaza; CE-korišćenje četkice; K-korišćenje ključa; CA-držanje čaše; R-koeficijent korelacije; R2-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$*



#### 4.7. Lateralizacija u odnosu na uzrast

Kao što je u Tabeli 7 navedeno, lateralizacija kod mlađih levorukih ispitanika je u proseku -1,07, dok je kod starijih levorukih -1,25 (bez obzira na pol). Kod mlađih desnorukih ispitanika je 1,45, odnosno 1,53 kod starijih desnorukih (Tabela 7). Korelacija posmatranih parametara kod mlađih, odnosno kod starijih ispitanika, predstavljena je u tabelama 29-32.

Opšta lateralizacija ruke, određena vrednostima sedam parametara, je u srednje značajnoj korelaciji sa lateralizacijom noge, oka i uha kod mlađih levorukih ispitanika i to sa vrednostima od 0,35-0,50 (Tabela 29). Najviši nivo korelacije je između lateralizacije ruke i lateralizacije noge ulevo (0,50), gde je i najviši nivo koeficijenta determinacije (25%).

Kod starijih levorukih ispitanika (Tabela 30) lateralizacija ruke je takođe u značajnoj vezi sa lateralizacijom noge, oka i uha i to sa srednje značajnim koeficijentom korelacije od 0,32-0,37.

**Tabela 29. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod mlađih levorukih ispitanika**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	<b>0,497</b>	<b>0,247</b>	45,945	6,778	0,000
O	<b>0,434</b>	0,188	32,524	5,7,3	0,000
U	<b>0,352</b>	0,124	19,912	4,462	0,000

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

**Tabela 30. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod starijih levorukih ispitanika**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	<b>0,326</b>	0,106	22,768	4,771	0,000
O	<b>0,317</b>	0,100	21,420	4,628	0,000
U	<b>0,366</b>	0,133	29,632	5,443	0,000

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

I kod mlađih (Tabela 31) i kod starijih (Tabela 32) desnorukih ispitanika izraženiji koeficijent korelacije je između lateralizacije ruke i lateralizacije uha, sa vrednošću od 0,37, dok je koeficijent determinacije 13,5%.

**Tabela 31. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod mlađih desnorukih ispitanika**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,014	0,000	0,039	0,198	0,834
O	0,187	0,035	6,399	2,529	0,012
U	<b>0,368</b>	0,135	27,492	5,243	0,000

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

**Tabela 32. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod starijih desnorukih ispitanika**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,277	0,077	17,315	4,161	0,000
O	0,263	0,069	15,343	3,917	0,000
U	<b>0,368</b>	0,135	32,512	5,701	0,000

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

Statistička značajnost razlika u lateralizaciji noge, oka i uha između mlađih i starijih levorukih ispitanika predstavljena je u Tabeli 33. I mlađi i stariji ispitanici u sličnom procentu koriste dominantno levu nogu (50%:51,03%), tako da nema statistički značajne razlike (p=0,82). Ipak, lateralizacija ulevo je izraženija kod starijih ispitanika (-0,39:-0,43). Step lateralizacije je izraženiji kod starijih levorukih ispitanika i za dominaciju oka (-0,88), pri čemu 59,28% njih izraženije koristi levo oko u odnosu na 54,23% mlađih levorukih. Razlika je izraženija i u odnosu na dominaciju uha, pri čemu 49,48% starijih dominantnije koristi levo uho u odnosu na 39,44% mlađih levorukih.

**Tabela 33. Značajnost razlika u lateralizaciji noge, oka i uha između mlađih i starijih levorukih ispitanika**

Uzrast	Lateralizacija noge levorukih					
	Dominantna desna noga		Dominantna leva noga		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
10-12 (N=142)	41	28,87	71	<b>50</b>	-0,39	0,82
13-15 (N=194)	76	39,18	99	<b>51,03</b>	-0,43	
	Lateralizacija oka levorukih					
	Dominantno desno oko		Dominantno levo oko		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
10-12 (N=142)	34	23,94	77	<b>54,23</b>	-0,61	0,03
13-15 (N=194)	25	12,89	115	<b>59,28</b>	-0,88	
	Lateralizacija uha levorukih					
	Dominantno desno uho		Dominantno levo uho		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
10-12 (N=142)	16	11,27	56	<b>39,44</b>	-0,43	0,03
13-15 (N=194)	20	10,31	96	<b>49,48</b>	-0,66	

Legenda: *N*-ukupan broj ispitanika; *X*-srednja vrednost; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

80,38% starijih desnorukih ispitanika dominantnije koristi desnu nogu u odnosu na 78,65% mlađih, 59,13% starijih desnorukih češće koristi desno oko u odnosu na 55,61% mlađih i 42,11% starijih desnorukih dominantnije koristi desno uho u odnosu na 35,39% mlađih desnorukih. Iako je dominacija noge, oka i uha udesno izraženija kod starijih desnorukih, nema statistički značajne razlike (Tabela 34).

**Tabela 34. Značajnost razlika u dominaciji noge, oka i uha između mladih i starijih desnorukih ispitanika**

Uzrast	<b>Lateralizacija noge desnorukih</b>					
	Dominantna desna noga		Dominantna leva noga		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
10-12 (N=178)	140	<b>78,65</b>	10	5,62	1,34	0,84
13-15 (N=208)	168	<b>80,38</b>	10	4,78	1,37	
	<b>Lateralizacija oka desnorukih</b>					
	Dominantno desno oko		Dominantno levo oko		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
10-12 (N=178)	99	<b>55,61</b>	30	16,85	0,63	0,44
13-15 (N=208)	123	<b>59,13</b>	23	11,00	0,73	
	<b>Lateralizacija uha desnorukih</b>					
	Dominantno desno uho		Dominantno levo uho		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
10-12 (N=178)	63	<b>35,39</b>	12	6,74	0,48	0,69
13-15 (N=208)	88	<b>42,11</b>	11	5,26	0,52	

Legenda: *N*-ukupan broj ispitanika; *X*-srednja vrednost; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

#### 4.8. Lateralizacija u odnosu na pol

Kao što je u Tabeli 7 prikazano, devojčice imaju izraženiji stepen lateralizacije ruke u odnosu na dečake, mada ne sa statistički značajnom razlikom. Rezultati koji prikazuju korelaciju između lateralizacije ruke i lateralizacije noge, oka i uha kod dečaka, odnosno kod devojčica, prikazani su u tabelama 35-40.

**Tabela 35. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod levorukih devojčica**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	<b>0,542</b>	0,293	74,761	8,646	0,000
O	<b>0,501</b>	0,251	60,419	7,772	0,000
U	0,262	0,068	13,272	3,643	0,010

Legenda: *N*-dominacija jedne noge; *O*-dominacija jednog oka; *U*-dominacija jednog uha; *R*-nivo korelacije; *R<sup>2</sup>*-koeficijent determinacije; *F*-količnik; *t*-vrednost *t*-testa; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Lateralizacija ruke je kod levorukih devojčica (Tabela 35) u srednje značajnoj korelaciji sa lateralizacijom noge (0,54) i lateralizacijom oka (0,50), sa koeficijentima determinacije od 29%, odnosno 25%. Oba koeficijenta korelacije su viša u odnosu na korelaciju istih parametara u ukupnom uzorku (Tabela 16).

**Tabela 36. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod levorukih dečaka**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,264	0,069	11,422	3,379	0,000
O	0,244	0,059	9,662	3,108	0,002
U	<b>0,551</b>	0,304	66,481	8,153	0,000

Legenda: *N*-dominacija jedne noge; *O*-dominacija jednog oka; *U*-dominacija jednog uha; *R*-nivo korelacije; *R<sup>2</sup>*-koeficijent determinacije; *F*-količnik; *t*-vrednost *t*-testa; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Kod levorukih dečaka (Tabela 36) lateralizacija ruke je u srednje značajnoj korelaciji sa lateralizacijom uha (0,55) i to sa koeficijentom determinacije od 30%, što je takođe više u odnosu na isti odnos u ukupnom uzorku levorukih.

Kod desnorukih devojčica (Tabela 37) značajna je korelacija između lateralizacije ruke i lateralizacije uha (0,46) sa koeficijentom determinacije od 21%. Ova korelacija je na višem nivou nego na ukupnom uzorku desnorukih (Tabela 19). Ostali vidovi korelacije su slabije izraženi i odgovaraju nivou korelacije na ukupnom uzorku desnorukih. Kod desnorukih dečaka (Tabela 38) nema izražene korelacije ni sa jednim vidom lateralizacije (noga, oko, uho).

**Tabela 37. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod desnorukih devojčica**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,167	0,027	5,596	2,365	0,018
O	0,240	0,057	11,928	3,453	0,000
U	<b>0,456</b>	0,207	51,142	7,151	0,000

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

**Tabela 38. Opšta lateralizacija ruke kao prediktor lateralizacije noge, oka i uha kod desnorukih dečaka**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
N	0,161	0,026	5,027	2,242	0,026
O	0,205	0,041	8,223	2,867	0,004
U	0,258	0,066	13,458	3,668	0,000

Legenda: N-dominacija jedne noge; O-dominacijajednog oka; U-dominacijajednog uha; R-nivo korelacije; R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost razlika na nivou p<0,05

Levoruke devojčice u većem procentu koriste levu nogu nego desnu, u 52,20%, dok je kod dečaka taj odnos skoro izjednačen (Tabela 39). Međutim, levoruki dečaci češće dominantno koriste ili levu ili desnu nogu, pa je manji procenat onih koji mogu da koriste podjednako dobro obe noge (svega 8,44%), za razliku od levorukih devojčica gde 19,78% može podjednako dobro da koristi obe noge. Iz tog razloga prosečna vrednost lateralizacije noge kod levorukih devojčica jeste -0,36, što je niže u odnosu na isti parametar kod levorukih dečaka. Dominacija levog oka je u skoro podjednakom procentu (55,19%-58,79%) zastupljena i kod levorukih dečaka i kod levorukih devojčica, pa nema statistički značajne razlike. Značajna razlika se javlja u dominantnom korišćenju levog uha (p=0,006). Levoruki

dečaci dominantnije koriste levo uho, sa 49,35%, u odnosu na 41,76% levorukih devojčica koje dominantnije koriste levo uho.

Kod desnorukih ispitanika (Tabela 40), iako se statistički značajna razlika javlja samo za dominaciju desne noge, prosečne vrednosti za sve posmatrane karakteristike su više kod desnorukih devojčica. Naime, 86,29% desnorukih devojčica dominantnije koristi desnu nogu u odnosu na 72,63% desnorukih dečaka i to sa značajnošću od 0,001. Svega 12,69% desnorukih devojčica se izjasnilo da može podjednako dobro da koristi obe noge u odnosu na 17,9% desnorukih dečaka. 62,94% desnorukih devojčica dominantno koristi desno oko (u odnosu na 52,11% dečaka) i 40,10% dominantno koristi desno uho (u odnosu na 37,89% dečaka).

**Tabela 39. Značajnost razlika u dominaciji noge, oka i uha između levorukih dečaka i devojčica**

Pol	Lateralizacija noge levorukih					
	Dominantna desna noga		Dominantna leva noga		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
M	66	42,86	75	<b>48,70</b>	-0,47	
Ž	51	28,02	95	<b>52,20</b>	-0,36	0,450
<b>Lateralizacija oka levorukih</b>						
	Dominantno desno oko		Dominantno levo oko		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
M	26	16,88	85	<b>55,19</b>	-0,78	
Ž	33	18,13	107	<b>58,79</b>	-0,75	0,830
<b>Lateralizacija uha levorukih</b>						
	Dominantno desno uho		Dominantno levo uho		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
M	11	7,14	76	<b>49,35</b>	-0,74	
Ž	25	13,74	76	<b>41,76</b>	-0,41	0,006

Legenda: *N*-ukupan broj ispitanika; *X*-srednja vrednost; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

**Tabela 40. Značajnost razlika u dominaciji noge, oka i uha između desnorukih dečaka i devojčica**

Pol	Lateralizacija noge desnorukih					
	Dominantna desna noga		Dominantna leva noga		Značajnost razlika	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>X</i>	<i>p</i>
M	138	<b>72,63</b>	18	9,47	1,19	
Ž	170	<b>86,29</b>	2	1,02	1,51	0,001
<b>Lateralizacija oka desnorukih</b>						
	Dominantno desno oko		Dominantno levo oko		<i>X</i>	<i>p</i>
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%		
M	99	<b>52,11</b>	30	15,79	0,56	0,082
Ž	124	<b>62,94</b>	23	11,68	0,79	
<b>Lateralizacija uha desnorukih</b>						
	Dominantno desno uho		Dominantno levo uho		<i>X</i>	<i>p</i>
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%		
M	72	<b>37,89</b>	15	7,89	0,42	0,115
Ž	79	<b>40,10</b>	8	4,06	0,57	

Legenda: *N*-ukupan broj ispitanika; *X*-srednja vrednost; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$



## 4.9. Kognitivne performanse i korelacija sa lateralizacijom ruke

Kako kognitivne sposobnosti uključuju pažnju, pamćenje i učenje, vizuelne i specijalne sposobnosti, a u literaturi se često nailazi na oprečna mišljenja u vezi sa korelacijom kognicije i korišćenja određene ruke, deo istraživanja je posvećen upravo ovoj temi. Za utvrđivanje razlika između levorukih i desnorukih ispitanika korišćeni su TMT-A test, upitnik za određivanje stilova mišljenja i ponašanja, odnosno binarni bihevioralni upitnik, kao i upitnik za određivanje stilova učenja.

### 4.9.1. Vizuelna pažnja i brzina procesuiranja u odnosu na lateralizaciju

Za određivanje vizuelno-motoričkih sposobnosti u odnosu na lateralizaciju ruke korišćeni su podaci o lateralizaciji ruke svih ispitanika i TMT-A test. U Tabeli 41 su prikazane razlike u brzini izvođenja TMT testa između levorukih, desnorukih i prirodno levorukih koji su naučeni da koriste desnu ruku.

**Tabela 41. Razlike u brzini izvođenja TMT-A testa**

Uzorak (N)	LR (X)	s
L (N=336)	-0,94	27,17
D (N=386)	1,53	27,22
P (N=34)	0,89	27,52
<i>Značajnost razlika</i>		
p	<b>F</b>	<b>F<sub>c</sub></b>
0,98	0,023	3,007

*Legenda: L-levoruki; D-desnoruki; P-preobraženi; s-sekunde; N-broj ispitanika; LR-lateralizacija ruke; p-značajnost razlike na nivou  $p < 0,05$ ; F-količnik; F<sub>c</sub>-kritična vrednost F*

Lateralizacija ruke nema značajnog uticaja na brzinu izvođenja TMT testa ( $p=0,98$ ), odnosno sve tri grupe ispitanika u proseku rade test za približno 27 sekundi.

Lateralizacija ruke nije u korelaciji sa brzinom izvođenja TMT testa, niti ima prediktibilnu vrednost, kao što je prikazano u Tabeli 42.

**Tabela 42. Lateralizacija ruke kao prediktor brzine izvođenja TMT-A testa**

<i>LR kao prediktor</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
L	0,104	0,010	3,620	-1,902	0,057
D	0,003	0,000	0,003	0,060	0,952
P	0,083	0,006	0,224	0,473	0,638

*Legenda: L-levoruki; D-desnoruki; P-preobraženi; LR-lateralizacija ruke; R-koeficijent korelacije; R2-koeficijent determinacije; F-količnik; t-vrednost t-testa; p-značajnost na nivou  $p < 0,05$*

Razlika u brzina procesuiranja (vizuelno-motorne sposobnosti) posmatrana je i sa aspekta polnog dimorfizma. U Tabeli 43 su prikazani rezultati TMT testa u odnosu na pol ispitanika.

**Tabela 43. Razlike u brzini izvođenja TMT-A testa u odnosu na pol (ista rukost i uzrast)**

Lateralizacija ruke	Uzrast	pol	s	<i>p</i>
Levoruki	13-15	M	24,56	0,97
		Ž	24,51	
	10-12	M	30,27	0,60
		Ž	30,96	
Desnoruki	13-15	M	25,44	0,61
		Ž	24,89	
	10-12	M	29,98	0,59
		Ž	29,36	

*Legenda: s-sekunde; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$ ; M-muški pol; Ž-ženski pol*

Između levorukih dečaka i devojčica istog uzrasta nema značajne razlike (Tabela 43). Starije levoruke devojčice su završile test u proseku za 24,56s, a dečaci za 24,51s. I poređenjem mladih levorukih ispitanika u odnosu na pol nema značajnih razlika-devojčice u proseku za 30,27s, a dečaci u proseku za 30,96s završavaju test. Slično je i kod desnorukih ispitanika, gde je odnos između starijih devojčica i dečaka 25,44s:24,89s, a kod mladih 29,98s:29,36s.

U Tabeli 44 su prikazani rezultati poređenja ispitanika istog pola i uzrasta, ali različite rukosti, radi utvrđivanja mogućih razlika u odnosu na lateralizaciju ruke. Između starijih devojčica, uzrasta 13-15 godina, kao ni između mladih devojčica, uzrasta 10-12 godina, a različite rukosti, ne postoji značajna razlika. Sličan odnos postoji i poređenjem starijih dečaka sa

različitom lateralizacijom ruke, kao i mlađih dečaka, takođe sa različitom lateralizacijom ruke.

**Tabela 44. Razlike u brzini izvođenja TMT-A testa u odnosu na rukost (isti pol i uzrast)**

Pol	Uzrast	LR	s	p
Ž	13-15	L	24,51	0,73
		D	24,89	
	10-12	L	30,96	0,19
		D	29,36	
M	13-15	L	24,56	0,46
		D	25,44	
	10-12	L	30,27	0,82
		D	29,98	

Legenda: Ž-ženski pol; M-muški pol; LR-lateralizacija ruke; s-sekunde; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Statistička značajnost razlika se zapaža poređenjem mlađih i starijih ispitanika i to sa  $p=0,000$  i kod levorukih i kod desnorukih (Tabela 45). Starije levoruke devojčice brže, u proseku za 6,45s, završavaju TMT test u odnosu na mlađe levoruke devojčice, dok stariji levoruki dečaci u proseku za 5,71s brže završavaju test u odnosu na mlađe levoruke dečake. Sličan odnos je i kod desnorukih ispitanika, kod kojih stariji takođe sa statistički značajnom razlikom brže rade test. Starije desnoruke devojčice su u odnosu na mlađe brže za 4,47s, dok su stariji desnoruki dečaci brži u odnosu na mlađe desnoruke dečake u proseku za 4,54s.

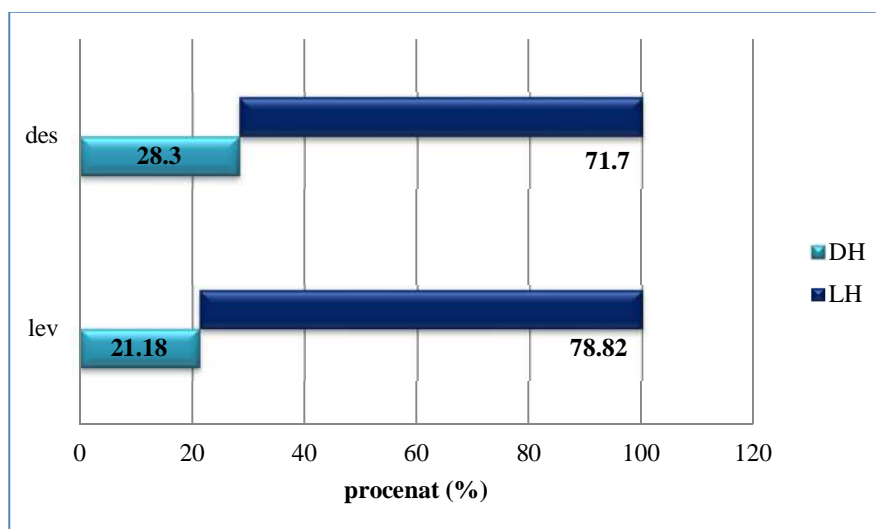
**Tabela 45. Razlike u brzini izvođenja TMT-A testa u odnosu na uzrast (ista lateralizacija ruke i pol)**

Lateralizacija	Pol	Uzrast	s	P
L	Ž	10-12	30,96	0,000
		13-15	24,51	
	M	10-12	30,27	0,000
		13-15	24,56	
D	Ž	10-12	29,36	0,000
		13-15	24,89	
	M	10-12	29,98	0,000
		13-15	25,44	

Legenda: Ž-ženski pol; M-muški pol; L-levoruki; D-desnoruki; s-sekunde; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

#### 4.9.2. Korelacija hemisfernosti i lateralizacije ruke

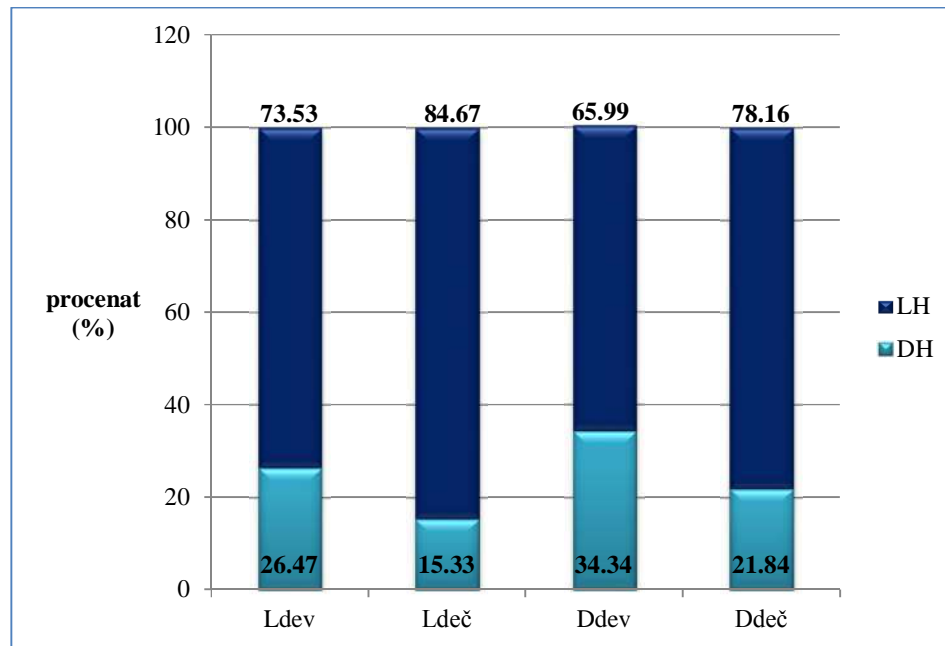
Hemisfernost se, prema Morton (2003), može odrediti bipolarnim bihevioralnim upitnicima koji pokazuju da li je osoba levohemisferno ili desnohemisferno orijentisana u odnosu na stil mišljenja i ponašanja. U pogledu *logičke orijentacije*, desnohemisferne osobe su češće globalisti (vide širu sliku), imaginativni, intuitivni, dok su levohemisferne osobe češće analitične, logične, detaljne i preferiraju poznavanje objektivnih činjenica. U pogledu *tipa svesti* desnohemisferne osobe su sklone formiranju mentalnih slika, dok se razmišljanje levohemisfernih uglavnom sastoji od reči. Što se tiče *osetljivosti*, desnohemisferne osobe su uglavnom emotivno otvorene, dok su levohemisferne emotivno uglavnom uzdržane. U *socijalnim odnosima* desnohemisferne osobe imaju dobru intuiciju, zavisne su od društva, dosta govore, otvorene su, potrebno im je mišljenje drugih, dok su levohemisferne samostalnije i uzdržanije i nije im bitna evaluacija drugih. Upitnik, na osnovu koga se određuje pripadnost levohemisfernom ili desnohemisfernom tipu, je potpuno popunilo 692 učenika (320 levorukih i 372 desnorukih). Na Grafiku 4 je prikazana zastupljenost levohemisfernih/desnohemisfernih ispitanika u ukupnom uzorku. Desnohemisferno orijentisanih ispitanika ima u većem procentu među desnorukima (28,3% prema 71,7% levorukih), dok je procenat levohemisfernih viši kod levorukih ispitanika (78,82% prema 21,18% desnorukih). Procena je izvršena na ukupnom uzorku, bez sagledavanja uticaja pola i uzrasta.



**Grafik 4. Učestalost levohemisfernih i desnohemisfernih ispitanika u ukupnom uzorku**

Legenda: lev-levoruki; des-desnoruki; DH-desna hemisfera; LH-leva hemisfera

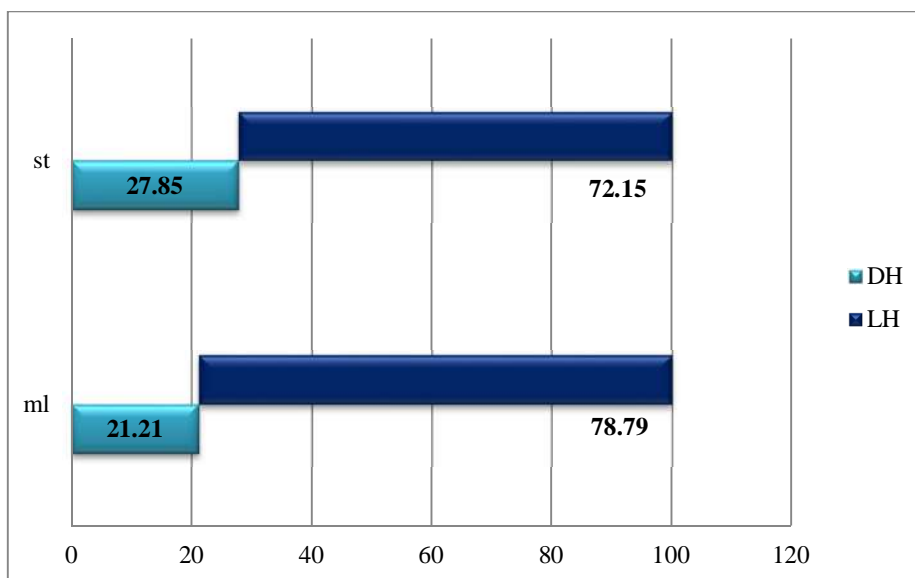
Podaci o raspodeli levohemisfernih i desnohemisfernih ispitanika u odnosu na pol i rukost prikazani su na Grafiku 5. Zapaža se da su devojčice u većem procentu desnohemisferne u odnosu na dečake. 26,47% levorukih devojčica je desnohemisferno orijentisano u odnosu na 15,33% levorukih dečaka, a sličan odnos je i u grupi desnorukih ispitanika, gde je taj odnos 34,34%:21,84%.



**Grafik 5. Učestalost levohemisfernih i desnohemisfernih osoba u odnosu na pol**

*Legenda: Ldev-levoruke devojčice; Ldeč-levoruki dečaci; Ddev-desnoruke devojčice; Ddeč-desnoruki dečaci; LH-leva hemisfera; DH-desna hemisfera*

U odnosu na uzrast, desnohemisfernost (bez obzira na pol i rukost) zastupljenija je kod starijih ispitanika (Grafik 6). Naime, 27,85% starijih ispitanika je desnohemisferno orijentisano u odnosu na 21,21% mlađih ispitanika iste orijentacije. Levohemisfernost je sa višim procentom zastupljena kod mlađih ispitanika (78,79%).



**Grafik 6. Učestalost levohemisfernih i desnohemisfernih osoba u odnosu na uzrast**

Legenda: ml-mlađi ispitanici; st-stariji ispitanici; DH-desna hemisfera; LH-leva hemisfera

Podaci o značajnosti razlika prikazani su u Tabeli 46.

**Tabela 46. Značajnost razlika u ukupnom uzorku u odnosu na hemisfernost**

Uzorak	$\chi^2$ , $p < 0,05$
L/D (ukupan uzorak)	<b>p=0,03</b> (4,65, df=1, c=3,84)
Ldev/Ldeč	<b>p=0,02</b> (5,77, df=1, c=3,84)
Ddev/Ddeč	<b>p=0,009</b> (8,86, df=1, c=3,84)
Devojčice (ukupan uzorak)	p=0,11 (2,56, df=1, c=3,84)
Dečaci (ukupan uzorak)	p=0,14 (2,23, df=1, c=3,84)
Devojčice/dečaci	<b>p= 0,0004</b> (12,38, df=1, c=3,84)
Mlađi/stariji (ukupan uzorak)	<b>p= 0,046</b> (3,981 df=1, c=3,84)

Legenda: L-levoruki; D-desnoruki; Ldev-levoruke devojčice; Ldeč-levoruki dečaci; Ddev-desnoruke devojčice; Ddeč-desnoruki dečaci;  $\chi^2$ -test značajnosti; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Levoruki ispitanici su češće levohemisferni u odnosu na desnohemisferne desnoruke ( $p=0,03$ ). Najizraženija statistički značajna razlika je između polova, pri čemu su devojčice izraženo desnohemisferne u odnosu na dečake, na ukupnom uzorku ( $p=0,0004$ ) ili na nivou grupa ( $p=0,02$  među levorukima, odnosno  $p=0,009$  među desnorukima). Razlika postoji i poređenjem uzrasnih kategorija, pri čemu su mlađi ispitanici češće levohemisferni ( $p=0,046$ ). Između devojčica iz ukupnog uzorka ne postoji statistički značajna razlika u hemisfernosti, kao ni između dečaka, odnosno devojčice su izraženije desnohemisferne, dok su dečaci izraženije levohemisferni.

#### 4.9.3. Korelacija stilova učenja i lateralizacije ruke

Učenje je još jedan aspekt koji može da ukaže na kognitivne karakteristike, a stilovi učenja, odnosno karakteristično ponašanje tokom opažanja i procesuiranja informacija, predstavljaju još jedan način određivanja sličnosti ili razlika između određenih grupa ispitanika. Za ovo istraživanje korišćen je ILS upitnik o stilovima učenja. Poređenje je urađeno u odnosu na određenu lateralizaciju ruke, pol, uzrast, ali i tip hemisfernosti.

U Tabeli 47 je prikazan presek stilova učenja na ukupnom uzorku od 693 ispitanika koji su u potpunosti popunili upitnik.

**Tabela 47. Dimenzije i stilovi učenja ispitanika**

Dimenzija	Stil učenja	N (%)
<b>Obrada informacija</b>	Aktivni (ACT)	<b>514 (74,17%)</b>
	Reflektivni (REF)	179 (25,83%)
<b>Percepcija</b>	Senzorni (SNS)	<b>353 (50,94%)</b>
	Intuitivni (INT)	340 (49,06%)
<b>Usvajanje informacija</b>	Vizuelni (VIS)	<b>578 (83,41%)</b>
	Verbalni (VRB)	115 (16,59%)
<b>Razumevanje</b>	Sekvencionalni (SEQ)	<b>517 (74,60%)</b>
	Globalni (GLO)	176 (25,40%)

Kao što se iz tabele 47 vidi, učenici češće preferiraju aktivni način obrade informacija (74,17%), senzorni vid percepcije (50,94%), vizuelno usvajanje informacija (83,41%), dok je razumevanje češće sekvencionalno (74,60%).

Očekivano, suprotni stilovi učenja koji određuju jednu dimenziju (aktivni u odnosu na reflektivni stil, senzorni u odnosu na intuitivni stil, vizuelni u odnosu na verbalni stil, sekvencionalni u odnosu na globalni stil) imaju negativnu korelaciju (Tabela 48) i to na nivou srednje značajne korelacije (0,43-0,55).

**Tabela 48. Korelacija stilova učenja**

	ACT	REF	SNS	INT	VIS	VRB	SEQ	GLO
ACT	1							
REF	<b>-0,441</b>	1						
SNS	-0,035	0,047	1					
INT	0,103	-0,080	<b>-0,552</b>	1				
VIS	0,191	-0,077	-0,200	0,224	1			
VRB	-0,112	0,040	0,141	-0,079	<b>-0,432</b>	1		
SEQ	-0,028	0,071	0,251	-0,204	-0,042	0,035	1	
GLO	0,004	0,031	-0,169	0,231	0,032	0,027	<b>-0,476</b>	1

Legenda: ACT-aktivni; REF-reflektivni; SNS-senzorni; INT-intuitivni; VIS-visuelni; VRB-verbalni; SEQ-sekvencionalni; GLO-globalni stil.

Koji je stil učenja zastupljeniji kod levorukih, odnosno desnorukih (bez obzira na pol i uzrast) prikazano je u Tabeli 49. Levoruki su sa višim vrednostima rezultata za reflektivni, senzorni i sekvencionalni stil, dok se kod desnorukih više ističu intuitivni, vizuelni i globalni stil. Međutim, značajne razlike postoje pre svega u procesu *percepcije informacija*, pa su levoruki češće senzorni, dok su desnoruki češće intuitivni.

**Tabela 49. Komparacija stilova učenja kod levorukih i desnorukih ispitanika**

Stil učenja	Levoruki (X)	Desnoruki (X)	p
ACT	3,30	3,30	0,99
REF	0,63	0,48	0,16
SNS	<b>2,60</b>	2,13	<b>0,04</b>
INT	1,62	<b>2,10</b>	<b>0,03</b>
VIS	4,60	4,96	0,18
VRB	0,34	0,40	0,46
SEQ	3,39	3,26	0,56
GLO	0,53	0,63	0,36

Legenda: ACT-aktivni; REF-reflektivni; SNS-senzorni; INT-intuitivni; VIS-visuelni; VRB-verbalni; SEQ-sekvencionalni; GLO-globalni stil.; X-srednja vrednost rezultata; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$



**Tabela 50. Komparacija stilova učenja kod devojčica i dečaka**

Stil učenja	Devojčice (X)	Dečaci (X)	p (p<0,05)
ACT	3,13	3,51	0,11
REF	0,56	0,54	0,87
SNS	2,15	2,58	0,07
INT	2,00	1,74	0,24
VIS	4,54	<b>5,10</b>	<b>0,04</b>
VRB	<b>0,46</b>	0,27	<b>0,03</b>
SEQ	3,39	3,23	0,48
GLO	0,54	0,65	0,31

Legenda: ACT-aktivni; REF-reflektivni; SNS-senzorni; INT-intuitivni; VIS-vizuelni; VRB-verbalni; SEQ-sekvencionalni; GLO-globalni stil.; X-srednja vrednost rezultata; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

Poređenjem prosečnih vrednosti stilova učenja kod devojčica i dečaka, bez obzira na lateralizaciju ruke (Tabela 50), zapaža se da devojčice preferiraju intuitivni, verbalni i sekvencionalni stil, dok su kod dečaka zastupljeniji aktivni, senzorni, vizuelni i globalni stil. Statistički značajne razlike se zapažaju u procesu *usvajanja informacija*. Devojčice su češće verbalni, dok su dečaci češće vizuelni tip.

**Tabela 51. Komparacija stilova učenja u odnosu na uzrast**

Stil učenja	ml (X)	st (X)	p
ACT	3,10	3,45	0,133
REF	0,58	0,54	0,727
SNS	<b>2,68</b>	2,09	<b>0,012</b>
INT	1,73	1,98	0,237
VIS	3,81	<b>5,47</b>	<b>0,000</b>
VRB	<b>0,52</b>	0,26	<b>0,004</b>
SEQ	<b>3,86</b>	2,89	<b>0,000</b>
GLO	0,41	<b>0,73</b>	<b>0,002</b>

Legenda: ml-mlađi; st-stariji; ACT-aktivni; REF-reflektivni; SNS-senzorni; INT-intuitivni; VIS-vizuelni; VRB-verbalni; SEQ-sekvencionalni; GLO-globalni stil.; X-srednja vrednost rezultata; p-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

U odnosu na uzrast, mlađi ispitanici su češće reflektivni, senzorni, verbalni i sekvencionalni, dok su stariji sa izraženijim aktivnim, intuitivnim, vizuelnim i globalnim stilom učenja (Tabela 51). Međutim, značajne razlike se zapažaju u procesu *percepcije informacija* (mlađi su češće senzorni), *usvajanju informacija* (mlađi su značajnije verbalni tip, dok su stariji izraženije vizuelni tip), kao i procesu *razumevanja* (mlađi su pretežno sekvencionalni, dok su stariji češće globalisti).

Stilovi učenja su upoređeni sa ranije predstavljenom podelom na levohemisferne i desnohemisferne u procesu mišljenja i ponašanja. Podaci su prikazani u Tabeli 52. Levohemisferni učenici su češće reflektivni, senzorni, vizuelni i sekvencionalni, dok su desnohemisferni češće aktivni, intuitivni, verbalni i globalni. Značajne razlike se jedino ne zapažaju u okviru dimenzije *usvajanje informacija* (vizuelni-verbalni stil).

**Tabela 52. Odnos hemisfernosti i stilova učenja**

	Obrada informacija		Percepcija		Usvajanje informacija		Razumevanje	
	<i>ACT</i>	<i>REF</i>	<i>SNS</i>	<i>INT</i>	<i>VIS</i>	<i>VRB</i>	<i>SEQ</i>	<i>GLO</i>
<i>LH</i>	3,10	<b>0,71</b>	<b>2,39</b>	1,77	<b>4,82</b>	0,32	<b>3,47</b>	0,51
<i>DH</i>	<b>3,54</b>	0,30	1,94	<b>2,28</b>	4,71	<b>0,44</b>	2,72	<b>0,75</b>
<i>p</i>	<b>0,037</b>	<b>0,000</b>	<b>0,031</b>	<b>0,011</b>	0,345	0,116	<b>0,000</b>	<b>0,024</b>

Legenda: *LH*-levohemisfernost; *DH*-desnohemisfernost; *ACT*-aktivni; *REF*-reflektivni; *SNS*-senzorni; *INT*-intuitivni; *VIS*-vizuelni; *VRB*-verbalni; *SEQ*-sekvencionalni; *GLO*-globalni stil.; *p*-značajnost razlika na nivou  $p < 0,05$

LH grupi pripadaju izraženije levoruki koji u odnosu na *percepciju informacija* preferiraju senzorni stil sa značajnom razlikom u odnosu na desnoruke (Tabela 49). Desnoruki su češće DH, a u odnosu na *percepciju informacija* češće intuitivni (Tabela 49). Devojčice su takođe izraženo DH i u odnosu na dimenziju *usvajanje informacija* verbalni tip, dok su dečaci više LH i u odnosu na istu dimenziju češće vizuelni tip, mada u opštem uzorku nema značajnih razlika u odnosu na ovu dimenziju. Mlađi ispitanici su češće senzorni i sekvencionalni, što odgovara njihovom tipu hemisfernosti (LH), dok su stariji češće globalisti, što takođe odgovara njihovom tipu hemisfernosti (DH).

#### 4.10. Familijarna transmisija lateralizacije ruke

16,53%, odnosno 125 ispitanika iz ukupnog uzorka, ima bar jednog levorukog roditelja. Iz grupe levorukih, njih 25,14% ima bar jednog levorukog roditelja, dok je među desnorukima taj procenat 8,29%. U ukupnom uzorku nema porodica gde su oba roditelja levoruka (LO\*LM), dok su ostale tri kategorije zastupljene (LO\*DM, LM\*DO, DO\*DM). U porodicama gde je otac levoruk ima 68,63% levorukih potomaka, odnosno 31,37% desnorukih potomaka. Slično je i u porodicama gde je majka levoruka, pa je odnos levorukih i desnorukih potomaka 78,38%:21,62% (Tabela 53). Desnoruki potomci su znatno zastupljeniji u porodicama gde su oba roditelja desnoruka, odnosno desnoruki roditelji ređe imaju levoruku decu. Statistička značajnost razlika između porodica gde su oba roditelja desnoruka i onih gde je bar jedan roditelj levoruk, a u odnosu na procenat zastupljenosti levorukih potomaka, ima graničnu vrednost i iznosi  $p=0,05$ . Iz iste tabele se vidi da levoruke majke češće imaju levoruku decu u odnosu na levoruke očeve (78,38%:68,63%).

**Tabela 53. Zastupljenost levorukih i desnorukih potomaka u porodicama u odnosu na rukost roditelja**

Roditelji	Potomci (N=756)					
	Levoruke devojčice (N=205)	Levoruki dečaci (N=165)	<b>Levoruki</b>	Desnoruke devojčice (N=197)	Desnoruki dečaci (N=189)	<b>Desnoruki</b>
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
LM*LO (N= 0)	0	0	0	0	0	0
LM*DO (N=74)	41 (55,41%)	17 (22,97%)	<b>58</b> <b>(78,38%)</b>	8 (10,81%)	8 (10,81%)	<b>16</b> <b>(21,62%)</b>
DM*LO (N=51)	21 (41,18%)	14 (27,45%)	<b>35</b> <b>(68,63%)</b>	14 (27,45%)	2 (3,92%)	<b>16</b> <b>(31,37%)</b>
DM*DO (N=631)	143 (22,66%)	134 (21,24%)	<b>277</b> <b>(43,90%)</b>	175 (27,73%)	179 (28,37%)	<b>354</b> <b>(56,10%)</b>

Legenda LM-levoruka majka; DM-desnoruka majka; LO-levoruki otac; DO-desnoruki otac

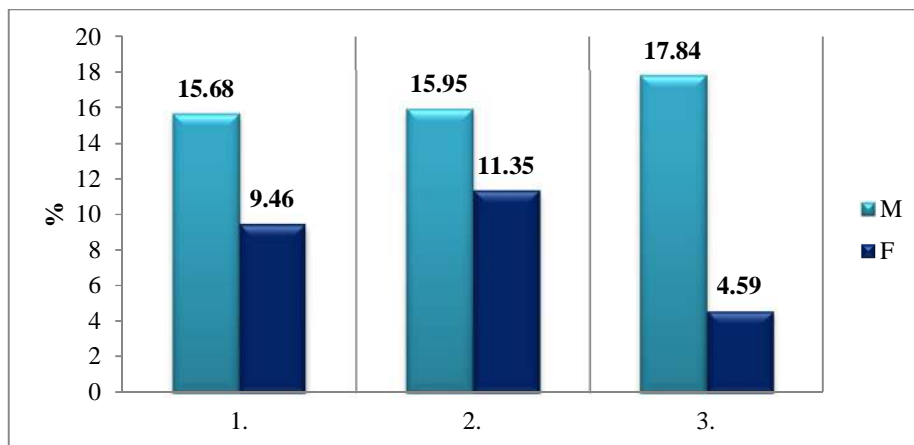
Takođe, levoruke majke češće imaju levoruke ćerke nego levoruke sinove i to u odnosu 55,41%:22,97%, a sličan odnos je i kada je u porodici otac levoruk, pri čemu je odnos levorukih ćerki i levorukih sinova 41,18%:27,45% (Tabela 53). Iako je evidentno da se u porodicama gde je makar jedan od roditelja levoruk češće rađaju devojčice, statistički značajna razlika nije izražena i iznosi  $p=0,13$ .

Rezultati pokazuju da se češće rađaju levoruke devojčice nego levoruki dečaci kada levorukost potiče sa majčine strane (Tabela 54) i to sa statistički značajnom razlikom od  $p=0,0001$ , dok kada levorukost potiče sa očeve strane nema statistički značajne razlike između zastupljenosti levorukih dečaka i devojčica. Levorukost predaka (prvi, drugi, treći stepen srodstva) se češće fenotipski ispoljava kod devojčica nego kod dečaka, odnosno levoruke devojčice češće imaju levoruke pretke. Na ukupnom uzorku levorukih, 20% levorukih devojčica, odnosno 10,30% levorukih dečaka ima levoruku majku, u poređenju sa 10,24% levorukih devojčica i 8,48% levorukih dečaka koji imaju levorukog oca.

**Tabela 54. Procentualna zastupljenost levorukih predaka u 1., 2. i 3. stepenu srodstva kod levorukih devojčica i dečaka nasledeno sa majčine ili očeve strane**

Stepen srodstva	Levorukost sa majčine strane			Levorukost sa očeve strane		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Levoruke devojčice	20,00%	21,46%	22,44%	10,24%	16,1%	4,89%
Levoruki dečaci	10,30%	9,09%	12,12%	8,48%	5,45%	4,24%

Rezultati prikazani u Tabeli 54. ukazuju na to da levoruke devojčice češće imaju levoruke pretke. Češće se rađaju levoruke devojčice nego levoruki dečaci kada levorukost potiče sa majčine strane, i to sa statistički značajnom razlikom ( $p=0,0001$ ), dok značajna razlika u zastupljenosti levorukih devojčica i dečaka kada levorukost potiče sa očeve strane, nije izražena. Takođe, na ukupnom uzorku levorukih (Grafik 7), zapaža se da se levorukost češće nasleđuje sa majčine, nego sa očeve strane, i to sa statistički značajnom razlikom ( $p=0,009$ ).



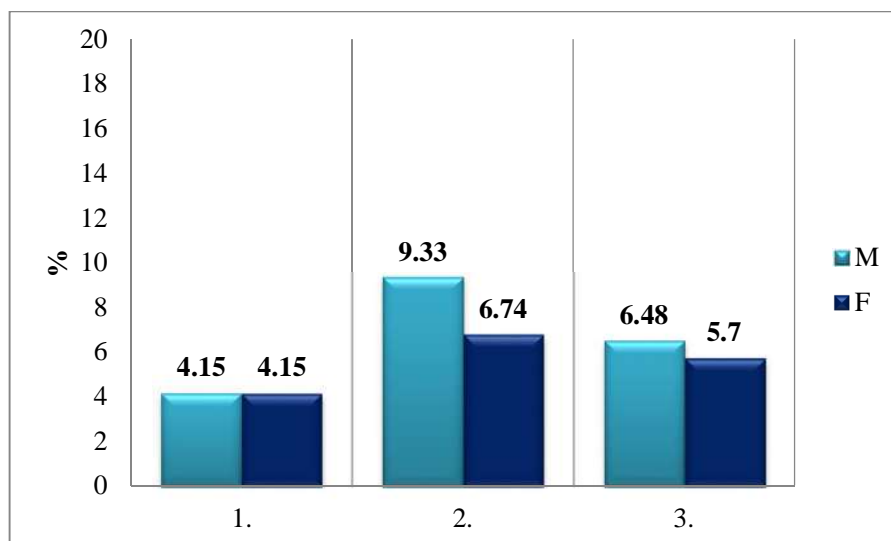
**Grafik 7. Procentualna zastupljenost levorukih predaka kroz tri stepena srodstva u porodicama levorukih ispitanika (sa majčine strane-M i sa očeve strane-F)**

Kako se u Tabeli 55 vidi, i desnoruki ispitanici imaju levoruke pretke u prvom, drugom i trećem stepenu srodstva, ali sa znatno nižim procentom u odnosu na levoruke ispitanike. Jedina statistički značajna razlika ( $p=0,005$ ) je zabeležena u smislu da levoruki očevi češće imaju desnoruke ćerke nego sinove, u posmatranom uzorku, i to u odnosu 7,11%:1,06%.

**Tabela 55. Procentualna zastupljenost levorukih predaka u 1., 2. i 3. stepenu srodstva kod desnorukih devojčica i dečaka, sa majčine ili očeve strane**

Stepen srodstva	Levorukost sa majčine strane			Levorukost sa očeve strane		
	2.	2.	3.	1.	2.	3.
Desnoruke devojčice	4,06%	9,64%	6,60%	7,11%	8,63%	8,12%
Desnoruki dečaci	4,23%	8,99%	6,35%	1,06%	4,76%	3,17%

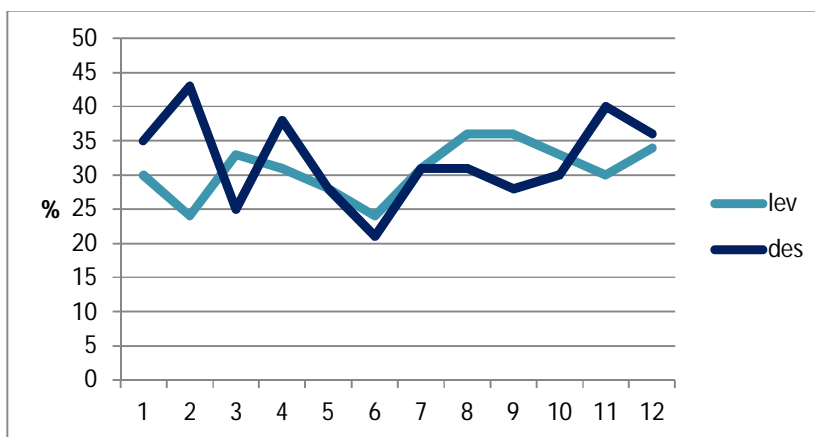
Među desnorukim ispitanicima, njih 4,15% ima levoruku majku, odnosno levorukog oca (Grafik 8), a najviši procenat levorukih predaka je na drugom, potom na trećem stepenu srodstva.



**Grafik 8. Procentualna zastupljenost levorukih predaka kroz tri stepena srodstva u porodicama desnorukih ispitanika (sa majčine strane-M i očeve strane-F)**

#### 4.10.1. Korelacija perioda rođenja i lateralizacije ruke

Period rođenja se često dovodi u vezu sa lateralizacijom ruke ulevo ili udesno, a nalazi na tom polju su različiti. Na uzorku posmatranom u ovom istraživanju odnos rođenja ispitanika prikazan je na Grafiku 9, gde se vidi da postoje razlike u ispitivanom uzorku u odnosu na mesec rođenja. Iako statistički značajna razlika ne postoji ( $p=0,547$ ,  $F=0,372$ ;  $F_c=4,300$ ), desnoruki ispitanici su češće rođeni u zimskim mesecima (novembar, decembar, januar, februar), dok su levoruki češće rođeni u letnjim mesecima (jun, jul, avgust, septembar).



**Grafik 9. Trend rođenja levorukih (lev) i desnorukih (des) po mesecima**

#### 4.11. Fenotipske karakteristike ispitanika

Tabele 56 i 57 pokazuju zastupljenost fenotipskih karakteristika u odnosu na lateralizaciju ruke i pol ispitanika (Tabela 56) i u odnosu na rukost (Tabela 57), na ukupnom uzorku.

Rezultati pokazuju da između levorukih i desnorukih devojčica, sa statistički značajnom razlikom od  $p=0,05$  i između levorukih i desnorukih dečaka, sa statistički značajnom razlikom od  $p=0,03$ , postoji značajna razlika u odnosu na boju očiju. Svetla boja očiju (plava, zelena) je zastupljenija kod levorukih dečaka i devojčica, što prikazuje i Tabela 57 poređenjem ukupnog uzorka levorukih i desnorukih ispitanika ( $p=0,003$ ).

Svetlija boja kose (svetlosmeđa i plava) je zastupljenija kod levorukih devojčica nego kod desnorukih, sa statistički značajnom razlikom od  $p=0,049$ , što nije zapaženo poređenjem levorukih i desnorukih dečaka niti poređenjem ukupnog uzorka. Preklapanje prstiju šake tako da je levi palac preko desnog je osobina koja je sa statistički značajnom razlikom zastupljenija kod levorukih dečaka nego kod desnorukih ( $p=0,02$ ). Na ukupnom uzorku, ista osobina je zastupljenija kod levorukih ispitanika nego kod desnorukih, sa  $p=0,007$ .

Ostali fenotipski parametri (ušni režanj, Darwinova kvržica, nepravilno izgovaranje slova R, dijasema) ne pokazuju statistički značajnu razliku poređenjem levorukih i desnorukih ispitanika.

**Tabela 56. Fenotipske karakteristike ispitanika u odnosu na lateralizaciju ruke i pol  
(ukupan uzorak)**

Fenotipske karakteristike	Devojčice			Dečaci		
	Levoruke (N=205) N, %	Desnoruke (N=197) N, %	$\chi^2$ p<0.05	Levoruki (N=165) N, %	Desnoruki (N=189) N, %	$\chi^2$ p<0.05
<u>Boja očiju</u>						
Svetla boja očiju	79 (38,54%)	58 (29,44%)	<b>p=0,05</b> <b>(3,70,</b> <b>df=1,</b> <b>c=3,84)</b>	53 (32,12%)	42 (22,22%)	<b>p=0,03</b> <b>(4.40,df=</b> <b>1,</b> <b>c=3,84)</b>
Smeđa boja očiju	126 (61,46%)	139 (70,56%)		112 (67,88%)	147 (77,78%)	
<u>Boja kose</u>						
Crna	1 (0,49%)	3 (1,52%)	<b>p=0,049</b> <b>(7.83,df=3,</b> <b>c=7.82)</b>	15 (9,1%)	10 (6,07%)	p=0,58 (1.95,df=3, c=7.82)
Plava	19 (9,27%)	6 (3,05%)		5 (3,03%)	6 (3,64%)	
Svetlosmeđa	47 (22,93%)	44 (22,34%)		31 (18,79%)	36 (21,82%)	
Smeđa	138 (67,32%)	144 (73,1%)		114 (69,1%)	137 (83,03%)	
<u>Ušni režanj</u>						
Slobodan	54 (26,34%)	47 (23,86%)	p=0,57 (0.33,df=1, c=3.84)	34 (20,61%)	38 (20,11%)	p=0,91 (0.01,df=1, c=3.84)
Vežan	151 (73,66%)	150 (76,14%)		131 (79,39%)	151 (79,89%)	
<u>Darvinova kvržica</u>						
Prisutna	67 (32,68%)	55 (27,92%)	p=0,30 (1.08,df=1, c=3.84)	53 (32,12%)	71 (37,57%)	p=0,28 (1.15,df=1, c=3.84)
Nije prisutna	138 (67,32%)	142 (72,08%)		112 (67,88%)	118 (62,43%)	
<u>Nepravilno R</u>						
Prisutno	20 (9,76%)	18 (9,14%)	p=0,83 (0.04,df=1, c=3.84)	19 (11,52%)	21 (11,11%)	p=0,07 (3.35,df=1, c=3.84)
Nije prisutno	185 (90,24%)	179 (90,86%)		146 (88,48%)	168 (88,88%)	
<u>Dijastema</u>						
Prisutna	41 (20,0%)	28 (14,21%)	p=0,12 (2.37,df=1, c=3.84)	13 (7,88%)	14 (7,41%)	p=0,88 (0.03,df=1, c=3.84)
Nije prisutna	164 (80,0%)	169 (85,79%)		152 (92,12%)	175 (92,59%)	
<u>Preklapanje prstiju</u>						
Desni palce preko	83 (40,49%)	95 (48,22%)	p=0,12 (2.44,df=1, c=3.84)	60 (36,36%)	92 (48,68%)	<b>p=0,02</b> <b>(5.45,df=</b> <b>1,</b> <b>c=3,84)</b>
Levi palce preko	122 (59,51%)	102 (51,78%)		105 (63,64%)	97 (51,32%)	



Tabela 57. Fenotipske karakteristike levorukih i desnorukih ispitanika

Fenotipske karakteristike	Levoruki N=370	Desnoruki N=386	$\chi^2$ p<0.05
<u>Boja očiju</u>			
<b>Svetla boja očiju</b>	132 (35,68%)	100 (25,90%)	<b>p=0,003</b> <b>(8,48,df=1,c=3,84)</b>
<b>Smeđe</b>	238 (64,32%)	286 (74,10%)	
<u>Boja kose</u>			
<b>Crna</b>	16 (4,32%)	13 (3,37%)	p=0,13 (5,58,df=3,c=7,82)
<b>Plava</b>	24 (6,47%)	12 (3,11%)	
<b>Svetlosmeđa</b>	78 (21,08%)	80 (20,73%)	
<b>Smeđa</b>	252 (68,11%)	281 (72,80%)	
<u>Ušni režanj</u>			
<b>Slobodan</b>	282 (76,22%)	301 (77,98%)	p=0,56 (0,33,df=1,c=3,84)
<b>Vežan</b>	88 (23,78%)	85 (22,02%)	
<u>Darvinova kvržica</u>			
<b>Prisutna</b>	120 (32,43%)	126 (32,64%)	p=0,95 (0,004,df=1,c=3,84)
<b>Nije prisutna</b>	250 (67,57%)	260 (67,36%)	
<u>Neppravilno R</u>			
<b>Prisutno</b>	39 (10,54%)	39 (10,10%)	p=0,84 (0,004,df=1,c=3,84)
<b>Nije prisutno</b>	331 (89,46%)	347 (89,90%)	
<u>Dijastema</u>			
<b>Prisutna</b>	54 (14,59%)	42 (10,88%)	p=0,13 (2,35,df=1,c=3,84)
<b>Nije prisutna</b>	316 (85,41%)	344 (89,12%)	
<u>Preklapanje prstiju</u>			
<b>Desni palace preko</b>	143 (38,65%)	187 (48,45%)	<b>p=0,007</b> <b>(7,37,df=1,c=3,84)</b>
<b>Levi palace preko</b>	227 (61,35%)	199 (51,55%)	

Legenda: N-broj ispitanika; p-značajnost razlika na nivou p<0,05;  $\chi^2$ -test značajnosti; df-stepen slobode; c-kritična vrednost

## **5. DISKUSIJA**

---

Dosadašnja istraživanja na polju lateralizacije ruke pokazuju da je oko 90% ljudi desnoruko, što ukazuje na delovanje balansne selekcije koja održava ovakav vid polimorfizma. Lateralizacija ruke za izvođenje unimanuelnih radnji dokazano je svojstvena humanoj populaciji i to još od vremena praistorije. Iako su pojedina istraživanja kontradiktorna, ovaj fenomen još uvek predstavlja jedan od najčešće proučavanih vidova bihevioralne lateralizacije. Prikazano istraživanje imalo je za cilj utvrđivanje prediktorskih i korelacionih karakteristika rukosti. U vezi sa tim, postavljeni su specifični ciljevi i hipoteze.

### **5.1. Pravac i stepen lateralizacije ruke na ukupnom uzorku**

Postoji slaganje među istraživačima da je odnos zastupljenosti desnorukosti u odnosu na levorukost približno 90%:10%. Ovaj odnos je utvrđen novijim istraživanjima krapinskih neandertalaca (Fiore et al., 2015), ali i na nivou savremenih humanih populacija (Perelle & Ehrman, 1994; Raymond & Pontier, 2004; McManus, 2009; Cvetković i Vasiljević, 2015). Međutim, najveća kontradiktornost u vezi sa procentualnom zastupljenošću levorukih u savremenim humanim populacijama nastaje kao posledica različitog definisanja rukosti, raznolikosti posmatranih varijabli, kao i delovanjem kulturološkog pritiska, kada levorukost postaje "zamaskirana". Rife (1939) ističe da je pisanje kao jedini kriterijum za određivanje lateralizacije ruke loš kriterijum, zbog čega Coren (2012) naglašava da je za utvrđivanje lateralizacije ruke dobro uzeti u obzir one radnje za koje je potrebna veština i preciznost. Za ovo istraživanje odabrano je sedam parametara za koje je potreban određen nivo preciznosti prilikom izvođenja: korišćenje određene ruke za pisanje, crtanje, precizno bacanje (sa ciljem pogađanja mete), korišćenje makaza, korišćenje četkice za zube, korišćenje ključa prilikom otključavanja i držanja čaše. Kod levorukih ispitanika nijedna od posmatranih veština nema skretanje udesno. Međutim, izražen stepen lateralizacije je samo za pisanje i crtanje (-2, odnosno 100%). Za ostale veštine stepen lateralizacije nije u toj meri izražen i iznosi -1,18 za korišćenje četkice za zube do -0,59 za korišćenje ključa. Kod desnorukih ispitanika najizraženiji stepen lateralizacije je takođe za pisanje (1,98) i crtanje (1,97), ali i za veštinu bacanja (1,61) i korišćenja makaza (1,52). Nije zabeležena nijedna veština koja ima izraženu tendenciju skretanja ulevo. Najslabije izražen stepen lateralizacije je za držanje čaše (0,78) i to je jedina veština koja je ispod 1 (ispod 50%). Među levorukim ispitanicima je 30,42% sa izraženim stepenom lateralizacije ulevo, dok je među desnorukim ispitanicima 46,96% onih koji su sa višim stepenom lateralizacije. Može se zaključiti da su desnoruki izraženije lateralizovani u odnosu na levoruke, odnosno da veći broj ispitanika pokazuje izraženu lateralizaciju udesno i to sa  $p=0,000$  ( $F=4473,915$ ;  $F_c=3,854$ ). Do ovakvih podataka je došao i

McManus (1988) poredeći levoruku i desnoruku decu, pri čemu navodi da je stepen lateralizacije u funkciji naučenog iskustva, što se naročito odnosi na levoruke ispitanike koji žive u "desnorukom" svetu.

Već je istaknuto da postoji mišljenje da je pisanje loš kriterijum za određivanje opšte lateralizacije ruke, naročito ako se uzme u obzir da je pisanje tekovina civilizovanog društva, a da se lateralizovanost ruke javlja skoro uporedo sa pojavom bipedalizma. U ovom istraživanju testirana je prediktorska sposobnost veštine pisanja u odnosu na zavisne varijable (crtanje, bacanje, korišćenje makaza, korišćenje četkice za zube, korišćenje ključa, držanje čaše). Samo je jedan parametar u direktnoj korelaciji sa veštinom pisanja, a to je crtanje. Ako se uzme u obzir da i pisanje i crtanje predstavljaju naučenu veštinu ostavljanja traga u vidu simbola (slova, znaka, crteža), ova korelacija je i očekivana. Međutim, pisanje nema prediktorsku sposobnost u odnosu na ostale posmatrane zavisne varijable ni kod levorukih ni kod desnorukih ispitanika (Tabele 9 i 11). Takođe, veština pisanja i crtanja nisu dobri prediktori lateralizacije ruke-na osnovu dominantnijeg korišćenja leve ili desne ruke za ove veštine nije moguće predvideti pravac lateralizacije. Opštu lateralizaciju ruke znatno bolje, sa visokim stepenom korelacije i koeficijentom determinacije, možemo utvrditi drugim prediktorima (Tabele 12 i 13) i to kod obe grupe ispitanika.

U vezi sa prethodno navedenim, prihvata se hipoteza H1 da postoji razlika u stepenu izraženosti lateralizacije ruke između levorukih i desnorukih ispitanika, kao i hipoteza H2 da pisanje levom/desnom rukom nije dobar prediktor opšte lateralizacije ruke.

## **5.2. Korelacija lateralizacije ruke sa lateralizacijom noge, oka i uha**

Kako pisanje nije povoljna prediktorska varijabla za ostale vidove lateralizacije ruke (osim za crtanje), u ovom istraživanju postavljeno je i pitanje njenih prediktorskih sposobnosti i korelacije u odnosu na ostale vidove lateralizacije, kao što su dominacija noge, oka ili uha.

Kako pojedini autori navode (Porac & Coren, 1981; Saudino & McManus, 1998), u humanoj populaciji kod oko 80% ljudi dominira desna noga, kod približno 70% desno oko i kod 60% desno uho, dok ipsilateralna korelacija varira (Coren, 2012).

Tokom analize rezultata dobijenih ovim istraživanjem treba uzeti u obzir da je prikazani uzorak homogen u pogledu zastupljenosti levorukih/desnorukih, odnosno da ne postoji izražen populacioni odnos 90%:10%.

U takvom uzorku desna noga dominira kod 56,21% u odnosu na 25,13% ispitanika kod kojih dominira leva noga. 18,66% ispitanika se izjasnilo da podjednako dobro može da koristi obe noge. Među desnorukima ipsilateralna korelacija između opšte lateralizacije ruke i desne noge je izražena kod čak 79,79%, dok je kod levorukih taj procenat nešto niži i iznosi 50,59%. Ovakva pojava je u saglasnosti sa dosadašnjim istraživanjima (Oldfield, 1971; Gutwinski, 2011) da je desnorukost češće u asocijaciji sa dominacijom desne noge, dok kod levorukih ta korelacija nije jasno izražena. I kod levorukih i kod desnorukih pisanje kao veština nije dobar prediktor lateralizacije noge. Od svih varijabli na kojima se zasniva opšta lateralizacija ruke, kao jasan prediktor dominacije noge se ističe ruka koja je dominantnija za bacanje, naročito kod levorukih, dok je kod desnorukih to i ruka kojom se koriste makaze.

Chernigovskaya i sar. (2005), ispitujući dominaciju oka za prijem vizuelnih draži, ističu da je zastupljenost osoba sa dominantnim korišćenjem levog oka 21-23% u južnoj Evropi, dok je u severnoj Evropi taj procenat oko 32%, dok Coren (2012) beleži podatak da je oko 74% humane populacije sa ipsilateralnom dominacijom ruka-oko. U prikazanom istraživanju levo oko (ukupan uzorak) dominantnije koristi 32,41%, što je približno vrednostima za severnu Evropu. Među desnorukima postoji ipsilateralna korelacija ruka-oko kod 57,77% ispitanika, približno kao i kod levorukih (57,14% leva ruka-levo oko), što je niže u odnosu na isti odnos u vezi sa dominacijom noge. Bolja prediktorska varijabla je takođe opšta lateralizacija ruke, mada izraženije kod levorukih, kod kojih se i bacanje ističe kao mogući predikcioni parametar.

Ipsilateralna korelacija ruka-uho je najniža u odnosu na druge vidove lateralizacije. Kod desnorukih 39,12% ispitanika ima ovaj vid korelacije, dok je kod levorukih to 45,24%. Na ukupnom uzorku nema značajnih razlika u dominaciji levog/desnog uha (24,74% koristi dominantno desno, dok 23,15% koristi dominantno levo uho). Ovo je jedini vid posmatrane lateralizacije gde najveći procenat ispitanika može podjednako da koristi i levu i desnu stranu (među desnorukima 54,92%, a među levorukima 44,05%). Ovakvi podaci se slažu sa Korenovim (2012) zapažanjem da je lateralizacija uha najmanje u korelaciji sa ostalim vidovima lateralizacije. U odnosu na prediktibilnost, i ovde se pisanje pokazalo kao slab kriterijum, za razliku od opšte lateralizacije ruke.

U vezi sa tim, prihvata se hipoteza H3 da pisanje nije dobar prediktor lateralizacije noge, oka ili uha, već da je znatno bolji prediktor opšta lateralizacija ruke (H4). Takođe, između opšte

lateralizacije ruke i lateralizacije noge, oka i uha postoji korelacija (H4), naročito kod levorukih.

### 5.3. Polni dimorfizam u odnosu na posmatrane vidove lateralizacije

Istraživanja u vezi sa lateralizacijom su često usmerena ka utvrđivanju razlika između muškog i ženskog pola. Podaci o procentualnoj zastupljenosti levorukih u odnosu na pol su često kontradiktorni, pa neka istraživanja pokazuju da je levorukost češća kod muškog pola (Raymond & Pontier, 2004), dok se druga ne slažu sa tim tvrđenjem (Bourassa, 1996; De Agostini et al., 1997; Kalichman et al., 2008). U ovom istraživanju zapaža se da je lateralizacija ruke ulevo/udesno izraženija kod devojčica, odnosno veći procenat devojčica ima izražen stepen lateralizacije ruke. Mada razlika nije statistički značajna, zabeležen je podatak da 23,68% devojčica pokazuje izražen stepen lateralizacije ruke u odnosu na 18,78% dečaka na ukupnom uzorku. Ovaj podatak je u saglasnosti sa analizom koju je vršio Tan (1988), a koja pokazuje da su ženske osobe izraženije lateralizovane (izraženije levoruke i izraženije desnoruke) u odnosu na muški pol.

Viši procenat levorukih devojčica u odnosu na desnoruke dečake je sa izraženom lateralizacijom noge ulevo (52,20%:48,70%), što je u vezi i sa srednje značajnom ipsilateralnom korelacijom ruka-noga kod devojčica (0,54). Kod levorukih dečaka je ova korelacija niža i iznosi 0,26. Takođe, viši procenat levorukih devojčica je sa izraženom lateralizacijom oka ulevo (58,79%:55,19%), a viši je i nivo korelacije ruka-oko (0,50) nego kod levorukih dečaka (0,24). Kod levorukih dečaka je više onih koji koriste levo uho (49,35%) i kod njih je izraženija korelacija ruka-uho na nivou 0,55. Ipak, statistički značajna razlika u grupi levorukih ispitanika je izražena samo za korišćenje levog uha ( $p=0,006$ ). Kod desnorukih ispitanika desnoruke devojčice imaju izraženiju lateralizaciju noge, oka i uha u odnosu na desnoruke dečake. Naime, čak 86,29% desnorukih devojčica koristi i desnu nogu u odnosu na 73,68% desnorukih dečaka i to sa značajnošću od  $p=0,001$ . 62,94% desnorukih devojčica koristi i desno oko u odnosu na 52,11% desnorukih dečaka, mada je značajnost na nivou  $p=0,082$ . Kao i na ukupnom uzorku, i kod desnorukih je najmanji procenat onih koji dominantno koriste desno oko-kod desnorukih devojčica to je 40,10% u odnosu na 37,89% desnorukih dečaka. Iako nema statistički značajnih razlika na svim nivoima poređenja, zapaža se da je lateralizacija ruke, noge, oka i uha ulevo/udesno izraženija kod devojčica, odnosno da pokazuju viši stepen lateralizacije i ipsilateralne korelacije. Na ukupnom uzorku dečaci pokazuju veću tendenciju korišćenja leve noge (27,03%) nego devojčice (25,59%), što je u

skladu sa zaključcima Chernigovskaye i sar. (2005). Najviši nivo varijabilnosti (levo/desno/oba) je za korišćenje levog/desnog uha, što je u skladu sa podacima za ukupan uzorak.

Može se zaključiti da je lateralizacija izraženija kod ženskog pola, mada ne sa statistički značajnom razlikom na svim nivoima, pa se hipoteza (H5) može prihvatiti delimično. Takođe, kako je kod devojčica procentualno zastupljenija ipsilateralna korelacija, a već je ustanovljeno da imaju i izraženiji stepen lateralizacije, prihvata se hipoteza da izraženiji stepen lateralizacije ruke povećava verovatnoću ipsilateralne korelacije sa nogom, okom i uhom (H6).

#### **5.4. Razlike u lateralizaciji prema uzrasnim kategorijama ispitanika**

Postoje podaci koji govore u prilog tome da je lateralizacija izraženija kod odraslih, odnosno da su mlađa deca slabije lateralizovana (McManus et al., 1988). Kako pojedini autori navode (McManus et al, 1988; Scharoun & Brayden, 2015), pravac lateralizacije (ulevo/udesno) se fiksira rano u detinjstvu, dok se stepen lateralizacije uspostavlja kasnije. U vezi sa tim, celokupni uzorak ispitanika u ovom istraživanju je podeljen na dve uzrasne kategorije-mlađe, starosti 10-12 godina, i starije, starosti 13-15 godina. Rezultati prikazani na Grafiku 3 pokazuju da, stariji ispitanici imaju izraženiji stepen lateralizacije ruke u odnosu na mlađe i to sa značajnim razlikama. Među levorukim ispitanicima stariji imaju viši stepen lateralizacije ulevo sa značajnošću od  $p=0,009$ , dok je među desnorukima značajnost na nivou  $p=0,041$ , ponovo u korist starijih ispitanika, bez obzira na pol. Izraženiji stepen lateralizacije starijih ispitanika ogleda se i u većoj procentualnoj zastupljenosti levorukih/desnorukih sa ipsilateralnom lateralizacijom noge, oka i uha. Viši procenat starijih levorukih koristi istovremeno i levu nogu (51,03%), levo oko (59,28%) i levo uho (49,48%) u odnosu na mlađe levoruke ispitanike, pri čemu je istaknuta značajnost razlika za lateralizaciju oka ( $p=0,03$ ) i lateralizaciju uha ( $p=0,03$ ). Slično je i kod desnorukih ispitanika. Stariji desnoruki češće koriste istovremeno i desnu nogu (80,38%), desno oko (59,13%) i desno uho (42,11%). Međutim, kod desnorukih ispitanika nema izražene i statistički značajne razlike kao kod levorukih. Ovakav podatak govori u prilog tome da stepen lateralizacije sa uzrastom postaje izraženiji. Kako je već navedeno, odrastanjem se povećava broj zadataka koji zahtevaju viši nivo preciznosti, zadaci postaju kompleksniji, pa kroz učenje, uvežbanost i iskustvo (Scharoun & Brayden, 2015) pojačava se tendencija za korišćenje određene ruke. Naročito se

za levoruke osobe naglašava da, kako odrastaju, tako i navode sve veći broj zadataka koje obavljaju levom rukom.

U vezi sa navedenim, hipoteza (H7) o postojanju razlika u vezi sa stepenom lateralizacije između uzrasnih kategorija se prihvata.

### **5.5. Zastupljenost određenog tipa lateralizacije ruke u porodicama ispitanika**

Osnovni (i fenotipski merljivi) podaci o nasljeđivanju rukosti mogu se dobiti proučavanjem familijarne rukosti. Već je istaknuto da se viši procenat levoruke dece rađa u porodicama gde je bar jedan roditelj levoruk, a naročito kada je majka levoruka (Chamberlain, 1928; Annett, 1973; Ashton, 1982; McManus, 1991; McKeever, 2000). Nisu pronađeni precizni podaci o transmisiji levorukosti/desnorukosti kroz ostale stepene srodstva, pa je jedan od ciljeva ovog istraživanja i određivanje transmisije rukosti kroz tri stepena srodstva. Nije bilo ispitanika kojima su oba roditelja prirodno levoruka (LM\*LO). Na ukupnom uzorku utvrđeno je da se levoruki potomci, oba pola, najčešće rađaju u porodicama gde je majka levoruka (78,38%), a da se najređe rađaju u porodicama gde su oba roditelja desnoruka (43,90%). Desnoruki ispitanici znatno ređe imaju levoruke roditelje (21,62% ima levoruku majku i 31,37% ima levorukog oca), dok najveći procenat njih potiče iz desnorukih porodica. Levorukost roditelja (oca ili majke) se češće ispoljava kod ćerki (češće ovu osobinu nasleđuju ćerke). Poređenjem transmisije levorukosti kroz tri stepena srodstva zapaža se da se levorukost češće nasleđuje sa majčine strane ( $p=0,009$ ), kao i da se levorukost rođaka 1., 2. i 3. stepena srodstva češće fenotipski ispoljava kod devojčica nego kod dečaka ( $p=0,002$ ). Takođe, kada levorukost izraženije potiče sa majčine strane češće se rađaju levoruke devojčice nego levoruki dečaci ( $p=0,0001$ ). Kod desnorukih ispitanika levorukost je ređe zastupljena, što govori u prilog genetskoj transmisiji rukosti.

U vezi sa gore navedenim, može se zaključiti da rukost ima tendenciju familijarne transmisije i da levorukost roditelja, naročito levorukost majke, može da ukaže na veću verovatnoću rađanja levoruke dece, čime se potvrđuje i postavljena hipoteza (H8). Takođe, levorukost je češće ispoljena kod ženskog pola (H9).

### **5.6. Fenotipske karakteristike ispitanika i korelacija sa lateralizacijom ruke**

Ako se rukost karakteriše kao poligenska osobina, čemu u prilog ide i podatak da nije definisan gen koji je odgovoran za determinaciju rukosti, već još uvek postoje geni kandidati, lateralizacija ruke se posmatra i sa stanovišta povezanosti sa drugim fenotipski izraženim,



naročito homozigotno-recesivnim karakteristikama. Podatak koji se najčešće javlja u literaturi jeste povezanost levorukosti sa svetlom bojom kose i svetlom bojom očiju, od kada su Schacter, Ransil i Geschwind (1987) pronašli visoku incidencu osoba sa svetlom bojom kose i očiju među levorukima. Ovakvu povezanost nisu utvrdili Brayden i McManus (1992). Na prikazanom uzorku postoji izraženija zastupljenost svetlije boje očiju (plave i zelene) kod levorukih i to poređenjem levorukih i desnorukih dečaka ( $p=0,03$ ), poređenjem levorukih i desnorukih devojčica ( $p=0,05$ ) i poređenjem levorukih i desnorukih na ukupnom uzorku ( $p=0,003$ ). Kako svetlija boja očiju zavisi od produkcije melanina, a od istog faktora zavisi i boja kose, očekivano je da i svetlija boja kose bude zastupljenija kod levorukih ispitanika. Međutim, svetlija boja kose je sa značajnijom, mada graničnom razlikom ( $p=0,049$ ) zabeležena kod levorukih devojčica u odnosu na desnoruke devojčice, ali ne i između levorukih i desnorukih dečaka ( $p=0,58$ ), kao ni između levorukih i desnorukih na ukupnom uzorku ( $p=0,13$ ). Može se izneti pretpostavka da je boja kose više u korelaciji sa polom, nego sa samom rukošću, mada i kod ovakvih zaključaka treba biti oprezan. Naime, levorukost je zastupljena u svim društvima bez obzira na bilo koji vid pripadnosti, a u vezi sa tim treba istaći da je zastupljena i kod negroidnog i kod mongoloidnog tipa ljudi, kod kojih se dominantno ne javljaju svetlija boja kose ili svetlija boja očiju. Ovakva konstatacija, o vezi između lateralizacije ruke i produkcije melanina, može se vezati samo za kavkazoidni tip ljudi, što u dosadašnjim istraživanjima nije posebno naglašeno.

Preklapanje prstiju šake tako da je levi palac preko desnog je osobina koja je sa značajnom razlikom zastupljenija kod levorukih dečaka nego kod desnorukih ( $p=0,02$ ), kao i poređenjem ukupnog uzorka levorukih sa desnorukim ispitanicima ( $p=0,007$ ). Nijedna od preostalih karakteristika ne pokazuje povezanost sa rukošću, odnosno ne pokazuje značajnu razliku u zastupljenosti poređenjem levorukih i desnorukih ispitanika. Prema tome, može se izneti zaključak da je jedan od bitnijih pokazatelja rukosti prelapanje prstiju šake tako da je levi/desni palac preko i da je ta karakteristika sama po sebi u vezi sa lateralizacijom ruke, odnosno veštinom korišćenja leve/desne ruke za određene unimanuelne aktivnosti. Od ostalih posmatranih parametara ističe se, kao što je navedeno, boja očiju i to na nivou celokupnog uzorka. Međutim, podatak se može primeniti samo na kavkazoidni tip ljudi.

Sve navedeno ide u prilog postavljenoj hipotezi (H10) da ne postoji značajna korelacija posmatranih fenotipskih karakteristika i lateralizacije ruke, te da ne mogu imati uzajamnu prediktorsku osnovu.

Pored navedenih fenotipskih karakteristika, još jedna pojava se vezuje za fenomen lateralizacije ruke, a to je period rođenja levorukih/desnorukih. Pojedini autori navode da se levoruke osobe češće rađaju u proleće i leto, odnosno da postoji tendencija rađanja levorukih u periodu mart-jul, češće nego u periodu avgust-februar (Jones & Martin, 1999, 2008; Jablensky et al., 2005; Holmoy & Moen, 2010; Gutwinski et al., 2011). S druge strane, ima i nalaza da veza između lateralizacije ruke i perioda rođenja ne postoji (Karev, 2008; Milenković i sar., 2008). Levoruki ispitanici ovde prikazanog istraživanja imaju veću tendenciju rađanja u periodu maj-oktobar u odnosu na desnoruke, ali ne sa statistički značajnom razlikom ( $p=0,547$ ).

U vezi s tim prihvata se hipoteza (H11) koja kaže da vreme rođenja nije u korelaciji sa pojavom određenog tipa rukosti.

### **5.7. Korelacija lateralizacije ruke i kognitivnih karakteristika ispitanika**

Postoje istraživanja koja lateralizaciju ruke dovode u vezu sa kognitivnim karakteristikama i funkcionalnom asimetrijom mozga (Crow et al., 1988; Dean & Reynolds, 1997; Donaldson & Johnson, 2006), mada još uvek ne postoji jasna usaglašenost na tom polju, kao ni u vezi sa uticajem polnog dimorfizma (Somers, 2015). Shodno tome, jedan deo ovog istraživanja bio je utvrđivanje kognitivnih performansi ispitanika, odnosno određivanje brzine procesuiranja i vizuelne pažnje (TMT-A test), utvrđivanje hemisferne orijentisanosti (Asymmetry Questionnaire) i stilova učenja (ILT).

Lateralizacija ruke nema bitnog uticaja na brzinu izvođenja TMT-A testa, kada se posmatra ukupan uzorak. I levoruki i desnoruki su test završili u proseku za 27 sekundi, a utvrđeno je i da opšta lateralizacija ruke nema prediktorske karakteristike u odnosu na brzinu procesuiranja. Polni dimorfizam u okviru grupe (u grupi levorukih i u grupi desnorukih) takođe nije utvrđen, kao ni postojanje razlika između pripadnika istog pola, ali različite rukosti. Značajna razlika je utvrđena poređenjem uzrasnih kategorija i to sa značajnošću od  $p=0,000$ , što govori u prilog podatku da su kod mlađe dece kognitivne i motoričke sposobnosti još uvek slabije razvijene. Razliku u brzini izrade TMT testa poređenjem uzrasnih kategorija utvrdili su i Stuss i sar. (2007).

Za određivanje hemisferne orijentisanosti korišćen je Mortonov bipolarni bihevioralni upitnik koji ispitanike kategoriše kao levohemisferne i desnohemisferne. Na ukupnom uzorku, levohemisferno orijentisanih je više među levorukim ispitanicima (78,82%:71,70%), dok je

desnohemisfernih u većem procentu među desnorukima (28,30%:21,18%) sa značajnošću od  $p=0,03$ . Polni dimorfizam je naglašen, pa je ustanovljeno da su devojčice, bez obzira na rukost, češće desnohemisferno orijentisane u odnosu na dečake ( $p=0,0004$ ), kao i da su stariji češće desnohemisferni u odnosu na mlađe ispitanike ( $p=0,046$ ). Postojanje polnog dimorfizma tako da su osobe ženskog pola uglavnom desnohemisferne, dok su osobe muškog pola češće levohemisferne, utvrdio je i Morton (2013). Jedno od retkih istraživanja o vezi hemisfernosti i rukosti je rađeno 2015, kada su Dsouza i sar., utvrdili da ne postoji jasna veza između ova dva fenomena, naglašavajući da su radili na malom uzorku i sa malim brojem levorukih ispitanika.

Stilovi učenja su određeni prema ILS modelu koji daje uvid u četiri bipolarne dimenzije: način percepcije (senzorni ili intuitivni), obrade informacija (aktivni ili reflektivni), usvajanja informacija (vizuelni ili verbalni) i razumevanja (sekvencionalni ili globalni). Slično podacima koje su dobili Felder i Brent (2005), najveći procenat učenika posmatranog uzorka preferira aktivni, senzorni, vizuelni i sekvencionalni stil, pri čemu znatno ređe koriste odgovarajuću suprotnost preferiranom stilu. Međutim, ovo istraživanje je imalo za cilj i utvrđivanje mogućih razlika u odnosu na lateralizaciju ruke, pol i uzrast. U vezi s tim, utvrđeno je da su levoruki češće senzorni tip u odnosu na desnoruke ( $p=0,04$ ), dok su desnoruki češće intuitivni tip u odnosu na levoruke ( $p=0,03$ ), odnosno da osnovna razlika između levorukih i desnorukih na ukupnom uzorku postoji u pogledu percepcije informacija.

Poređenjem polova (bez obzira na rukost) utvrđeno je da osnovna razlika postoji u pogledu usvajanja informacija, odnosno da su devojčice češće verbalni tip ( $p=0,03$ ), dok su dečaci češće vizuelni tip ( $p=0,04$ ). Ovakav podatak je u skladu sa navodima pojedinih autora (Heffler, 2001; Kolb, 2005; McCabe, 2014), da razlike između muškog i ženskog pola postoje samo u pojedinim fazama učenja. Najznačajnije razlike se javljaju poređenjem uzrasnih kategorija, što ponovo govori u prilog promenama na nivou kognitivnog razvoja. Dok su mlađi, uzrasta 10-12 godina, češće verbalni i sekvencionalni, stariji, uzrasta 13-15 godina, su češće vizuelni i globalni tip, sa statistički značajnim razlikama (Tabela 51). To znači da se osnovne razlike javljaju na nivou usvajanja i razumevanja informacija.

Ovakva podela prema stilovima učenja odgovara prethodno prikazanoj podeli na levohemisferno i desnohemisferno orijentisane osobe. Levohemisferni učenici su češće reflektivni, senzorni, vizuelni i sekvencionalni, dok su desnohemisferni češće aktivni, intuitivni, verbalni i globalni. Značajne razlike se jedino ne zapažaju u okviru dimenzije *usvajanje informacija* (vizuelni-verbalni stil). LH grupi pripadaju izraženije levoruki koji u

odnosu na *percepciju informacija* preferiraju senzorni stil sa značajnom razlikom u odnosu na desnoruke (Tabela 49). Desnoruki su češće DH, a u odnosu percepciju informacija češće intuitivni (Tabela 49). Devojčice su takođe izraženo DH i u odnosu na dimenziju *usvajanje informacija* verbalni tip, dok su dečaci više LH i u odnosu na istu dimenziju češće vizuelni tip, mada u opštem uzorku nema značajnih razlika u odnosu na ovu dimenziju. Mlađi ispitanici su češće sekvencionalni, što odgovara njihovom tipu hemisfernosti (LH), dok su stariji češće globalisti, što takođe odgovara njihovom tipu hemisfernosti (DH). Time se stilovi učenja mogu dovesti u vezu sa cerebralnom asimetrijom u pogledu načina mišljenja i ponašanja, ali i lateralizacije ruke (Felder & Brent, 2005; Mehrdad & Ahghar, 2012).

Na osnovu navedenog, prihvata se hipoteza da između levorukih i desnorukih ispitanika ne postoji bitna razlika u brzini procesuiranja informacija (H12), kao i da je razlika izražena samo na nivou uzrasta (H13), što je u uzročno-posledičnoj vezi sa opštim kognitivnim razvojem. Stilovi učenja se razlikuju u odnosu na rukost, pol i uzrast u odnosu na pojedine faze učenja, pa se hipoteza H14 delimično prihvata, dok se hipoteza H15 o postojanju razlika u stilovima mišljenja (hemisfernost) prihvata u potpunosti.

## **6. ZAKLJUČAK**

---

Na osnovu svega navedenog može se zaključiti sledeće:

1. Pisanje levom/desnom rukom nije dobar prediktor ni pravca ni stepena lateralizacije
2. U cilju određivanja pravca i stepena lateralizacije neophodno je posmatrati više unimanuelnih veština za koje je potrebna preciznost
3. Stepenn lateralizacije ruke je izraženiji kod desnorukih osoba, kod osoba ženskog pola i kod starijih osoba
4. Viši stepenn lateralizacije ruke može da uputi na izraženiju ipsilateralnu korelaciju sa nogom, okom i uhom
5. Lateralizaciju noge, oka i uha najbolje može da predvidi precizno bacanje, naročito kod levorukih
6. Lateralizacija ruke ne predstavlja prediktor brzine kognitivnog procesuiranja, već je taj proces više u vezi sa uzrasnim kategorijama
7. Lateralizacija ruke može da bude dobar prediktor stilova učenja i stilova mišljenja, mada postoje i polne i uzrasne razlike
8. Korelaciju lateralizacije ruke i pojedinih fenotipskih karakteristika, kao što je svetlija boja kose ili svetlija boja očiju, treba uzeti sa rezervom i smatrati primenljivom samo na kavkazoidni tip ljudi
9. Pravac lateralizacije ruke jeste nasledno svojstvo i to naročito kada je majka levoruka
10. Levorukost se češće ispoljava kod ženskog pola

## **7. LITERATURA**

---

- [1] Annett, M. (1970). A classification of hand preference by association analysis. *British journal of psychology*, 61(3), 303-321.
- [2] Annett, M. (1973). Handedness in families. *Annals of human genetics*, 37(1), 93-105.
- [3] Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. Psychology Press.
- [4] Annett, M. (2009). Patterns of hand preference for pairs of actions and the classification of handedness. *British Journal of Psychology*, 100(3), 491-500.
- [5] Ashton, G. C. (1982). Handedness: An alternative hypothesis. *Behavior genetics*, 12(2), 125-147.
- [6] Bakan, P., Dibb, G., & Reed, P. (1973). Handedness and birth stress. *Neuropsychologia*, 11(3), 363-366.
- [7] Beaton, A. A. (1997). The relation of planum temporale asymmetry and morphology of the corpus callosum to handedness, gender, and dyslexia: A review of the evidence. *Brain and language*, 60(2), 255-322.
- [8] Boesch, C. (1991). Handedness in wild chimpanzees. *International Journal of Primatology*, 12(6), 541-558.
- [9] Bojanin, S., & Elim, M. G. (1985). *Neuropsihologija razvojnog doba i opšti redukativni metod*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [10] Bourassa, D. C. (1996). Handedness and eye-dominance: a meta-analysis of their relationship. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 1(1), 5-34.
- [11] Brandler, W. M., Morris, A. P., Evans, D. M., Scerri, T. S., Kemp, J. P., Timpson, N. J., ... & Monaco, A. P. (2013). Common variants in left/right asymmetry genes and pathways are associated with relative hand skill. *PLoS Genet*, 9(9), e1003751.
- [12] Braun, R. N. (1941). Die Linkshändigkeit und ihre Diagnose. *Journal of Molecular Medicine*, 20(26), 665-669.
- [13] Bryden, M. P., & McManus, I. C. (1992). Dispelling myths about left-handedness. *International Journal of Psychology*, 27(3-4), 400-400.



- [14] Bryden, P. J., Pryde, K. M., & Roy, E. A. (2000). A developmental analysis of the relationship between hand preference and performance: II. A performance-based method of measuring hand preference in children. *Brain and cognition*.
- [15] Byrne, R. W., & Byrne, J. M. (2001). Manual dexterity in the gorilla: bimanual and digit role differentiation in a natural task. *Animal Cognition*, 4(3-4), 347-361.
- [16] Carey, D. P., Smith, G., Smith, D. T., Shepherd, J. W., Skriver, J., Ord, L., & Rutland, A. (2001). Footedness in world soccer: an analysis of France'98. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 855-864.
- [17] Cashmore, L., Uomini, N., & Chapelain, A. (2008). The evolution of handedness in humans and great apes: a review and current issues. *J Anthropol Sci*, 86, 7-35.
- [18] Cavill, S., & Bryden, P. (2003). Development of handedness: comparison of questionnaire and performance-based measures of preference. *Brain and cognition*, 53(2), 149-151.
- [19] Chamberlain, H. D. (1928). The inheritance of left-handedness. *Journal of Heredity*.
- [20] Chaudhary, S., Narkeesh, A., & Gupta, N. (2009). A study of cognition in relation with hand dominance. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 5(1), 20.
- [21] Chernigovskaya, T. V., Gavrilova, T. A., Voinov, A. V., & Strel'nikov, K. N. (2005). Sensorimotor and cognitive laterality profiles. *Human Physiology*, 31(2), 142-149.
- [22] Christman, S. D., & Propper, R. E. (2001). Superior episodic memory is associated with interhemispheric processing. *Neuropsychology*, 15(4), 607.
- [23] Clottes, J. (1998). The 'three Cs': fresh avenues towards European Palaeolithic art. *The archaeology of rock-art*, 112-129.
- [24] Corballis, M. C. (2003). From mouth to hand: gesture, speech, and the evolution of right-handedness. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(02), 199-208.
- [25] Corballis, M. C. (2014). Left brain, right brain: facts and fantasies. *PLoS Biol*, 12(1), e1001767.
- [26] Coren, S. (Ed.). (1990). *Left-handedness: Behavioral implications and anomalies* (Vol. 67). Elsevier.

- [27] Coren, S. (1993). The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness: Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 31(1), 1-3.
- [28] Coren, S. (2012). *The left-hander syndrome: The causes and consequences of left-handedness*. Simon and Schuster.
- [29] Coren, S., Porac, C., & Duncan, P. (1981). Lateral preference behaviors in preschool children and young adults. *Child Development*, 443-450.
- [30] Crovitz, H. F., & Zener, K. (1962). A group-test for assessing hand-and eye-dominance. *The American journal of psychology*, 75(2), 271-276.
- [31] Crow, T. J. (1998a). Sexual selection, timing and the descent of man: A theory of the genetic origins of language. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*.
- [32] Crow, T. J., Crow, L. R., Done, D. J., & Leask, S. (1998b). Relative hand skill predicts academic ability: global deficits at the point of hemispheric indecision. *Neuropsychologia*, 36(12), 1275-1282.
- [33] Cvetković, M., & Vasiljević, P. (2015a). Handedness and phenotypic characteristics of the head and face. *Genetika*, 47(2), 723-731.
- [34] Cvetković, M., Vasiljević, P., & Najman, S. (2015b). Handedness. *Glasnik Antropološkog društva Srbije*, (50), 115-124.
- [35] De Agostini, M., Khamis, A. H., Ahui, A. M., & Dellatolas, G. (1997). Environmental influences in hand preference: An African point of view. *Brain and cognition*, 35(2), 151-167.
- [36] de Castro, J. B., Bromage, T. G., & Jalvo, Y. F. (1988). Buccal striations on fossil human anterior teeth: evidence of handedness in the middle and early Upper Pleistocene. *Journal of Human Evolution*, 17(4), 403-412.
- [37] Dean, R. S., & Reynolds, C. R. (1997). Cognitive processing and self-report of lateral preference. *Neuropsychology Review*, 7(3), 127-142.

- [38] Dellatolas, G., de Agostinia, M., Jallon, P., & Poncet, M. (1988). Mesure de la préférence manuelle par autoquestionnaire dans la population française adulte. *Revue de psychologie appliquée*.
- [39] Donaldson, G., & Johnson, G. (2006). The clinical relevance of hand preference and laterality. *Physical therapy reviews*, 11(3), 195-203.
- [40] Dsouza, N. V., Adhikari, P., & Kotian, M. S. Comparison of Handedness Questionnaire with Brain Hemisity Questionnaire for Determining Brain Dominance in Young Adults. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*, 1(14),4-6.
- [41] Fagot, J., & Vauclair, J. (1991). Manual laterality in nonhuman primates: a distinction between handedness and manual specialization. *Psychological bulletin*, 109(1), 76.
- [42] Falk, D. (1987). Brain lateralization in primates and its evolution in hominids. *American Journal of Physical Anthropology*, 30(S8), 107-125.
- [43] Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, 78(7), 674-681.
- [44] Felder, R. M., & Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of engineering education*, 94(1), 57-72.
- [45] Fiore, I., Bondioli, L., Radovčić, J., & Frayer, D. W. (2015). Handedness in the Krapina Neandertals: A re-evaluation. *PaleoAnthropology*, 2015, 19-36.
- [46] Fox, C. L., & Frayer, D. W. (1997). Non-dietary Marks in the Anterior Dentition of the Krapina Neanderthals. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(2), 133-149.
- [47] Francks, C., Maegawa, S., Laurén, J., Abrahams, B. S., Velayos-Baeza, A., Medland, S. E., ... & Timmusk, T. (2007). LRRTM1 on chromosome 2p12 is a maternally suppressed gene that is associated paternally with handedness and schizophrenia. *Molecular psychiatry*, 12(12), 1129-1139.
- [48] Frayer, D. W., Lozano, M., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Arsuaga, J. L., Radovčić, J., ... & Bondioli, L. (2012). More than 500,000 years of right-handedness in Europe. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(1), 51-69.

- [49] Frost, G. T. (1980). Tool behavior and the origins of laterality. *Journal of Human Evolution*, 9(6), 447-459.
- [50] Gabbard, C. (1992). Associations between hand and foot preference in 3-to 5-year-olds. *Cortex*, 28(3), 497-502.
- [51] Gabbard, C. (1996). Foot laterality in children, adolescents, and adults. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 1(3), 199-206.
- [52] Gabbard, C., Dean, M., & Haensly, P. (1991). Foot preference behavior during early childhood. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 12(1), 131-137.
- [53] Geschwind, N., & Behan, P. (1982). Left-handedness: Association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 79(16), 5097-5100.
- [54] Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1985). Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology: I. A hypothesis and a program for research. *Archives of neurology*, 42(5), 428-459.
- [55] Ghirlanda, S., Frasnelli, E., & Vallortigara, G. (2009). Intraspecific competition and coordination in the evolution of lateralization. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1519), 861-866.
- [56] Goodall, J. (1964). Tool-using and aimed throwing in a community of free-living chimpanzees. *Nature*, 201, 1264-1266.
- [57] Guadalupe, T., Willems, R. M., Zwiers, M. P., Vasquez, A. A., Fisher, S. E., & Francks, C. (2014). Differences in cerebral cortical anatomy of left-and right-handers.
- [58] Gunstad, J., Spitznagel, M. B., Luyster, F., Cohen, R. A., & Paul, R. H. (2007). Handedness and cognition across the healthy lifespan. *International Journal of Neuroscience*, 117(4), 477-485.
- [59] Gutwinski, S., Löscher, A., Mahler, L., Kalbitzer, J., Heinz, A., & Bermpohl, F. (2011). Understanding left-handedness. *Dtsch Arztebl Int*, 108(50), 849-53.
- [60] Hardyck, C., & Petrinovich, L. F. (1977). Left-handedness. *Psychological bulletin*, 84(3), 385.

- [61] Hardyck, C., Petrinovich, L. F., & Goldman, R. D. (1976). Left-handedness and cognitive deficit. *Cortex*, 12(3), 266-279.
- [62] Hargrove, S. K., Wheatland, J. A., Ding, D., & Brown, C. M. (2008). The effect of individual learning styles on student GPA in engineering education at Morgan State University. *Journal of STEM education: innovations and research*, 9(3/4), 37.
- [63] Harris, L. J. (1993). Broca on cerebral control for speech in right-handers and left-handers: a note on translation and some further comments.
- [64] Hedrih, A., & Nešić, M. (2006). Funkcionalna asimetrija hemisfera-bihevioralni aspekti. *Godišnjak za psihologiju*, 4(4-5), 19-40.
- [65] Heffler, B. (2001). Individual learning style and the learning style inventory. *Educational studies*, 27(3), 307-316.
- [66] Hellige, J. B. (1993). *Hemispheric asymmetry: What's right and what's left* (Vol. 6). Harvard University Press.
- [67] Hepper, P. G., McCartney, G. R., & Shannon, E. A. (1998). Lateralised behaviour in first trimester human foetuses. *Neuropsychologia*, 36(6), 531-534.
- [68] Hepper, P. G., Wells, D. L., & Lynch, C. (2005). Prenatal thumb sucking is related to postnatal handedness. *Neuropsychologia*, 43(3), 313-315.
- [69] Hicks, R. A., Pellegrini, R. J., & Evans, E. A. (1978). Handedness and birth risk. *Neuropsychologia*, 16(2), 243-245.
- [70] Hines, M., Chiu, L., McAdams, L. A., Bentler, P. M., & Lipcamon, J. (1992). Cognition and the corpus callosum: verbal fluency, visuospatial ability, and language lateralization related to midsagittal surface areas of callosal subregions. *Behavioral neuroscience*, 106(1), 3.
- [71] Holmøy, T., & Moen, S. M. (2010). Assessing vitamin D in the central nervous system. *Acta Neurologica Scandinavica*, 122(s190), 88-92.
- [72] Hopkins, W. D. (2006). Comparative and familial analysis of handedness in great apes. *Psychological bulletin*, 132(4), 538.

- [73] Hopkins, W., & Cantalupo, C. (2005). Individual and setting differences in the hand preferences of chimpanzees (*Pan troglodytes*): A critical analysis and some alternative explanations. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*, 10(1), 65-80.
- [74] Hopkins, W. D., Misiura, M., Pope, S. M., & Latash, E. M. (2015). Behavioral and brain asymmetries in primates: a preliminary evaluation of two evolutionary hypotheses. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1359(1), 65-83.
- [75] Iaccino, J. F. (2014). *Left brain-right brain differences: inquiries, evidence, and new approaches*. Psychology Press.
- [76] Jablensky, A. V., Morgan, V., Zubrick, S. R., Bower, C., & Yellachich, L. A. (2005). Pregnancy, delivery, and neonatal complications in a population cohort of women with schizophrenia and major affective disorders. *American Journal of Psychiatry*, 162(1), 79-91.
- [77] Jones, G. V., & Martin, M. (2008). Seasonal anisotropy in handedness. *Cortex*, 44(1), 8-12.
- [78] Kalichman, L., Korostishevsky, M., & Kobylansky, E. (2008). Laterality indices in the Chuvashian population. *Anthropologischer Anzeiger*, 409-418.
- [79] Karev, G. B. (2008). Season of birth and parental age in right, mixed and left handers. *cortex*, 44(1), 79-81.
- [80] Keefe, J. W. (1979). Learning style: An overview. *Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs*, 1, 1-17.
- [81] Khosravizadeh, P., & Teimournezhad, S. (2010). Handedness and Lateralization of the Brain. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2(1), 11-16.
- [82] Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Flöel, A., ... & Henningsen, H. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123(12), 2512-2518.
- [83] Kolb, A. Y. (2005). The Kolb learning style inventory-version 3.1 2005 technical specifications. *Boston, MA: Hay Resource Direct*, 200, 72.

- [84] Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- [85] Lake, D. A., & Bryden, M. P. (1976). Handedness and sex differences in hemispheric asymmetry. *Brain and language*, 3(2), 266-282.
- [86] Leakey, L. S., Tobias, P. V., & Napier, J. R. (1964). *A new species of the genus Homo from Olduvai Gorge*. *Nature*, 202:7-9.
- [87] Levy, J., & Nagylaki, T. (1972). A model for the genetics of Handedness. *Genetics*, 72(1), 117-128.
- [88] Lihawa, K., & Badu, H. (2015). The Learning Styles of Right handed and Left handed of School Age Children in Learning English. *KIM Fakultas Sastra dan Budaya*, 3(1).
- [89] Llaurens, V., Raymond, M., & Faurie, C. (2009). Why are some people left-handed? An evolutionary perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1519), 881-894.
- [90] Luders, E., Cherbuin, N., Thompson, P. M., Gutman, B., Anstey, K. J., Sachdev, P., & Toga, A. W. (2010). When more is less: associations between corpus callosum size and handedness lateralization. *Neuroimage*, 52(1), 43-49.
- [91] Luria, A. R. (1976). *Basic problems of neurolinguistics* (Vol. 73). Walter de Gruyter.
- [92] Machin, G. (1994). Twins and their zygoty. *The Lancet*, 343(8912), 1577.
- [93] MacNeilage, P. F., Studdert-Kennedy, M. G., & Lindblom, B. (1987). Primate handedness reconsidered. *Behavioral and Brain Sciences*, 10(02), 247-263.
- [94] Martin, M., & Jones, G. V. (1999). Handedness and season of birth: a gender-invariant relation. *Cortex*, 35(1), 123-128.
- [95] McCabe, C. (2014). Preferred Learning Styles among College Students: Does Sex Matter?. *North American journal of psychology*, 16(1), 89.
- [96] McKeever, W. F. (2000). A new family handedness sample with findings consistent with X-linked transmission. *British Journal of Psychology*, 91(1), 21-39.

- [97] McManus, I. C. (1981). Handedness and birth stress. *Psychological medicine*, 11(3), 485-496.
- [98] McManus, I. C. (1985). Handedness, language dominance and aphasia: A genetic model. *Psychological medicine. Monograph supplement*, 8, 3-40.
- [99] McManus, I. C. (1991). The inheritance of left-handedness. In *Ciba Found Symp* (Vol. 162, No. 251281.8).
- [100] McManus, I. C. (2009). The history and geography of human handedness. *Language lateralization and psychosis*, 37-57.
- [101] McManus, I. C., Davison, A., & Armour, J. A. (2013). Multilocus genetic models of handedness closely resemble single-locus models in explaining family data and are compatible with genome-wide association studies. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1288(1), 48-58.
- [102] McManus, I. C., Sik, G., Cole, D. R., Mellon, A. F., Wong, J., & Kloss, J. (1988). The development of handedness in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 6(3), 257-273.
- [103] Mehrdad, A. G., & Ahghar, M. (2012). Learning styles and learning strategies of left-handed EFL students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 536-545.
- [104] Milenković, S., Belojević, G., & Kocijančić, R. (2005). Etiološki činioci levorukosti. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, 133(11-12), 532-534.
- [105] Milenkovic, S., Kocijancic, R., & Belojevic, G. (2004). Left handedness and spine deformities in early adolescence. *European journal of epidemiology*, 19(10), 969-972.
- [106] Milenković, S., Rock, D., Dragović, M., & Janca, A. (2008). Season of birth and handedness in Serbian high school students. *Annals of general psychiatry*, 7(1), 2.
- [107] Milner, B. (1974). Hemispheric specialization: Scope and limits. *The neurosciences*, 3.
- [108] Morton, B. E. (2002). Outcomes of hemisphericity questionnaires correlate with unilateral dichotic deafness. *Brain and Cognition*, 49(1), 63-72.
- [109] Morton, B. E. (2003). Asymmetry questionnaire outcomes correlate with several hemisphericity measures. *Brain and cognition*, 51(3), 372-374.



- [110] Morton, B. E. (2012). Left and right brain-oriented hemisphericity subjects show opposite behavioral preferences. *Frontiers in physiology*, 3, 407.
- [111] Morton, B. E. (2013). Behavioral laterality of the brain: support for the binary construct of hemisphericity.
- [112] Morton, B. E., & Rafto, S. E. (2006). Corpus callosum size is linked to dichotic deafness and hemisphericity, not sex or handedness. *Brain and Cognition*, 62(1), 1-8.
- [113] Morton, B. E., & Rafto, S. E. (2010). Behavioral laterality advance: neuroanatomical evidence for the existence of hemisphericity. *Personality and Individual Differences*, 49(1), 34-42.
- [114] Nachshon, I., Denno, D., & Aurand, S. (1983). Lateral preferences of hand, eye and foot: relation to cerebral dominance. *International Journal of Neuroscience*, 18(1-2), 1-9.
- [115] Napier, J. (1962). Fossil hand bones from Olduvai Gorge. *Nature*, 196, 409-411.
- [116] Ocklenburg, S., Bürger, C., Westermann, C., Schneider, D., Biedermann, H., & Güntürkün, O. (2010). Visual experience affects handedness. *Behavioural brain research*, 207(2), 447-451.
- [117] Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- [118] Ooki, S. (2014). An overview of human handedness in twins. *Frontiers in psychology*, 5, 10.
- [119] Pager, S. A., Swartz, B. K., & Willcox, A. R. (1991). Rock art: the way ahead. *SARARA Occasional Paper*, 1.
- [120] Perelle, I. B., & Ehrman, L. (1994). An international study of human handedness: the data. *Behavior genetics*, 24(3), 217-227.
- [121] Perelló, J. (1970). Digressions on the biological foundations of language. *Journal of Communication Disorders*, 3(2), 140-150.
- [122] Peters, M. (1995). Handedness and its relation to other indices of cerebral lateralization. *Brain asymmetry*, 183-214.

- [123] Peters, M., Reimers, S., & Manning, J. T. (2006). Hand preference for writing and associations with selected demographic and behavioral variables in 255,100 subjects: the BBC internet study. *Brain and cognition*, 62(2), 177-189.
- [124] Phillipson, L. (1997). Edge modification as an indicator of function and handedness of Acheulian handaxes from Kariandusi, Kenya. *Lithic Technology*, 22(2), 171-183.
- [125] Porac, C., Coren, S., & Duncan, P. (1980). Life-span age trends in laterality. *Journal of Gerontology*, 35(5), 715-721.
- [126] Posner, M. I., Petersen, S. E., Fox, P. T., & Raichle, M. E. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science*, 240(4859), 1627.
- [127] Pratt, R. T. C., & WARRINGTON, E. K. (1972). The assessment of cerebral dominance with unilateral ECT. *The British Journal of Psychiatry*, 121(562), 327-328.
- [128] Provins, K. A. (1997). The specificity of motor skill and manual asymmetry: A review of the evidence and its implications. *Journal of Motor Behavior*, 29(2), 183-192.
- [129] Raymond, M., & Pontier, D. (2004). Is there geographical variation in human handedness?. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9(1), 35-51.
- [130] Raymond, M., Pontier, D., Dufour, A. B., & Moller, A. P. (1996). Frequency-dependent maintenance of left handedness in humans. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 263(1377), 1627-1633.
- [131] Rife, D. C. (1940). Handedness, with special reference to twins. *Genetics*, 25(2), 178.
- [132] Rossi, G. F., & Rosadini, G. (1967). Experimental analysis of cerebral dominance in man. *Brain mechanisms underlying speech and language*, 167-184.
- [133] Rothe, H. (1973). Handedness in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *American Journal of Physical Anthropology*, 38(2), 561-565.
- [134] Sanford, C., Guin, K., & Ward, J. P. (1984). Posture and laterality in the bushbaby (*Galago senegalensis*). *Brain, Behavior and Evolution*, 25(4), 217-224.
- [135] Satz, P. (1972). Pathological left-handedness: An explanatory model. *Cortex*, 8(2), 121-135.

- [136] Satz, P., Nelson, L., & Green, M. (1989). Ambiguous-handedness: incidence in a non-clinical sample. *Neuropsychologia*, 27(10), 1309-1310.
- [137] Saudino, K., & McManus, I. C. (1998). Handedness, footedness, eyedness and earedness in the Colorado Adoption Project. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 167-174.
- [138] Schachter, S. C., Ransil, B. J., & Geschwind, N. (1987). Associations of handedness with hair color and learning disabilities. *Neuropsychologia*, 25(1), 269-276.
- [139] Scharoun, S. M., & Bryden, P. J. (2014). Hand preference, performance abilities, and hand selection in children.
- [140] Schwartz, M. (1977). Left-handedness and high-risk pregnancy. *Neuropsychologia*, 15(2), 341-344.
- [141] Schwartz, M. (1988). Handedness, prenatal stress and pregnancy complications. *Neuropsychologia*, 26(6), 925-929.
- [142] Singh, M., Manjary, M., & Dellatolas, G. (2001). Lateral preferences among Indian school children. *Cortex*, 37(2), 231-241.
- [143] Somers, M. (2015). *On the relationship between language lateralization and handedness* (Doctoral dissertation, Utrecht University).
- [144] Sommer, I. E., Aleman, A., Somers, M., Boks, M. P., & Kahn, R. S. (2008). Sex differences in handedness, asymmetry of the planum temporale and functional language lateralization. *Brain research*, 1206, 76-88.
- [145] Spenneman, D. R. (1984). Handedness data on the European Neolithic. *Neuropsychologia*, 22(5), 613-615.
- [146] Springer, S. P., & Deutsch, G. (1998). *Left brain, right brain: Perspectives from cognitive neuroscience*. WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- [147] Steele, J. (2000). Handedness in past human populations: skeletal markers. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 5(3), 193-220.

- [148] Steele, J., & Uomini, N. (2005). Humans, tools and handedness. *Stone knapping: the necessary conditions for a uniquely hominin behaviour* (eds V. Roux & B. Bril), 217-239.
- [149] Steenhuis, R. E., Bryden, M. P., Schwartz, M., & Lawson, S. (1990). Reliability of hand preference items and factors. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 12(6), 921-930.
- [150] Stoyanov, Z., Nikolova, P., Stavrev, D., Trendafilova, S., & Ruseva, R. (2014). Handedness Proportions in Bulgaria: Ii. Sex And Age Differences. *Журнал «Асимметрия» Том, 8(1)*.
- [151] Stuss, D. T., Stethem, L. L., & Poirier, C. A. (1987). Comparison of three tests of attention and rapid information processing across six age groups. *The Clinical Neuropsychologist*, 1(2), 139-152.
- [152] Tan, Lesley E., and Norman C. Nettleton. "Left handedness, birth order and birth stress." *Cortex* 16.3 (1980): 363-373.
- [153] Tan, Ü. (1988). The distribution of hand preference in normal men and women. *International Journal of Neuroscience*, 41(1-2), 35-55.
- [154] Teng, E. L., Lee, P. H., Yang, K. S., & Chang, P. C. (1976). Handedness in a Chinese population: Biological, social, and pathological factors. *Science*, 193(4258), 1148-1150.
- [155] Toga, A. W., & Thompson, P. M. (2003). Mapping brain asymmetry. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(1), 37-48.
- [156] Tran, U. S., & Voracek, M. (2016). Footedness Is Associated with Self-reported Sporting Performance and Motor Abilities in the General Population. *Frontiers in psychology*, 7.
- [157] Turki, J. (2014). Learning styles of gifted and non-gifted students in tafila governorate. *International Journal of Humanities and Social Science*, 4(5), 114-124.
- [158] Vingerhoets, G., Acke, F., Alderweireldt, A. S., Nys, J., Vandemaele, P., & Achten, E. (2012). Cerebral lateralization of praxis in right-and left-handedness: Same pattern, different strength. *Human brain mapping*, 33(4), 763-777.

- [159] Walker, A., & Leakey, R. (1993). The postcranial bones. *The Nariokotome*, 95-160.
- [160] Westergaard, G. C., Kuhn, H. E., & Suomi, S. J. (1998). Bipedal posture and hand preference in humans and other primates. *Journal of Comparative Psychology*, 112(1), 55.
- [161] Willcox, A. R. (1959). Hand imprints in rock paintings. *South African Journal of Science*, 55(11), 292-298.
- [162] Witelson, S. F. (1985). The brain connection: the corpus callosum is larger in left-handers. *Science*, 229, 665-669.
- [163] Zenhausern, R. (1978). Imagery, cerebral dominance, and style of thinking: A unified field model. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 12(5), 381-384.
- [164] Zoccolotti, P. (1978). Inheritance of ocular dominance. *Behavior Genetics*, 8(4), 377-379.

## **8. PRILOZI**

---

## 8.1. Prilog 1-Antropološki list

## АНТРОПОЛОШКИ ЛИСТ

Разред \_\_\_\_\_ Школа \_\_\_\_\_

Датум рођења \_\_\_\_\_ Место рођења \_\_\_\_\_ Пол М Ж

Место рођења мајке \_\_\_\_\_ Место рођења оца \_\_\_\_\_

Особине:

<b>Руконост</b>	Леворуконост	Десноруконост			
	Десноруконост-природна леворуконост (преобраћеност)				
<b>Боја очију</b>	Плаве	Зелене	Смеђе	Сиве	
<b>Боја косе</b>	Плава	Светлосмеђа	Смеђа	Црна	Риђа
<b>Ушни режањ</b>	Слободан	Везан			
<b>Дарвинова квржица</b>	Да	Не			
<b>Говорне мане (слово Р)</b>	Да	Не			
<b>Дијастема</b>	Да	Не			
<b>Преклапање прстију шаке</b>	Десни палац преко левог		Леви палац преко десног		

## 8.2.Prilog 2-Upitnik o lateralizaciji ruke, noge, uha i oka

Пред тобом је упитник о коришћењу леве или десне стране тела у одређеним активностима. За сваку од доле наведених активности обележи у табели, стављањем знака X, коју руку (ногу, око, ухо) користиш за ту активност.

Активност руке	Увек десну руку	Углавном десну руку	Било коју руку	Углавном леву руку	Увек леву руку
Писање					
Цртање					
Прецизно бацање лопте					
Коришћење маказа					
Коришћење четкице за зубе					
Коришћење кључа приликом отварања врата					
Држање чаше док пијеш из ње					
Активност ноге	Увек десну ногу	Углавном десну ногу	Било коју ногу	Углавном леву ногу	Увек леву ногу
Прецизно шутирање лопте					
Активност ока	Увек десно око	Углавном десно око	Било које око	Углавном лево око	Увек лево око
Гледање кроз монокуларни микроскоп (једним оком)					
Активност уха	Увек десно ухо	Углавном десно ухо	Било које ухо	Углавном лево ухо	Увек лево ухо
Слушалицу телефона постављам на					

**Ако пишеш десном руком** да ли је то од раног детињства или си природно леворука особа коју је неко преобратио у десноруку?

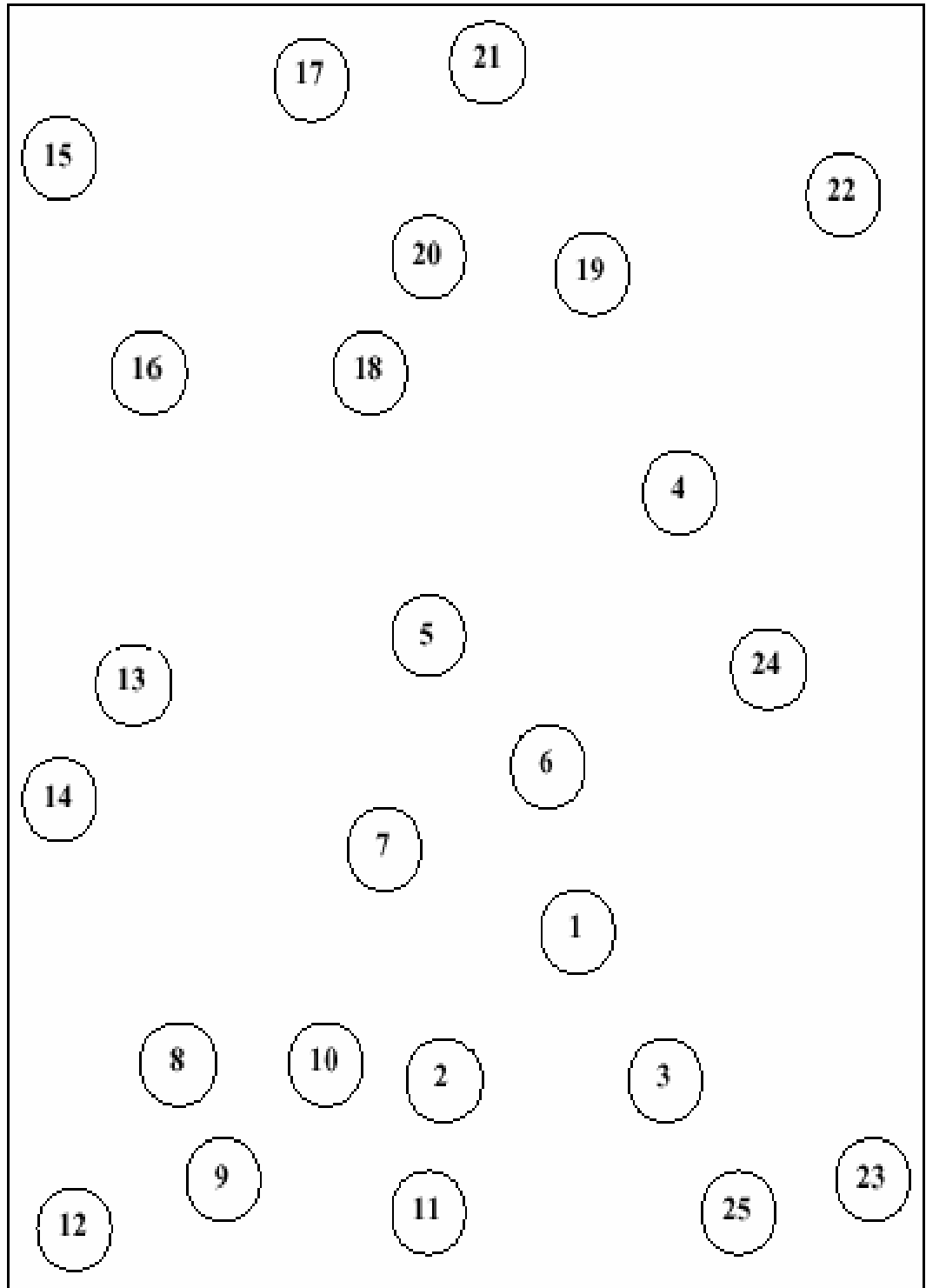
- А) деснорук/деснорука сам од раног детињства
- Б) користио/користила сам леву руку, па су ме научили да користим десну за писање
- В) не знам



8.3.Prilog 3-TMT-A test

# Trail Making Test Part A

Patient's Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_



#### 8.4. Prilog 4-Upitnik o familijarnoj transmisiji rukosti

На следећа питања одговарај тако што ћеш заокружити одређени одговор за који си сигуран да је тачан. Ако ниси сигуран/на, најбоље је да одговориш са "нисам сигуран".

##### Следећа питања се односе на твоју рођену браћу/сестре.

1. Колико рођене **браће** имаш? \_\_\_\_\_
2. Колико њих користи десну руку? \_\_\_\_\_
3. Колико њих користи леву руку? \_\_\_\_\_
4. Да ли си са неким близанац? (ако јеси, напиши број браће) \_\_\_\_\_
5. Ако имаш близанца, коју руку користи? \_\_\_\_\_
6. Ако имаш леворуког брата, који је по реду рођења? \_\_\_\_\_
7. Колико рођених **сестара** имаш? \_\_\_\_\_
8. Колико њих користи десну руку? \_\_\_\_\_
9. Колико њих користи леву руку? \_\_\_\_\_
10. Да ли си са неком близанац? \_\_\_\_\_
11. Ако имаш близнакињу коју руку користи? \_\_\_\_\_
12. Ако имаш леворуку сестру, која је по реду рођења? \_\_\_\_\_

##### Следећа питања се односе на твоју мајку. (заокружи одговор)

13. Да ли је твоја мајка леворука или деснорука? Леворука/деснорука/нисам сигуран
14. Да ли је мајка твоје мајке (баба по мајци) леворука или деснорука?  
Леворука/деснорука/нисам сигуран
15. Да ли је отац твоје мајке (деда по оцу) леворук или деснорук?  
Леворук/деснорук/нисам сигуран

##### Следећа питања се односе на твог оца. (заокружи одговор)

16. Да ли је твој отац леворук или деснорук? Леворук/деснорук/нисам сигуран
17. Да ли је мајка твога оца леворука или деснорука?  
Леворука/деснорука/нисам сигуран
18. Да ли је отац твога оца леворук или деснорук?  
Леворук/деснорук/нисам сигуран

17. Да ли у **ближој или даљој породици** имаш неког леворуког кога би желео да наведеш?

А) Не, немам члана породице који је леворук

Б) Да, имам (наведи ко је то) \_\_\_\_\_

18. Да ли се бавиш неким **спортом**? Не Да (наведи којим) \_\_\_\_\_

19. Да ли **свираш** неки инструмент? Не Да (наведи који) \_\_\_\_\_

### 8.5. Prilog 5-Upitnik o stilovima mišljenja i ponašanja

Реченице су постављене у две колоне. Стави знак X испред реченице у једном реду која више представља тебе. Пример:

1.	<input checked="" type="checkbox"/> Често причам о осећањима, својим или туђим.	<input type="checkbox"/> Избегавам да разговарам о осећањима.
2.	<input type="checkbox"/> Најбољи сам (најефикаснији) на крају неког задатка.	<input checked="" type="checkbox"/> Најбољи сам на почетку неког задатка.

Добро размисли о свакој тврдњи и обележи ону која најбоље представља тебе.

1.	<input type="checkbox"/> Често причам о осећањима, својим или туђим.	<input type="checkbox"/> Не волим да разговарам о осећањима, својим или туђим.
2.	<input type="checkbox"/> Најбољи сам (најефикаснији) на крају неког задатка или пројекта.	<input type="checkbox"/> Најбољи сам (најефикаснији) на почетку неког задатка или пројекта.
3.	<input type="checkbox"/> Кад нешто посматрам видим целину, не гледам детаље.	<input type="checkbox"/> Кад нешто посматрам уочавам детаље, потом целину.
4.	<input type="checkbox"/> Када је хитно знам брзо и ефикасно да одреагујем.	<input type="checkbox"/> Више волим да решавам проблем процесом елиминације.
5.	<input type="checkbox"/> Волим да чујем речи, мислим наглас и сам доста причам.	<input type="checkbox"/> Више волим да размишљам "у себи", чак и не говорим много.
6.	<input type="checkbox"/> Не умем баш најбоље да "прочитам" шта други мисле.	<input type="checkbox"/> Добар сам у "читању" туђих мисли.
7.	<input type="checkbox"/> Могу да "предвидим" даље догађаје, умем да гледам унапред.	<input type="checkbox"/> Волим да анализирам оно што ми је задато.
8.	<input type="checkbox"/> Волим независност и самосталност.	<input type="checkbox"/> Везан сам за друштво и волим отвореност.
9.	<input type="checkbox"/> Облачим се оригинално, другачије, волим различитост.	<input type="checkbox"/> Облачим се за успех и статус у друштву, волим да сам у тренду.
10.	<input type="checkbox"/> Имам потребу да будем сам, да ме оставе на миру када сам узнемирен.	<input type="checkbox"/> Треба ми нечија близина и разговор када сам узнемирен.
11.	<input type="checkbox"/> Умем да похвалим друге и треба ми похвала других.	<input type="checkbox"/> Нити хвалим друге нити ми је потребна њихова похвала.
12.	<input type="checkbox"/> Више ме занимају предмети, објекти и ствари.	<input type="checkbox"/> Више ме занимају људи и осећања.
13.	<input type="checkbox"/> Треба ми искрена повратна информација од других када нешто урадим.	<input type="checkbox"/> Избегавам да тражим мишљење других о томе како сам нешто урадио.
14.	<input type="checkbox"/> Некада ми се чини да мој пријатељ превише прича.	<input type="checkbox"/> Некада ми се чини да мој пријатељ мало прича и да ме не слуша довољно.
15.	<input type="checkbox"/> Мислим да ћу бити строг и захтеван родитељ, деца ће морати да ме слушају.	<input type="checkbox"/> Нећу бити строг и захтеван родитељ, деца би требало да имају самосталност у одлучивању.

Хвала на времену!

**8.6. Prilog 6-Upitnik o stilovima učenja****УПИТНИК О СТИЛОВИМА УЧЕЊА**

Упутство: Заокружи један од понуђених одговора, А или Б. Ако ти се оба одговора учине прихватљивим, заокружи онај који више одговара ономе што мислиш или радиш.

- 1. Боље разумем оно што учим када:**
  - А) то и пробам
  - Б) много размишљаам и учим о томе
- 2. Више волим да посматрам себе као:**
  - А) реалну особу
  - Б) маштовиту особу
- 3. Када размишљаам о томе шта сам радио/радила јуче, то се дешава у:**
  - А) сликама
  - Б) речима
- 4. Боље:**
  - А) разумем детаље неког предмета, збуњује ме целина
  - Б) разумем ширу слику, али ме збуњују детаљи
- 5. Када учим нешто ново помаже ми:**
  - А) да причам о томе
  - Б) да мислим о томе
- 6. Када бих био/била наставник, радије бих подучавао/подучавала о:**
  - А) чињеницама и реалним животним ситуацијама (нпр. природне науке)
  - Б) идејама и теоријама (нпр. друштвене науке)
- 7. Нове информације више волим да добијем у:**
  - А) сликама, графиконима, мапама, скицама
  - Б) писаним упутствима или изговорене
- 8. Једном када разумем...:**
  - А) ...све делове, разумем целину
  - Б) ...целину, видим делове како се уклапају
- 9. При групном раду, када група ради на решавању неког задатка, ја волим да:**
  - А) се истичем и дајем идеје
  - Б) седим и слушам друге
- 10. Мислим да је лакше:**
  - А) учити о чињеницама
  - Б) учити о идејама
- 11. У књигама које имају пуно слика и цртежа више волим да:**
  - А) пажљиво прегледам слике
  - Б) фокусирам се на писани текст
- 12. Када решавам задатке из математике:**
  - А) решавам их поступно док не дођем до решења
  - Б) често видим решење одмах, али се потом мучим са доласком до њега
- 13. У школи:**
  - А) познајем многе и дружим се са доста њих
  - Б) имам свој мањи круг пријатеља, не познајем многе

- 14. Када читам нешто што није научна фантастика, нешто реално, волим да то:**  
А) буде нешто што ће ме научити нечем новом и научити ме како да нешто урадим  
Б) нешто што ће ми дати нове идеје о којима могу да размишљајам
- 15. Волим наставнике:**  
А) који користе цртеже у настави, цртају на табли  
Б) који проведу већи део времена објашњавајући, разговарају са нама
- 16. Када анализирам неку причу-књигу:**  
А) размишљајам о деловима књиге и покушавам да их повежем како бих схватио/схватила тему  
Б) знам која је тема прочитаног када завршим са читањем, а потом се враћам уназад тражећи делове који ће то и показати
- 17. Када почнем да радим домаћи задатак који тражи решење неког проблема:**  
А) одмах кренем на тражење решења  
Б) најпре добро проучим шта је проблем
- 18. Више ми се допадају идеје:**  
А) које су сигурне, одређене  
Б) интуитивне, маштовите
- 19. Боље памтим:**  
А) оно што видим  
Б) оно што чујем
- 20. Више ми одговара да ми наставник:**  
А) представи лекцију на јасан и постепен начин  
Б) представи лекцију најпре оквирно и да је повеже са осталим предметима или лекцијама
- 21. Више волим да учим:**  
А) у групи  
Б) сам/сама
- 22. Више волим да ме сматрају:**  
А) пажљивим око детаља при обављању неког задатка  
Б) креативним око детаља при обављању неког задатка
- 23. Када добијам упутства како да дођем до одређеног места, више ми одговара:**  
А) мапа, цртеж  
Б) писано упутство
- 24. Учим:**  
А) прилично редовно, истим темпом. Ако учим доста, схватићу то што учим  
Б) на махове, често сам збуњен оним што учим, а онда се деси "клик"
- 25. Више волим да:**  
А) одмах испробам (нпр. како нешто функционише)  
Б) најпре проучим како ћу нешто да урадим
- 26. Када читам из забаве, волим писце који:**  
А) јасно кажу/напишу оно што мисле  
Б) изражавају се на креативан, интересантан начин
- 27. Када нам на часу прикажу неки дијаграм или скицу, обично запамтим:**  
А) слику (дијаграм, скицу)  
Б) оно што је предавач рекао о њој
- 28. Када посматрам скуп информација (нпр. неку лекцију), највероватније ћу да се:**  
А) фокусирам да разумем детаље  
Б) покушати да разумем суштину, потом ћу да обратим пажњу на детаље

- 29. Лакше памтим:**  
А) нешто што урадим  
Б) нешто о чему много размишљајам
- 30. Када морам да одрадим неку вежбу, највероватније ћу:**  
А) да усавршим један начин извођења  
Б) пронаћи ћу нове начине извођења
- 31. Када неко жели да ми објасни неке добијене податке, више волим да то уради преко:**  
А) цртежа, скица  
Б) писаног објашњења резултата
- 32. Када записујем нпр. оно што ми је важно да урадим у скорије време, највероватније ћу:**  
А) писати од самог почетка папира  
Б) писаћу било где по папиру, а потом уређивати редослед
- 33. Када радим у групи, волео/волела бих да:**  
А) сви из групе одмах изнесу своје идеје  
Б) свако појединачно најпре запише своје идеје, а потом да их подели са групом
- 34. Мислим да би требало да будемо поносни када нам неко каже да смо:**  
А) разумни  
Б) маштовити
- 35. Када упознам некога на забави, вероватније је да ћу да запамтим:**  
А) како је изгледао/изгледала  
Б) шта је говорио/говорила
- 36. Када почнем да учим неки нови предмет/лекцију, ја:**  
А) се фокусирам на тај предмет/лекцију и покушавам да о томе што више сазнам  
Б) проналазим везу између новог предмета/лекције и оних који су ми већ познати
- 37. Сматрам да сам више:**  
А) отворен за друштво  
Б) резервисан према друштву
- 38. Више волим предмете који наглашавају:**  
А) конкретне податке (чињенице, датуме...)  
Б) апстрактне материјале (теорије, идеје)
- 39. За забаву у слободно време радије ћу:**  
А) гледати телевизију  
Б) читати књигу
- 40. Многи наставници почињу своје лекције са наглашавањем онога што ће предавати:**  
А) такво наглашавање ми донекле помаже  
Б) такво наглашавање ми увек помаже
- 41. Идеја израде домаћег задатка у групи, при чему је цело одељење укључено:**  
А) мени одговара  
Б) не одговара ми
- 42. Када радим неки задатак који је јако дуг:**  
А) на крају га пажљиво прегледам, корак по корак  
Б) прегледавање ме баш замара и морам да присилим себе да то урадим
- 43. Места на којима сам био/била могу да се сетим:**  
а) лако и прилично тачно, у детаље  
б) са тешкоћама и без пуно детаља

**44. Када решавам проблем (задатак) у групи, склонији сам:**

А) да мислим о корацима у поступку решавања

Б) да мислим о последицама решења или примени решења у многим областима

**IZVOD**

---



Lateralizacija gornjih ekstremiteta, odnosno sklonost da se jedna ruka češće koristi u odnosu na drugu tokom izvođenja unimanuelnih radnji, jeste najočigledniji primer cerebralne lateralizacije i odlika je humane populacije. Procentualna zastupljenost desnorukih osoba u odnosu na levoruke je približno 90%:10%, na globalnom nivou. Zastupljenost levorukih osoba u znatno nižem procentu u odnosu na desnoruke, polazna je osnova za proučavanje fenomena lateralizacije. U ovom istraživanju lateralizacija ruke je određena na osnovu sedam unimanuelnih veština za čije je izvođenje neophodna preciznost. Na osnovu analize podataka određeni su pravac i stepen lateralizacije ruke, kao i ipsilateralna korelacija sa drugim organima koji pokazuju lateralizaciju (noga, oko, uho). Cilj istraživanja je bio i utvrđivanje potencijalne korelacije lateralizacije ruke sa posmatranim fenotipskim i kognitivnim karakteristikama ispitanika i utvrđivanje prediktabilnosti lateralizacije ruke u odnosu na posmatrane karakteristike. Utvrđeno je da je stepen lateralizacije ruke izraženiji kod desnorukih osoba, kod osoba ženskog pola, a primećeno je i da se kasnije ustaljuje, odnosno da je izraženiji kod starijih ispitanika u odnosu na mlade. Takođe, viši stepen lateralizacije ukazuje i na izraženiju ipsilateralnu korelaciju sa nogom, okom i uhom. Lateralizacija ruke nije prediktor brzine kognitivnog procesuiranja, ali se može dovesti u vezu sa stilovima učenja i stilovima mišljenja. Zastupljenost određenog pravca rukosti u porodicama ispitanika praćena je kroz tri generacije srodstva i ukazuje na naslednu osnovu, naročito kada je majka levoruka ili levorukost potiče sa majčine strane. Od sedam posmatranih fenotipskih karakteristika ispitanika, preklapanje prstiju šake može da se dovede u direktnu vezu sa lateralizacijom ruke.

## SUMMARY

---

The lateralization of upper limbs, i.e. the tendency to use one arm more often in comparison to the other one while performing unimanual actions is the most obvious example of cerebral lateralization and it represents a characteristic of human population. The percentage representation of right-handed persons in comparison to the left-handed is approximately 90%-10% on the global level. The representation of left-handed persons is significantly lower than the right-handed, which was taken as the basis of a lateralization phenomenon research. For the sake of this research, lateralization is defined through seven unimanual skills, the performance of which requires precision. Based on the data analysis, both direction and degree of lateralization, as well as ipsilateral correlation with other organs (leg, eye and ear) were defined. The aim of this research was also to determine the potential correlation of hand lateralization with the observed phenotypic and cognitive characteristics of examinees, as well as to predictability of hand lateralization in relation to observed characteristics. It was concluded that the lateralization degree is more expressed with the right-handed, as well as with females. What was also observed was that this characteristic is stabilized later in life, meaning it is more expressed with older examinees in comparison to the younger ones. In addition to that, the higher lateralization degree indicates a more expressed ipsilateral correlation with the legs, eyes and ears. Hand lateralization is not a predictor of cognitive process speed, but can be correlated to learning and thinking styles. The representation of handedness direction in examinees' families was observed through three generations of relatives and it indicates a genetic basis, especially in the cases of a left-handed mother or left-handedness in the mother's family. Among the observed phenotypic characteristics of the examinees (hair and eye color, ear lobe shape, Darwin's tubercle, finger overlapping, irregular articulation of the sound R, diastema), finger overlapping is the only characteristic that can be correlated to the hand lateralization.

## **BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA AUTORA**

---

## Biografija autora

Milena Cvetković rođena je u Nišu, 29.04.1974., gde je pohađala Osnovnu školu "Dositej Obradović" i Gimnaziju "Svetozar Marković". Prirodno-matematički fakultet u Prištini, Odsek za biologiju, upisuje 1993/94. i isti završava 1999., sa prosečnom ocenom 8,52.

2005. godine upisuje magistarske studije na Departmanu za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu, smer Genetika i fiziologija. Pod mentorstvom prof.dr Steva Najmana 2010. godine brani magistarski rad pod nazivom "Antropološke karakteristike školske dece Niša i Bele Palanke" i završava magistarske studije sa prosečnom ocenom 9,86.

2015. godine upisuje doktorske studije na Departmanu za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu.

Od 2000. godine je zaposlena kao nastavnik biologije, a 2019. stiče i zvanje pedagoškog savetnika.

## Bibliografija

### I) Radovi u međunarodnim časopisima-M23

**Cvetković, M., Vasiljević, P. (2015).** Handedness and phenotypic characteristics of the head and face. *Genetika*, 47(2), 723-731.

**Cvetković, M., Najman, S., & Nikolić, M. (2014).** Secular changes in cephalic index-a study of Serbian school children. *Genetika*, 46(2), 561-568.

### II) Radovi u časopisima od nacionalnog značaja-M52

**Cvetković, M., Vasiljević, P. (2018).** Unimanual skills as hand lateralization predictors. *Glasnik Antropološkog društva Srbije*, (53), 1-8.

**Cvetković, M., Vasiljević, P., Najman, S. (2015).** Handedness. *Glasnik Antropološkog društva Srbije*, (50), 115-124.

**Cvetković, M., Najman, S., Nikolić, M., Živanov-Čurlis, J. (2012).** Antropološke karakteristike premenarhalnih i postmenarhalnih devojčica Niša iz različitih vremenskih perioda. *Glasnik ADS*, 47, 269-275.

III) Saopštenje sa skupa štampano u izvodu-M34

**Cvetković M.**, Vasiljević P. (2018). Unimanuelne veštine kao prediktori lateralizacije ruke. *55. Kongres antropološkog društva Srbije, Zlatibor, 23-26.5.2018.*

**Cvetković M.**, Vasiljević P. (2016). Pravac i stepen lateralizacije. *54. Kongres antropološkog društva Srbije, Sremski Karlovci, 1-4.6.2016.*

**Cvetković M.**, Najman S. (2014). Rukost i razvojne karakteristike dece. *53. Kongres antropološkog društva Srbije, Vranje, 4-7.6. 2014.*

**Cvetković M.**, Najman S., Nikolić M., Živanov-Čurlis J. (2013). Kefalične mere dečaka i devojčica Niša iz različitih vremenskih perioda. *52. Kongres antropološkog društva Srbije, Novi Sad, 5-8.6.2013.*

**Cvetković M.**, Najman S., Nikolić M., Živanov-Čurlis J. (2012). Antropološke karakteristike premenarhalnih i postmenarhalnih devojčica Bele Palanke iz različitih vremenskih perioda. *51. Kongres antropološkog društva Srbije, Niš, 6-9.6.2012.*

**Cvetković M.**, Najman S., Nikolić M., Živanov-Čurlis J. (2012). Antropološke karakteristike dečaka Bele Palanke iz različitih vremenskih perioda. *51. Kongres antropološkog društva Srbije, Niš, 6-9.6.2012.*

IV) Saopštenje sa skupa štampano u izvodu-M64

**Cvetković M.**, Vasiljević P. (2018). Brzina kognitivnog procesuiranja i stilovi učenja u odnosu na dominaciju ruke, pol i uzrast učenika. *Drugi kongres biologa Srbije, Kladovo, 2018.*

Najman S., **Cvetković M.**, Nikolić M., Živanov-Čurlis J. (2011). Promena učestalosti pegavosti, boje očiju, boje kose i kovrdzavosti kod školske dece Bele Palanke u periodu 1984-2010. *50. Kongres antropološkog društva Srbije, Jagodina, 1-4.6.2011.*

**Cvetković M.**, Najman S., Nikolić M., Živanov-Čurlis J. (2011). Antropološke karakteristike premenarhalnih i postmenarhalnih devojčica Niša iz različitih vremenskih perioda. *50. Kongres antropološkog društva Srbije, Jagodina, 1-4.6.2011.*

## **IZJAVE AUTORA**

---

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

### **КОРЕЛАЦИЈА ЛАТЕРАЛИЗАЦИЈЕ РУКЕ СА ФЕНОТИПСКИМ И КОГНИТИВНИМ КАРАКТЕРИСТИКАМА ДЕЦЕ**

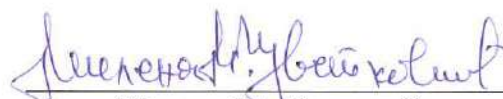
која је одбрањена на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 25.06.2019.

Потпис аутора дисертације:

  
Милена М. Цветковић



**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА  
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Наслов дисертације:

**КОРЕЛАЦИЈА ЛАТЕРАЛИЗАЦИЈЕ РУКЕ СА ФЕНОТИПСКИМ И  
КОГНИТИВНИМ КАРАКТЕРИСТИКАМА ДЕЦЕ**

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предао/ла за уношење у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, истоветан штампаном облику.

У Нишу, 25.06.2019.

Потпис аутора дисертације:

  
Милена М. Цветковић

## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

### КОРЕЛАЦИЈА ЛАТЕРАЛИЗАЦИЈЕ РУКЕ СА ФЕНОТИПСКИМ И КОГНИТИВНИМ КАРАКТЕРИСТИКАМА ДЕЦЕ

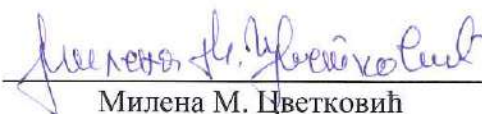
Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

У Нишу, 25.06.2019..

Потпис аутора дисертације:

  
Милена М. Цветковић