

# Povezanost unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora

---

**Fabić, Nika**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:147:229273>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Teacher Education - Digital repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UČITELJSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA ODGOJITELJSKE STUDIJE**

**NIKA FABIĆ  
ZAVRŠNI RAD**

**POVEZANOST UNIMANUALNE I  
BIMANUALNE KOORDINACIJE I KONTROLE  
MOTORIČKIH ODGOVORA**

**Čakovec, srpanj 2024.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**UČITELJSKI FAKULTET**  
**ODSJEK ZA ODGOJITELJSKE STUDIJE**  
**(Čakovec)**

**ZAVRŠNI RAD**

**Ime i prezime pristupnika: Nika Fabić**

**TEMA ZAVRŠNOG RADA: Povezanost unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora**

**Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivan Šerbetar**

**Čakovec, srpanj 2024.**

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.2. MOTORIČKI RAZVOJ .....	2
1.4. MOTORIČKE SPOSOBNOSTI I VJEŠTINE .....	2
1.5. MANIPULATIVNE VJEŠTINE .....	3
1.6. BIMANUALNA KOORDINACIJA .....	5
1.7. IZVRŠNE FUNKCIJE .....	7
1.7.1 INHIBICIJA .....	8
2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA.....	10
3. METODE RADA .....	11
3.1. Uzorak ispitanika.....	11
3.2. Uzorak varijabli .....	11
3.3. Način provođenja mjerenja .....	14
3.4. Etička razmatranja .....	14
3.5. Metode obrade podataka .....	15
3. REZULTATI .....	16
3.1. Osnovni statistički pokazatelji.....	16
3.2. Povezanost testova unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora.....	17
4. RASPRAVA.....	19
5. ZAKLJUČAK .....	22
6. LITERATURA .....	23
PRILOZI.....	27

## SAŽETAK

**NASLOV ZAVRŠNOG RADA:** Povezanost unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora

Uspješno izvršavanje svakodnevnih aktivnosti omogućuju unimanualna i bimanualna koordinacija, odnosno dobro koordinirani pokreti ruku. Uz navedene kapacitete, ulogu u izvršavanju akcija imaju i izvršne funkcije. Izvršne funkcije predstavljaju jedan od temeljnih kognitivnih procesa koji kontroliraju procese niže razine s ciljem usmjerenog ponašanja. Jedan od procesa izvršnih funkcija jest inhibicija, odnosno kontrola motoričkih odgovora. Cilj ovog istraživanja jest utvrditi postoji li povezanost između unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora kod djece u dobi od pet do sedam godina, budući da je predškolska dob ključna za njihov razvoj. U istraživanju je sudjelovalo 178 djece, od toga 87 (48,9%) dječaka i 91 (51,1%) djevojčica. Uzorak varijabli sastoji se od testova fine motorike, točnije unimanualne i bimanualne koordinacije te brzine reakcije. Za utvrđivanje kontrole motoričkih odgovora, korištena je digitalna aplikacija *Go/no go*. Prema Pearsonovom koeficijentu korelacije, utvrđena je statistički značajna ( $p < 0.01$ ) negativna povezanost između varijabli *Skupljanje šibica* i *Rezultat impulzivnosti* ( $r = -.20$ ). Unutar varijabli vezanih uz unimanualnu i bimanualnu koordinaciju, utvrđena je statistički značajna ( $p < 0.01$ ) pozitivna korelacija između varijabli *Uhvati štap* i *Slaganje piramida od čaša* ( $r = .29$ ). Varijabla *Uhvati štap*, statistički je značajno ( $p < 0.05$ ) pozitivno povezana i s varijablama *Skupljanje šibica* ( $r = .17$ ) i *Brzina reakcije* ( $r = .16$ ). Također, značajna ( $p < 0.01$ ) pozitivna povezanost utvrđena je i između varijable *Slaganje piramida od čaša* i varijabli *Skupljanje šibica* ( $r = .23$ ), *Skupljanje kovanica* ( $r = .24$ ) i *Brzina reakcije* ( $r = .21$ ). Dodatno je napravljen t-test kako bi se utvrdilo postoje li razlike prema spolu. Utvrđena je statistička značajnost u varijablama *Slaganje piramida od čaša* ( $p = .04$ ) i *Točnost no go odgovora* ( $p = .02$ ), dok su varijable *Točkanje* ( $p = .06$ ) i *Rezultat impulzivnosti* ( $p = .06$ ) na granici.

**KLJUČNE RIJEČI:** manipulativne vještine, unimanualna i bimanualna koordinacija, inhibicija, izvršne funkcije, kontrola motoričkih odgovora, predškolska dob

## SUMMARY

**TITLE:** The relationship between unimanual and bimanual coordination and control of motor responses

Successful execution of daily activities is made possible by unimanual and bimanual coordination, i.e. well-coordinated hand movements. In addition to the mentioned skills, executive functions also play a role in the execution of actions. Executive functions represent one of the fundamental cognitive processes that control lower-level processes with the goal of directed behavior. One of the processes of executive functions is inhibition, that is, control of motor responses. The goal of this research is to determine if there is a connection between unimanual and bimanual coordination and control of motor responses in children aged five to seven years, since preschool age is crucial for their development. 178 children participated in the research, of which 87 (48.9%) were boys and 91 (51.1%) were girls. The sample of variables consists of tests of fine motor skills, specifically unimanual and bimanual coordination and speed of reaction. To determine the control of motor responses, the digital application *Go/no go* was used. According to Pearson's correlation coefficient, a statistically significant ( $p < 0.01$ ) negative correlation was found between the variables *Match collecting* and *Impulse control score* ( $r = -.20$ ). Within the variables related to unimanual and bimanual coordination, a statistically significant ( $p < 0.01$ ) positive correlation was found between the variables *Catch the stick* and *Cup stacking* ( $r = .29$ ). The variable *Catch the Stick* is statistically significantly ( $p < 0.05$ ) positively related to the variables *Match collecting* ( $r = .17$ ) and *Reaction time* ( $r = .16$ ). Also, a significant ( $p < 0.01$ ) positive correlation was established between the variable *Cup stacking* and the variables *Match collecting* ( $r = .23$ ), *Coin collecting* ( $r = .24$ ) and *Reaction time* ( $r = .21$ ). Additionally, a t-test was performed to determine whether there were differences by gender or not. Statistical significance was determined in the variables *Cup stacking* ( $p = .04$ ) and *Accuracy of no go responses* ( $p = .02$ ), while the variables *Punctuation* ( $p = .06$ ) and *Impulse control score* ( $p = .06$ ) are borderline.

**KEY WORDS:** manipulative skills, unimanual and bimanual coordination, inhibition, executive functions, control of motor responses, preschool age

## 1. UVOD

Predškolsko razdoblje jedno je od najvažnijih i najosjetljivijih razdoblja u životu svakog pojedinca. Navedeno razdoblje karakterizira ubrzani rast i razvoj te usvajanje različitih znanja i vještina iz mnogih razvojnih područja. Neke od temeljnih vještina, zaslužne za pravilan razvoj, mentalno i tjelesno zdravlje pojedinca jesu motoričke i izvršne funkcije. Usavršavanje motoričkih vještina je dugotrajan proces. Djetetu je od prvog pokušaja izvođenja pokreta pa do skladne izvedbe potrebno do tri godine, dok je usavršeni stupanj fine motorike moguć u osmoj godini života (Starc, Čudina Obradović, Pleša, Profaca, Letica, 2004). Da bi pokreti bili što usavršeniji i precizniji važno je usvojiti one osnovne. Osnovne praktične aktivnosti poput brige o sebi, oblačenja, obuvanja, držanja pribora za jelo, pisanja, crtanja moguće je savladati kada su manipulativne vještine dobro savladane. One predstavljaju vještinu rukovanja predmetima. Rukovati predmetom se može jednom rukom, pri čemu se govori o unimanualnoj koordinaciji, ali moguće je i istovremeno korištenje obje ruke, što podrazumijeva bimanualnu koordinaciju. Kako bi se navedene vještine mogle savladati, vrlo je važna okulomotorna koordinacija te motorička kontrola.

Izvršne funkcije obuhvaćaju kognitivne procese koji sudjeluju u mnogim složenim kognitivnim zadacima. Pravilno funkcioniranje izvršnih funkcija omogućava pojedincu svladavanje složenih i novih situacija u svakodnevnom životu. Obično se navodi da izvršne funkcije podrazumijevaju četiri procesa – radno pamćenje, kognitivnu fleksibilnost, planiranje te inhibiciju (Friedman, Miyake, 2017). Izvršne funkcije, osim što sudjeluju u kognitivnim procesima, sudjeluju i u izvršavanju motoričkih zadataka. Prema Diamond (2000), regije koje su ključne za izvođenje motoričkih zadataka, važne su i za izvršne funkcije.

Često se motorički i kognitivni razvoj istražuju odvojeno te se sagledavaju kao pojave koje nisu ovisne jedna o drugoj, ali se događaju istovremeno (Diamond, 2000). Ipak, danas sve više autora istražuje povezanost između kognitivnih, točnije izvršnih funkcija i motoričkih vještina kod odraslih, ali i kod djece. Posebno je taj odnos vidljiv kod djece rane dobi. U predškolskoj dobi, Cameron, Brock, Murrah, Bell, Worzalla, Grissmer i Morrison (2012), utvrdili su pozitivnu povezanost između motoričke izvedbe i kontrole motoričkih odgovora.

## **1.2. MOTORIČKI RAZVOJ**

Prema Haywood i Getchell (2001), motorički razvoj se definira kao razvoj motorike, odnosno kretanja. Motorički razvoj podrazumijeva kontinuirani proces kroz koji pojedinac stječe motoričke vještine i obrasce kretanja. Navedeni proces uključuje nekoliko faktora koji trebaju biti u međusobnoj interakciji. To su neuromuskularno sazrijevanje, tempo fizičkog rasta, biološkog sazrijevanja te razvoja ponašanja, učinke prethodnog iskustva te nova iskustva (Malina, 2004).

Motorički razvoj započinje već u najranijoj dobi. Novorođenče se rađa s različitim refleksima koji se javljaju spontano i bez vidljivog podražaja. Naizgled nasumični pokreti novorođenča vrlo su važni u kasnijem razvoju voljnih pokreta. Dakle, navedeni pokreti kroz djetinjstvo postaju profinjeni, vješti i precizni (Haywood, Getchell, 2001). Upravo je rano djetinjstvo ključno i najvažnije razdoblje za uspješan motorički razvoj (Bobbio, Gabbard, Caçola, 2009).

Diamond (2000) navodi da je motorički razvoj povezan s kognitivnim razvojem. Naime, usporedno s razvojem neuronskih veza i mozga, odvija se i motorički razvoj. Motorička kontrola odnosi se na kontrolu živčanog sustava nad mišićima kako bi se pokreti mogli izvršavati vješto i koordinirano (Haywood, Getchell, 2001). Isto tako, kognicija je povezana s motoričkim vještinama jer izvođenje pokreta zahtijeva planiranje, promišljanje, vrijeme i redosljed (Rouvali, Riga, 2021).

## **1.4. MOTORIČKE SPOSOBNOSTI I VJEŠTINE**

Rano djetinjstvo karakterizira usvajanje i usavršavanje motoričkih vještina. Često se motoričke sposobnosti i vještine navode kao sinonimi, no prema Burtonu i Miller (1998), motoričke sposobnosti i motoričke vještine dva su različita pojma.

Motoričke sposobnosti karakteristike su pojedinca koje podupiru izvedbu vještina i manje su podložne promjenama. U motoričke sposobnosti se ubrajaju snaga, brzina, izdržljivost, fleksibilnost, koordinacija, agilnost, ravnoteža i preciznost. Koordinacija je jedna od najkompleksnijih motoričkih sposobnosti jer je povezana s ostalim sposobnostima djeteta te predstavlja osnovu za njihov razvoj. Prema Sekulić (2015), koordinacija predstavlja najbolju mjeru općeg motoričkog statusa i razvoja kod djece. Koordinacija je sposobnost upravljanja pokretima cijelog tijela ili dijelova tijela, a očituje se kroz brzu i preciznu izvedbu motoričkih



zadataka (Milanović, 2013). Govoreći o koordinaciji, ona je potrebna za izvođenje jednostavnih ali i složenih motoričkih obrazaca, stoga je vrlo važna za funkcioniranje čovjeka. Zmajlović (2018) navodi da je koordinacija ključan faktor u razvoju finih motoričkih vještina jer postoji velika povezanost između koordinacije i intelektualnog funkcioniranja. Okulomotorna koordinacija pripada dijelu senzorne percepcije te predstavlja sposobnost istovremenog korištenja očiju i ruku za izvođenje neke aktivnosti (Pejčić, Trajkovski, 2018). Naziva se još i koordinacija oko-ruka te se razvija posepeno. Očituje se kao vještina rukovanja predmetima.

S druge strane, motoričke vještine širok su pojam koji opisuje sve obrasce kretanja koji su usmjereni prema nekom cilju (Burton, Miller, 1998). Za razliku od motoričkih sposobnosti, vještine nisu urođene već ih je potrebno naučiti (Van der Fels, Wierike, Hartman, Elferink-Gemser, Smith, Visscher, 2015). Obično se dijele u dvije kategorije – u grubu i finu motoriku. Pod pojmom gruba motorika podrazumijevaju se pokreti koji uključuju upotrebu snage za davanje i primanje objekata, opće kretanje, stabilnost i ravnotežu, a u podlozi takvih motoričkih obrazaca su velike mišićne skupine. Kao temeljne vještine grube motorike možemo navesti bacanje, hvatanje, poskakivanje i udaranje (Gallahue, Donnelly, 2003). Gruba motorika predstavlja temeljne vještine koje mala djeca stječu i razvijaju, te stoga omogućuje razvoj složenijih i finijih pokreta i vještina (McClelland, Cameron, 2019). Stoga Rouvali i Riga (2021) navode da je gruba motorika temelj na kojem se razvija fina motorika, koja se odnosi na precizne i fine pokrete ruku.

## **1.5. MANIPULATIVNE VJEŠTINE**

Manipulativne vještine podrazumijevaju vještine rukovanja predmetima. Prije je navedeno da gruba motorika uključuje pokrete cijelog tijela, no podrazumijeva i neke manipulativne vještine poput bacanja i hvatanja, zbog toga Pahlevanian i Ahmadizadeh (2014) razlikuju manipulativne vještine grube i fine motorike.

Fina motorika se odnosi na radnje koje angažiraju male mišićne skupine kojima je potrebna dobra koordinacija djelovanja moždanih stanica (Šutalo, 2021). Usavršava se tijekom razvoja funkcionalnih vještina i vještina igre pretvaranja koje uključuju manipulaciju, koordinaciju oko-ruka i bimanualne vještine (Case-Smith, 2013). Najvažnije razoblje za razvoj fine motorike je predškolsko razdoblje. Važnost fine motorike je iznimno velika jer ona omogućava

samostalnost djeteta, samopouzdanje i izvršavanje praktičnih svakodnevnih radnji. Saporahayuningsih i Badeni (2019) navode da fina motorika uključuje nekoliko aspekata vještina, a to su vještine pisanja (bojanje, crtanje, pisanje) i vještine rezanja. Zatim, vještine koje se upotrebljavaju u igri poput vještina gradnje pomoću kocaka, manipulacije slagalicama, lutkama, korištenje elektorničkih uređaja (manipulacija mišem) i sl. Nadalje, fina motorika uključuje vještine svakodnevnih životnih aktivnosti poput oblačenja, obuvanja, vezanja vezica, korištenja pribora za jelo, otvaranja torbe, pranja zubi, kose i sl.

Fina motorika se u početku razvija kroz djetetovo senzorno motoričko istraživanje, primjerice hvatanje predmeta (Case-Smith, 2013). Dijete već od najranije dobi poseže za predmetima i razvija finu motoriku.

Prema Haywood i Getchell (2001), Halverson je opisao razvoj hvatanja u 10 faza. Početak hvatanja karakterizira stiskanje predmeta o dlan bez otpora palca. Kasnije, dojenčad koristi palac, ali i dalje predmet drži na dlanu. Takva vrsta hvatanja zove se snažno hvatanje. Nakon 9 mjeseci života, dijete počinje držati predmete između palca i jednog ili više prstiju te se to naziva preciznim hvatom. Dakle, dijete nakon prve godine života prelazi sa snažnih hvatova na one precizne. Halversonove faze razvoja hvatanja promatrali su Butterworth, Verweij i Hopkins (1997) te su potvrdili teoriju prelaska sa snažnih hvatova na precizne (Haywood, Getchell, 2001).

Na hvatanje i stisak utječu i veličina i oblik predmeta što dokazuje da dijete, okolina i zadatak utječu jedan na drugoga u pokretima hvatanja. Newell, Scully, Tenenbaum i Hardiman (1989), prema Haywood i Getchell (2001) navode da hvatanje i stisak ovise i o odnosu između veličine ruke i predmeta. Prilikom odabira vrste hvatanja važan je omjer veličine ruku i veličine predmeta. Prema istraživanju Scully, Tenenbaum i Hardiman (1989), na djeci od 3 do 5 godina i odraslima, omjer veličine ruku i predmeta određivao je kada su pojedinci koristili jednu ruku za hvatanje ili pak dvije. Dakle, način hvatanja ovisi o veličini, težini i obliku predmeta kojeg pojedinac nastoji uhvatiti (Haywood, Getchell, 2001).

Prije samog hvatanja, uočeno je da je dojenčad najprije kucala po predmetu (Butterworth, Verweij i Hopkins, 1997, prema Haywood i Getchell, 2001). Odrasli prije hvatanja konfiguriraju svoju ruku prema nekom predmetu, odnosno primaju vizualne informacije prije kontakta s predmetom. U istraživanju koje su proveli Buschbeck, Stolze, Boczek-Funcke, Jöhnk, Heinrichs i Illert (1998), djeca u šestoj i sedmoj godini života trebaju više vizualnih informacija nego odrasli kako bi prilagodili ruku za hvat (Haywood, Getchell, 2001).

Načini hvatanja razvijaju se od ranog djetinjstva te postaju stabilne i uvježbane vještine koje se koriste tijekom cijelog života (Haywood, Getchell, 2001).

## 1.6. BIMANUALNA KOORDINACIJA

Prema Bobbio, Gabbard i Caçola (2009), bilateralna koordinacija uključuje pokrete koji zahtijevaju uzastopno i simultano korištenje obje strane tijela s visokim stupnjem ritma. Odnosno, bilateralnu koordinaciju možemo definirati kao sposobnost korištenja obje strane tijela pomoću vještog – bilateralnog pokreta. Primjerice, držanje papira jednom rukom i rezanje drugom rukom. Prema Bracku (2009), bilateralna koordinacija omogućava pristup „pridržavati i raditi“. S druge strane, lateralni pokret se odnosi na sposobnost poznavanja i kontrole svake strane te poznavanje razlike između istih (Cherry, Godwin, Staples, 1989). Istostrani pokreti koji uključuju ruke i noge motorički su obrasci koji se javljaju u dobi od dvije do četiri i pol godine. Napredak navedenih pokreta moguće je vidjeti na primjeru ranog obrasca bacanja do kojeg dolazi u petoj godini života. Prema Kosinac (2011), bilateralni pokreti su do četvrte godine nekoordinirani te su vidno drugačiji od pokreta odraslih.

Bilateralna koordinacija dijeli se na dvije kategorije – bimanualnu koordinaciju i koordinaciju ruku i nogu (Bobbio i sur., 2009). Bimanualna koordinacija odnosi se na istovremeno korištenje i upravljanje objema rukama, dok se koordinacija ruku i nogu odnosi na istovremenu koordinaciju ruku i nogu na istoj strani tijela ili na suprotnoj. Bobbio i sur. (2009) navode da je koordinacija ruku i nogu zahtjevnija djeci predškolske dobi u odnosu na bimanualnu koordinaciju zbog mehaničkih različitosti ekstremiteta.

Svakodnevne aktivnosti čovjeka zahtijevaju sposobnost koordiniranih unimanualnih i bimanualnih pokreta. Unimanualna koordinacija odnosi se na pokrete samo jedne ruke, dok bimanualna koordinacija predstavlja istovremeno, odnosno koordinirano kretanje obadviju ruku u nekoj motoričkoj akciji. Bimanualna koordinacija predstavlja složeni samoupravljaajući sustav koji je podložan unutarnjim (biopsihološkim) i kontekstualnim ograničenjima (Bobbio i sur., 2009, str. 2). Važnu ulogu u bimanualnoj koordinaciji ima *corpus callosum* – struktura mozga u uzdužnoj pukotini koja povezuje lijevu i desnu moždanu hemisferu te im olakšava komunikaciju. Upravo je komunikacija između dvaju hemisfera ključna za proces bimanualne koordinacije.

Bilateralna koordinacija predstavlja temelj za daljnji motorički razvoj. Kako bi pokret bio koordiniran, potrebno je zajedničko djelovanje mnogih mišićnih skupina kojima upravlja središnji živčani sustav. Lovell (2010) navodi da bilateralna koordinacija zahtijeva kontrolu tijela, simultanu koordinaciju gornjih i donjih udova. Dokaz da obje strane mozga pravilno funkcioniraju i komuniciraju je upravo dobra bilateralna koordinacija.

Haywood i Getchell (2001), navode da se prvi bimanualni pokreti javljaju u dobi od dva mjeseca te se pojavljuju u obliku podizanja i pružanja ruke. Dojenče već nakon nekoliko mjeseci života može sklopiti ruke na središnjem dijelu tijela. S četiri i pol mjeseci, dijete počinje dohvaćati predmete objema rukama. Hvatanje dvjema rukama rezultira prvo dosezanjem i hvatanjem predmeta jednom rukom. Dijete u dobi od osam mjeseci započinje s pravom manipulacijom pomoću dvije ruke. U prvih 12 mjeseci, djeca umeću predmete jedan u drugi, jedan na drugi, rastavljaju ih i sastavljaju. Na kraju prve godine, dijete može držati dva predmeta u ruci – jedan u jednoj ruci, a drugi u drugoj. Složene pokrete i radnje, poput držanja poklopca kutije i stavljanja predmeta unutra, dijete može izvoditi na kraju druge godine života (Haywood, Getchell, 2001).

Lovell (2010) je provela istraživanje na sedmero djece s usporenim razvojem fine i grube koordinacije. Rezultati inicijalnih testova bili su ispod prosjeka te je dokazano zaostajanje u razvoju. Osmišljen je posebni intervencijski program među kojima su i vježbe za razvoj bilateralne koordinacije i bimanualnih pokreta. Program se provodio tri puta tjedno u trajanju od 30 minuta te se izvodio u manjim skupinama. Rezultati nakon provođenja programa bili su poboljšani što dokazuje da se vježbanjem može utjecati na razvoj fine i grube koordinacije, odnosno bilateralne koordinacije.

U istraživanju koje su proveli Magalhaes, Koomar i Cermak (1989) testirano je stotinu djece u dobi od 5 do 9 godina. Cilj je bio ispitati sposobnosti izvođenja tri bilateralna motorička zadatka. Istraživanje je pokazalo da se rezultati povećavaju s dobi te da spolne razlike nisu značajne.

## 1.7. IZVRŠNE FUNKCIJE

Vasta, Haith i Miller (1997) navode da se kognitivni razvoj odnosi na razvoj viših mentalnih procesa kao što su mišljenje, rasuđivanje, rješavanje problema i učenje pomoću kojih pojedinac može razumijeti svijet oko sebe. Dijete uči o svojoj okolini aktivnim djelovanjem i kroz iskustvo. Stoga je važno pružati mu poticajnu okolinu u kojoj može koristiti sva osjetila (Starc i sur., 2004). Ključno razdoblje za kognitivni razvoj je predškolsko razdoblje (Šimleša, Capanec, 2008). Kognitivne funkcije definiraju se kao mentalni procesi kojima pojedinac postaje svjestan nečega, percipira i razumije ideje (Zadro, Šimleša, Olujić, Kuvač Kraljević, 2016). U područje kognitivnih funkcija spadaju pažnja, pamćenje, jezik, percepcija, donošenje odluka, rješavanje problema, izvršne funkcije itd.

Izvršne funkcije su kognitivni procesi visoke razine, koji kontroliraju procese niže razine u službi ciljno usmjerenog ponašanja (Friedman, Miyake, 2017). Njihova uloga je vrlo važna jer one upravljaju ostalim kognitivnim funkcijama pa tako poteškoće u izvršnim funkcijama rezultiraju poteškoćama u pamćenju i jeziku (Zadro i sur., 2016). Willoughby, Piper, Kwayumba i McCune (2018) izvršne funkcije definiraju kao fluidne kognitivne procese na koje se pojedinci oslanjaju u okolnostima kada nije moguće automatizirano reagirati. Dorzolateralni prefrontalni korteks, medijalni frontalni i orbitofrontalni dio mozga, područja su u mozgu u kojima se izvršne funkcije kontroliraju (Rouvali, Riga, 2021).

McClelland, Acock, Piccinin, Rhea i Stallings (2013) navode da su upravo izvršne funkcije temeljne kognitivne vještine jer omogućavaju uspješno suočavanje s nepoznatim i složenijim situacijama, ali omogućuju i ostvarivanje svakodnevnih aktivnosti. Jedan od primjera, koji navode Rouvali i Riga (2021) jest igra. Dijete tijekom igre mora biti vrlo pažljivo, pamtili pravila te pratiti korake igre. Istovremeno treba usmjeriti pozornost na suigrače te isto tako upotrijebiti inhibiciju kako bi prekinulo igru.

Prema Friedman i Miyake (2017), izvršne se funkcije sastoje od četiri procesa. To su radno pamćenje, kognitivna fleksibilnost, planiranje te inhibicija. Radno pamćenje omogućava pojedincu privremenu pohranu i manipulaciju informacijama (Baddeley, 1992). Kognitivna fleksibilnost jest sposobnost promjene plana s obzirom na prepreke ili nove informacije. Odnosi se na mogućnost praćenja i brze manipulacije sadržajem u radnoj memoriji te pri tome specijalizirani sustavi obrađuju vizualne i verbalne informacije (Miyake, Friedman, 2012). Zadro i sur. (2016) navode da kognitivna fleksibilnost uključuje i inhibiciju i radno pamćenje.

Sljedeći proces izvršnih funkcija je planiranje te se ono definira kao stvaranje plana temeljem kojeg će se ostvariti zadani cilj.

### 1.7.1 INHIBICIJA

Kao jedan od nekoliko procesa uključenih u izvršno funkcioniranje kognitivnog sustava, inhibicija igra značajnu ulogu u određivanju načina na koji različiti mentalni procesi rade zajedno u uspješnom obavljanju zadatka (Dowsett, Livesey, 2000). Definira se kao sposobnost zanemarivanja informacija koje nisu važne za zadatak koji se trenutno događa. Prema Rouvali i Riga (2021), inhibicijska kontrola je sposobnost nadjačavanja dominantnih odgovora i konfliktnih podražaja. Ona se sastoji od dva čimbenika, a to su odgovor inhibicije i kontrola smetnji. Prema Zadro i sur. (2016), inhibicija podrazumijeva sagledavanje situacije i mnogih elemenata koji dovode do cilja prije same reakcije.

Inhibicija je vrlo važan dio svakodnevnice. Kao primjer se uzima dijete koje je otrčalo na ulicu za svojim psom. U tom trenutku, odrasla osoba uviđa dolazak automobila te automatski upozorava dijete da stane. Pitanje jest, hoće li dijete moći razumijeti poruku i stati? Navedenim se primjerom najvjernije opisuje važnost kontrole odgovora u akciji koja je već započela.

Prema Rahman, Carroll, Espy i Wiebe (2017), sposobnost inhibicije se razvija i raste od rane dobi, posebice u razdoblju od treće do šeste godine života. Prema Wiebe, Sheffield i Espy (2012), inhibicijska kontrola pokreta očiju moguća je već u dobi od 4 mjeseca, a inhibicijska kontrola dohvaćanja javlja se u prvoj godini. Tek u četvrtoj godini, paralelno s razvojem jezika i boljim predstavljanjem apstraktnih pravila, djeca mogu izvršavati zadatke sličnije onima koji se koriste za procjenu inhibicije odgovora kod odraslih. Tijekom predškolskog razdoblja, djeca pokazuju poboljšanja u sposobnosti potiskivanja motoričkog odgovora (Wiebe i sur., 2012). Inhibicija odgovora se nastavlja razvijati i sazrijeva sve do rane dobi (Rahman i sur., 2017).

U mozgu, unutar čeonog režnja, prednje cingularno, dorzolateralno, ventrolateralno, inferiorno frontalno i prednje medijalno područje čine neuronsku mrežu koja leži u osnovi inhibicije odgovora (Rahman i sur., 2017). U slučaju da navedene regije nisu dovoljno razvijene i zrele djeca mogu imati poteškoće u kontroli odgovora.

Logan i Cowan (1984) navode teoriju inhibicije u metafori „utrke konja“, odnosno utrke između „kreni“ procesa, koji pokreće odgovor i „stani“ procesa koji odgovor inhibira. Ukoliko

je inhibicija uspješna, „stani“ proces će završiti na vrijeme kako bi prekinuo tekući proces kretanja. Neuspješna inhibicija predstavlja nezaustavljeni ili prespori „stani“ proces. Dakle, za određivanje uspješnosti inhibicije, važno je u obzir uzeti vrijeme i brzinu. Povećanje brzine procesa „kreni“ zahtijeva odgovarajuće povećanje brzine procesa „stani“ te bi stoga trebalo povećati inhibicijsko opterećenje. Međutim, iako se brže pokretanje odgovora može izravno promatrati u vremenu reakcije, brža inhibicija ne može se izravno promatrati (Rahman i sur., 2017). Navedenu ograničenost moguće je promatrati kroz metodu ERP (engl. *event-related potentials*), budući da je aktivnost mozga kontinuirana i može se mjeriti u odsutnosti promatranog ponašanja.

## **2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA**

U ovome je istraživanju glavni cilj bio utvrditi postoji li povezanost unimanualne i bimanualne koordinacije te kontrole motoričkih odgovora kod djece predškolske dobi. Specifični cilj ovoga rada bio je utvrditi postoje li razlike u unimanualnoj i bimanualnoj koordinaciji te kontroli motoričkih odgovora s obzirom na spol djece.

Nulta hipoteza pretpostavlja da ne postoji statistički značajna povezanost između unimanualne i bimanualne koordinacije te kontrole motoričkih odgovora.



### 3. METODE RADA

#### 3.1. Uzorak ispitanika

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 178 djece u dobi od 5 do 7 godina. Među njima je 87 (41,9%) dječaka i 91 (51,1%) djevojčica.

#### 3.2. Uzorak varijabli

U istraživanju su korišteni testovi iz *MOT 4-6: Motoriktest für 4- bis 6-jährige Kinder: Manual*, (Zimmer, Volkamer, 1987), *Movement Assessment Battery for Children 2* (Henderson, Sugden, Barnett, 2007) i Slaganje piramida od čaša (eng. *cup stacking*) preuzet od *World Sport Stacking Association* (2017). Navedenim testovima nastojala se istražiti fina motorika, točnije unimanualna i bimanualna koordinacija djece u dobi od 5 do 7 godina. U istraživanju se mjerila i brzina reakcije pomoću mobilne aplikacije *Reaction Speed*. Što se tiče provjere inhibicije, odnosno kontrole motoričkih odgovora, korištena je digitalna aplikacija *Go/no go*, koja je preuzeta sa stranice *The Early Years Toolbox (EYT)*.

#### Testovi za provjeru unimanualne i bimanualne koordinacije

##### *Točkanje*

Test *Točkanje* (njem. *Punktieren*) preuzet je iz *MOT 4-6: Motoriktest für 4- bis 6-jährige Kinder: Manual*. (Zimmer, Volkamer, 1987). Materijali potrebni za test su olovka, list papira (A4) i štoperica. Test se izvodi iz sjedećeg položaja te ga najprije demonstrator opisuje i demonstrira. List papira se nalazi ispred djeteta te se olovkom nastoji napraviti što više točkica na papiru, unutar 10 sekundi. Dijete može točkice raditi na bilo kojem dijelu papira. Prilikom demonstracije, važno je djetetu skrenuti pozornost na položaj lakta prilikom izvođenja testa. Lakat treba biti oslonjen na stol kako se pokret ne bi izvodio cijelom rukom, što bi moglo utjecati na brzinu pokreta. U slučaju da dijete ipak ne drži lakat na stolu, test se svejedno uzima u obzir. Mjerenje započinje na znak uključivanja štoperice te završava nakon 10 sekundi uz znak „*Stop*“. Točkice napravljene nakon isteka vremena ne uzimaju se u obzir. Test se izvodi tri puta te se najbolji rezultat uzima u obzir. Rezultat je izražen cijelim brojem, a dobiva se prebrojavanjem točkica.

### ***Uhvati štap***

Test *Uhvati štap* je preuzet iz *MOT 4-6: Motoriktest für 4- bis 6-jährige Kinder: Manual*. (Zimmer, Volkamer, 1987). Materijali potrebni za izvedbu testa su drveni štap i štoperica. Štap je duljine 80 cm te je podijeljen na četiri zone duljine 20 cm. Demonstrator opisuje i demonstrira test prije samog izvođenja. Dijete stoji te pruži ruku koja mu je dominantna. Ispitivač stoji ispred djeteta i drži štap na način da donji kraj štapa bude između palca i kažiprsta otvorene šake, dok razmak između štapa i ruke mora biti 1 cm. Tijekom demonstracije, ispitivač napominje da će pustiti štap, ali da dijete neće dobiti znak za to. Dijete treba uhvatiti štap što brže te samo onom rukom koja je ispužena. Prilikom izvođenja testa važno je uzeti u obzir visinu djeteta. Ako je dijete nisko, štap može udariti o pod prije nego ga dijete uhvati. Stoga je važno provjeriti dotiče li štap pod kada ga dijete drži u gornjoj, četvrtoj zoni. U slučaju da dotiče, dijete tijekom izvođenja testa treba stajati na povišenoj površini, primjerice klupi, kutiji ili slično. Test se izvodi tri puta te se najbolji rezultat uzima u obzir. Rezultati se očitavaju na štapu (iznad šake) te su izraženi u centimetrima.

### ***Slaganje piramida od čaša***

*Slaganje priamida od čaša* je zapravo sportska disciplina koju zastupa *World Sport Stacking Association* (WSSA). Test je modificiran kako bi bio primjereniji dobi djece koja se ispituju. Materijali koji su potrebni za izvođenje su tvrde plastične čaše (12 kom) i štoperica. Test najprije ispitivač opisuje i demonstrira. Test se izvodi u sjedećem položaju s rukama na stolu. Na stolu se nalazi dvanaest čaša, stavljenih jedna u drugu. Zadatak je da se od čaša naprave dvije jednake piramide od po šest čaša te se zatim čaše vrate u prvobitni položaj. Mjerenje započinje na određeni znak, a završava kada su čaše u prvobitnom položaju. Test se izvodi tri puta te se najbolji rezultat (izražen u sekundama) uzima u obzir.

### ***Skupljanje šibica***

Test je preuzet iz *MOT 4-6: Motoriktest für 4 bis 6-jährige Kinder: Manual*. (Zimmer, Volkamer, 1987). Za izvođenje testa potrebna je kutija šibica koja sadrži 40 šibica. Prije izvođenja testa važno je pravilno opisati i demonstrirati test. Test se izvodi u sjedećem položaju s rukama na stolu. Ispred djeteta se nalazi kutijica koja je s donje strane pričvršćena za stol kako se ne bi mogla pomicati. S lijeve i desne strane, u razmaku od 15 cm, nalazi se po 20

šibica. Kako se udaljenost između kutijice i postavljenih šibica ne bi svaki put ispočetka trebala mjeriti, važno ju je označiti primjerice ljepljivom trakom. Test se izvodi tako da dijete s obje ruke istovremeno (palcem i kažiprstom) hvata po jednu šibicu i stavlja je u kutijicu. Mjerenje testa započinje dogovorenim znakom, a završava kada dijete stavi posljednju šibicu u kutijicu. Test se izvodi tri puta, a rezultati se izražavaju u sekundama. Od dobivena tri rezultata, u obzir se uzima onaj najbolji.

### ***Skupljanje kovanica***

*Skupljanje kovanica* je test preuzet iz *Movement Assessment Battery for Children 2* (Henderson, Sugden i Barnett, 2007). Materijal koji se koristi prilikom izvođenja testa su plastične kovanice (12 kom), plastična kutijica napravljena po principu kasice za štednju (mali otvor na poklopcu) i štoperica. Ispitivač najprije opisuje i demonstrira izvođenje testa. Test se izvodi u sjedećem položaju s rukama položenim na stolu. Kovanice su posložene ispred dominantne ruke djeteta, u dva reda (u svakom po šest kovanica), a kutijica je postavljena na udaljenosti od 2,5 cm od kovanica, u smjeru prema drugoj ruci. Dijete stavlja ruku na kutijicu, a dominantnu ruku na stol ispred kovanica. Zadatak je da dijete dominantnom rukom uzima po jednu kovanicu i stavlja ju u kutiju što je brže moguće. Mjerenje započinje prilikom podizanja ruke sa stola, a završava kada se posljednja kovanica stavi u kutiju. Test se mjeri tri puta (u sekundama), a najbolji rezultat se uzima u obzir.

### **Test brzine reakcije**

Za mjerenje brzine reakcije, koristila se digitalna aplikacija *Reaction Speed*. Test se izvodio na mobilnom uređaju. Kada je ekran mobilnog uređaja crvene boje, dijete ga ne smije dotaknuti već treba pričekati da se na ekranu pojavi zelena boja. Kada ekran postane zelene boje, tada ga dijete treba što brže dotaknuti. U slučaju da se ekran dodirne prije nego se pojavi zeleno, pokušaj se ne računa. Rezultati se izražavaju u milisekundama te se od tri rezultata uzima najbolji.

## Test za provjeru kontrole motoričkih odgovora

### *Go/no go*

Test *Go/no go* je test napravljen u obliku digitalne aplikacije koja je preuzeta sa stranice *The Early Years Toolbox (EYT)*. Stranica sadrži niz testova koji su podijeljeni u 7 kategorija – samoregulacija, socioemocionalni razvoj, jezik i komunikacija, računanje i matematički pojmovi, tjelesni razvoj i zdravlje, dijete kao aktivni učenik i izvršne funkcije. U trenutnoj studiji, rezultati njihovih testova pokazali su vrlo dobru pouzdanost (Howard, Melhuish, 2017). Aplikacija *Go/no go* je napravljena isključivo za iPod tablet računala. Test se izvodi u sjedećem položaju te je tablet ispred djeteta. Test je osmišljen tako da dijete treba dodirnuti zaslon prilikom prolaska ribe (*go* podražaj) i suzdržati se od dodira kada prolazi morski pas (*no go* podražaj). Prije mjerenja, aplikacija omogućava vježbanje na način da najprije prolaze samo ribe, zatim samo morski psi i na kraju pomiješano. Nakon vježbe slijedi mjerenje. Test je koncipiran u tri bloka te u svakom bloku prolazi po 20 (80%) riba i 5 (20%) morskih pasa. Nakon tri bloka, dobiva se povratna informacija o točnosti svakog odgovora te konačni rezultat kontrole odgovora, dobiven umnoškom točnosti *go* i *no go* odgovora.

### 3.3. Način provođenja mjerenja

Testovi su se provodili u 14 dječjih vrtića iz područja Krapinsko-zagorske, Koprivničko-križevačke, Međimurske te Varaždinske županije u prosincu 2023. i siječnju 2024. godine.

### 3.4. Etička razmatranja

Prije samog istraživanja, ravnatelji dječjih vrtića pozvani su na suradnju i sudjelovanje u istraživanju putem pisane uputnice (*Prilog 1*). Nakon pristanka ravnatelja, roditeljima je uručena pisana suglasnost prema *Etičkom kodeksu istraživanja s djecom* (2003), u kojoj su upoznati s načinima, ciljevima i svrhom istraživanja (*Prilog 2*). U istraživanju su sudjelovala samo ona djeca čiji su roditelji potpisali suglasnost i time odobrili provođenje istraživanja. Tim se postupkom uvažavaju roditeljski stavovi, kao i integritet djece, a djetetu je osigurana anonimnost te mu je dozvoljeno odustajanje u bilo kojem trenutku bez navođenja razloga. Istraživanje je provedeno u skladu s *Helsinškom deklaracijom*, posebice prema točkama 19, 20 i 21.

### 3.5. Metode obrade podataka

Rezultati testova najprije su upisani u excel tablice, a zatim analizirani u programu *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)*. Nakon prve analize rezultata, uočeno je 16 ispitanika s ekstremnim vrijednostima (eng. *outlier*) koji su isključeni iz daljnje analize. *Outlieri* su ekstremne vrijednosti koje se znatno razlikuju od drugih vrijednosti te mogu iskriviti stvarne rezultate i uzrokovati probleme u statističkim analizama. U ovom istraživanju ekstremnim vrijednostima su se smatrali rezultati koji su bili 3 ili više SD udaljeni od prosjeka. Nakon isključenja outliera, izračunati su pokazatelji distribucije. Nakon izračunavanja osnovnih statističkih parametara, t-testom su provjerene razlike prema spolu. Na kraju, izračunata je korelacija između testova unimanualne i bimanualne koordinacije te varijabli testa kontrole motoričkih odgovora.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Osnovni statistički pokazatelji

Tablica 1. Osnovni statistički pokazatelji

<i>Testovi</i>	<i>(n = 178)</i>				
	<i>M (SD)</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>t (df)</i>	<i>p</i>
<i>Točkanje</i>	45.78 (8.87)	17	67	1.90 (176)	.06
<i>Uhvati štap</i>	34.04 (10.14)	5	60	-1.65 (176)	.10
<i>Slaganje piramida od čaša</i>	28.37 (8.22)	7.36	52.25	-2.03 (176)	<b>.04</b>
<i>Skupljanje šibica</i>	45.42 (10.92)	20.03	85.02	.67 (176)	.50
<i>Skupljanje kovanica</i>	17.68 (3.86)	8.91	26.34	-.70 (176)	.49
<i>Brzina reakcije</i>	.47 (.13)	.16	1.03	-1.70 (176)	.09
<i>Rezultat impulzivnosti</i>	.69 (.21)	0	1	-1.89 (176)	.06
<i>Točnost go odgovora</i>	.99 (.66)	0	1	-.90 (176)	.37
<i>Točnost no go odgovora</i>	.73 (.21)	0	1	-2.30 (176)	<b>.02</b>

*Legenda.* *n* = broj ispitanika. *M* = aritmetička sredina. *SD* = standardna devijacija. *MIN* = minimalna vrijednost. *MAX* = maksimalna vrijednost. *t* = t-test vrijednost. *df* = stupanj slobode. *p* = statistička značajnost

U tablici 1. prikazani su osnovni statistički pokazatelji i t-test. Pronađene su značajnosti u varijabli *Slaganje piramida od čaša*;  $t(df) = -2.03(176)$ ,  $p = .04$ , i u varijabli *Točnost no go odgovora*;  $t(df) = -2.30(176)$ ,  $p = .02$ . Za varijablu *Točnost no go odgovora* je značajan i *Levenov test jednakosti varijanci*;  $p = .02$ . Vezano uz varijablu *Slaganje piramida od čaša*, veličina učinka, mjerena Cohenovim mjerama, iznosi  $d = 0.30$ , što ukazuje na mali učinak.

Veličina učinka varijable *Točnost no go odgovora* iznosi  $d = 0.29$ , što je također mali učinak. Pronalaze se i testovi koji su bili na rubu statističke značajnosti, i to *Točkanje*;  $t(df) = 1.90(176)$ ,  $p = .06$  i *Rezultat impulzivnosti*;  $t(df) = -1.89(176)$ ,  $p = .06$ . Za varijablu *Rezultat impulzivnosti* značajan je i *Levenov test jednakosti varijanci*;  $p = .03$ .

### 3.2. Povezanost testova unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora

**Tablica 2.** Povezanost testova unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora

Testovi ( $n = 178$ )	Točkanje	Uhvati štap	Slaganje piramida od čaša	Skupljanje šibica	Skupljanje kovanica	Brzina reakcije	Rezultat impulzivnosti	Točnost go odgovora
<i>Uhvati štap</i>	.01	-						
<i>Slaganje piramida od čaša</i>	.03	<b>.29**</b>	-					
<i>Skupljanje šibica</i>	-.03	<b>.17*</b>	<b>.23**</b>	-				
<i>Skupljanje kovanica</i>	-.09	.00	<b>.24**</b>	.09	-			
<i>Brzina reakcije</i>	-.14	<b>.16*</b>	<b>.21**</b>	.05	.08	-		
<i>Rezultat impulzivnosti</i>	-.04	-.06	-.07	<b>-.20**</b>	.04	.03	-	
<i>Točnost go odgovora</i>	.01	.03	-.05	-.04	<b>-.15*</b>	.01	-.08	-
<i>Točnost no go odgovora</i>	-.05	-.05	-.04	<b>-.17*</b>	.07	.06	<b>.97**</b>	-.08

\*\* $p < 0,01$ , \* $p < 0,05$

Između varijable *Skupljanje šibica* te varijable *Rezultat impulzivnosti*, utvrđena je statistički značajna ( $p < 0.01$ ) mala negativna povezanost ( $r = -.20$ ). Varijabla *Skupljanje šibica*, također je statistički značajno ( $p < 0.05$ ) negativno povezana s varijablom *Točnost no go odgovora* ( $r$

= -.17). Statistički značajna ( $p < 0.01$ ) mala negativna povezanost utvrđena je i među varijablama *Skupljanje kovanica* i *Točnost go odgovora* ( $r = -.15$ ).

Utvrđene su interkorelacije unutar testova unimanualne i bimanualne koordinacije. Varijabla *Uhvati štap* je pozitivno povezana ( $p < 0.01$ ) s varijablom *Slaganje piramida od čaša* ( $r = .29$ ). Nadalje, navedena varijabla je statistički značajno ( $p < 0.05$ ) pozitivno povezana s varijablama *Skupljanje šibica* ( $r = .17$ ) i *Brzina reakcije* ( $r = .16$ ). Izračunavanjem interkorelacija, utvrđena je statistički značajna ( $p < 0.01$ ) pozitivna povezanost između varijable *Slaganje piramida od čaša* te varijabli *Skupljanje šibica* ( $r = .23$ ), *Skupljanje kovanica* ( $r = .24$ ) i *Brzina reakcije* ( $r = .21$ ).

Unutar čestica vezanih uz test kontrole motoričkih odgovora, utvrđena je statistički značajna ( $p < 0.01$ ) visoka pozitivna povezanost između varijabli *Rezultat impulzivnosti* i *Točnost no go odgovora* ( $r = .97$ )



#### 4. RASPRAVA

U ovom istraživanju, osnovni cilj bio je utvrditi postoji li povezanost između unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora. Povezanost između navedenih sposobnosti mogla bi postojati zbog motoričke komponente koju sadrže obje sposobnosti. Isto tako, budući da je za pravilno izvođenje unimanualnih i bimanualnih pokreta potrebna dobro razvijena okulomotorna koordinacija, preciznost, ali i pozornost, koje vežemo uz kognitivni razvoj, odnosno izvršne funkcije, moguća je povezanost navedenoga s kontrolom motoričkih odgovora. Prema dobivenim rezultatima, nulta se hipoteza djelomično odbacuje. Iz rezultata je moguće zaključiti da je varijabla *Skupljanje šibica*, koja predstavlja bimanualnu koordinaciju, negativno povezana s varijablom *Rezultat impulzivnosti* te varijablom *Točnost no go odgovora*, koje se odnose na kontrolu motoričkih odgovora. Za izvođenje testa *Skupljanje šibica* nužna je dobro razvijena bimanualna koordinacija, odnosno istovremeno korištenje obje ruke. Test *Go/no go* iziskuje od djeteta dobro razvijenu brzinu reakcije i pozornost, ali uz to i motoričku reakciju. Iz rezultata je vidljivo da djeca s dobro razvijenom bimanualnom koordinacijom još nemaju dobro razvijenu kontrolu motoričkih odgovora, odnosno da teže inhibiraju podražaje. Također, utvrđena je statistički značajna negativna povezanost između varijabli *Skupljanje kovanica* i *Točnost go odgovora*. Prema tome, djeca koja imaju dobro razvijenu bimanualnu koordinaciju, slabije su reagirala na podražaje, odnosno ostvarila su slabiji rezultat u varijabli *Točnost go odgovora*. Iz navedenih korelacija, moguće je zaključiti da se motorička komponenta razvija prije nego kognitivna. Livesey, Keen, Rouse i White (2006) istraživali su povezanost između izvršnih funkcija i motoričke izvebe kod djece u dobi od 5 do 6 godina. Odnos između motoričke izvebe i izvedbe zadatka sa signalom zaustavljanja (inhibicija) nije bio statistički značajan. Nadalje, povezanost između motoričkih zadataka i izvršnih funkcija, istraživali su Claxton, Strasser, Leung, Carlson (2012). Koristili su testove iz baterije *MABC-2*, a jedan od njih bio je *Skupljanje kovanica*. Zaključili su da je uspješnost motoričkog zadatka ubacivanja novčića u kutiju povezana s mjerom sposobnosti zamjene zadataka (eng. *set-shifting*) što se odnosi na izvršne funkcije. Povezanost izvedbe motoričkih vještina i izvršnih funkcija pronađena je u istraživanju koje su proveli Stöckel i Hughes (2016) na djeci od 5 do 6 godina. U toj je studiji inhibicija bila značajan prediktor manualnih vještina, odnosno spretnosti ruku. U istraživanju koje su proveli Cameron, Brock, Murrah i sur. (2012), također je pronađena korelacija između izvršnih funkcija i motoričkih vještina. Posebno su naglasili

značajnu pozitivnu korelaciju između motoričkih vještina i uspješnosti u inhibicijskoj kontroli kod djece u dobi od 3 do 4 godine.

Interkorelacijama unutar testova unimanualne i bimanualne koordinacije utvrđeno je da je varijabla *Uhvati štap* značajno pozitivno povezana s varijablama *Slaganje piramida od čaša*, *Skupljanje šibica* te varijablom *Brzina reakcije*. Testovima *Uhvati štap* i *Brzina reakcije* zapravo je nužno vrijeme reagiranja stoga se može zaključiti da su dobiveni rezultati realni i očekivani. Prilikom izvođenja testa *Uhvati štap* dijete mora biti jako fokusirano i pratiti kada će se štap pokrenuti, a isto tako i u testu *Slaganje piramida od čaša* potrebno je biti vrlo pažljiv i precizan. Statistički značajna pozitivna povezanost utvrđena je i između varijable *Slaganje piramida od čaša* te varijabli *Skupljanje šibica*, *Skupljanje kovanica* i *Brzina reakcije*. Testovi *Slaganje piramida od čaša*, *Skupljanje šibica* te *Skupljanje kovanica* iziskuju od djeteta dobro razvijenu bimanualnu koordinaciju te prema dobivenim rezultatima možemo zaključiti da su djeca s dobrom bimanualnom koordinacijom bila uspješna u sva tri testa. Također, iz navedenoga je moguće zaključiti da djeca s dobrom pozornošću i preciznošću, koja je potrebna za izvođenje testa *Slaganje piramida od čaša*, brže reagiraju. Prema rezultatima, može se zaključiti da djeca u dobi od 5 do 7 godina imaju već dobro razvijene manipulativne vještine.

Test kontrole motoričkih odgovora sastoji se od tri čestice. To su *Rezultat impulzivnosti*, *Točnost go odgovora* te *Točnost no go odgovora*. Međusobno su povezani tako što je varijabla *Rezultat impulzivnosti* zapravo umnožak varijable *Točnost go odgovora* te varijable *Točnost no go odgovora*. Unutar njih, utvrđena je statistički visoka značajna povezanost između varijable *Rezultat impulzivnosti* i varijabe *Točnost no go odgovora*. Iz toga je vidljivo da bolju kontrolu motoričkih odgovora imaju djeca koja su uspjela inhibirati podražaj te time ostvarili više točnih *no go odgovora*.

T-testom je utvrđeno da se u testu *Slaganje piramida od čaša* pojavljuju statistički značajne razlike u korist dječaka, dok se ostale varijable vezane uz manipulativne vještine značajno ne razlikuju. U istraživanju koje su proveli Pehoski, Hendersom i Tickle-Degnen (1997) na djeci u dobi od 1 do 3 i od 6 do 11 godina, također je utvrđeno da ne postoje razlike u izvođenju manipulativnih vještina između dječaka i djevojčica. Rumbak (2017) je nastojala ispitati postoje li razlike u vještini kontrole objekata između učenika i učenica trećeg i četvrog razreda osnovne škole (8-10 godina). Navedeno istraživanje također je pokazalo da ne postoji statistički značajna razlika po spolu.

U varijabli *Točnost no go odgovora*, djevojčice su ostvarile statistički značajnije rezultate. Wiebe, Sheffield i Espy (2012) proveli su istraživanje pomoću aplikacije *Go/no go* na uzorku od 376 djece između 3,0 i 5,25 godina. Dječaci su brže reagirali i bili su uspješniji u točnosti *go* odgovora. Djevojčice su bile uspješnije u točnosti *no go* odgovora, kao što je dokazano i ovim istraživanjem. U istraživanju koji su proveli Livesey i Morgan (1991) testirana su djeca u dobi od 4 i 5 godina. Četverogodišnjaci su dali znatno više odgovora u prisutnosti *no go* odgovora nego petogodišnjaci koji su obično uskratili takve odgovore u svim negativnim ispitivanjima.

## 5. ZAKLJUČAK

Unimanualna i bimanualna koordinacija, vještine su bez kojih se ne mogu izvršavati osnovne akcije u životu. Kako bi se navedene motoričke vještine mogle uspješno izvršavati važno je dobro funkcioniranje izvršnih funkcija. Dječje izvršne funkcije i motoričke vještine temeljne su vještine koje djeci omogućuju uspješno snalaženje i adaptaciju u neposrednoj okolini.

Ovo istraživanje moglo bi se koristiti kao polazište za razvoj novih testova, ali i za daljnja istraživanja vezanih uz unimanualnu i bimanualnu koordinaciju. Rezultati dobiveni iz aplikacije *Go/no go*, također bi mogli poslužiti u daljnjim istraživanjima inhibicije, ali i drugih izvršnih funkcija koje istražuju aplikacije *Early years toolbox*-a. Isto tako, budući da se motoričke i kognitivne vještine češće istražuju zasebno, ovim bi se istraživanjem moglo potaknuti razmišljanje o njihovoj povezanosti te time potaknuti na nova istraživanja istoga.

Promatrajući današnje odrastanje djeteta, s primarnim naglaskom na digitalizaciju i karakteristike modernog društva, svakodnevnim korištenjem digitalnih uređaja, dijete usvaja automatizirane motoričke pokrete. Iako je aplikacija *Go/no go* namijenjena istraživanju kontrole motoričkih odgovora, zbog velike integracije digitalnih uređaja u svakodnevni život djece, možda ne prikazuje realnu sliku inhibicije već daje rezultat stupnja automatiziranih pokreta. Uzimajući u obzir navedeno, istraživanje s ciljanim proučavanjem inhibicije kod djece, rezultiralo bi realnijim rezultatima ukoliko bi se koristili testovi provjere inhibicije koji se manifestiraju kroz svakodnevne životne aktivnosti i igre koje zahtijevaju kontrolu motoričkih odgovora. Primjerice, kroz igru *Dan-noć* ili *Simon kaže*.

Potencijalnu limitaciju ovog istraživanja predstavlja nesrazmjer djece prema dobi. U istraživanju su sudjelovala djeca u dobi od 5 do 7 godina čime se smanjuje generalizacija rezultata istraživanja na ostale dobne skupine.

## 6. LITERATURA

1. Baddeley, A. (1992). *Working memory*. Science, 255(5044), 556-559.
2. Bobbio, T., Gabbard, C., Caçola, P. (2009): Interlimb Coordination: An Important Facet of Gross-Motor Ability, *Early Childhood Research and Practice*, 11(2).
3. Brack, J. C. (2009). *Učenjem do pokreta, kretanjem do spoznaje!*. Buševac: Ostvarenje.
4. Burton, A.W., Miller, D.E. (1998) *Movement Skill Assessment*. USA: Human Kinetics.
5. Cameron, C.E., Brock, L.L., Murrah, W.H., Bell, L.H., Worzalla, S.L., Grissmer, D., Morrison, F.J. (2012). Fine Motor Skills and Executive Function Both Contribute to Kindergarten Achievement. *Child Development*, 83 (4), 1229-1244.
6. Case-Smith, J. (2013). Fine Motor Development. U: Volkmar, F.R. (eds) *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders*. (str. 1290-1296). New York: Springer
7. Cherry, C., Godwin, D., Staples, J. (1989). *Is the left brain always right?: A guide to Whole Child Development*. Belmont, Calif: D.S. Lake Publishers.
8. Claxton, L.J., Strasser, J., Leung, E., Carlson, S. M. (2012). Individual differences in the development of executive functioning and motor control in preschool-aged children. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34, 156-157.
9. Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71(1):44-56.
10. Dowsett, S. M., Livesey, D. J. (2000). The Development of Inhibitory Control in Preschool Children: Effects of “Executive Skills” Training. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 36, 161-174.
11. *Early Years Toolbox*. <http://www.eytoolbox.com.au/about> (12.3.2024.)
12. *Etički kodeks istraživanja s djecom* (2003). *Napredak*, 144(4), 529-537.
13. Friedman, N.P., Miyake, A. (2017) Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186-204.
14. Gallahue, D. L., Donnelly, F. C. (2003). *Developmental Physical Education for All Children* (4th ed). Champaign: Human Kinetics.
15. Haywood, K. M., Getchell, N. (2001). *Life Span Motor Development* (3rd ed.). University of Missouri-St.Louis: Human Kinetics.

16. Henderson, S. E., Sugden, D. A., Barnett, A. L. (2007). *Movement Assessment Battery for Children-2* (2nd ed.). The Psychological Corporation.
17. Howard, S. J., Melhuish, E. (2017). *An early years toolbox for assessing early executive function, language, self-regulation, and social development: Validity, reliability, and preliminary norms*. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(3), 255-275.
18. Kosinac, Z. (2011). *Morfološko-motorički i funkcionalni razvoj djece uzrasne dobi od 5. do 11. godine*. Split: Savez školskih športskih društava grada Splita.
19. Livesey, D., Keen, J., Rouse, J., White, F. (2006). The relationship between measures of executive function, motor performance and externalising behaviour in 5- and 6-year-old children. *Human Movement Science*, 25(1), 50-64.
20. Livesey, D. J., Morgan, G. A. (1991). The development of response inhibition in 4- and 5-year-old children. *Australian Journal of Psychology*, 43(3), 133–137.
21. Logan, G. D., Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295–327.
22. Lovell, B. (2010). Low balance and poor bilateral skills in young children affect gross and fine motor development. Neuro-sensory motor activities target these skills and enhance overall development. U: Pearson, P. J., Webb, I. P. *Incorporating TGFU into a Bachelor of Physical and Health Education degree at an Australian university*. (str. 145.-158.). Wollongong: University of Wollongong Australia, Faculty of Social Sciences.
23. Magalhaes, L. C., Koomar, J. A., Cermak, S. A. (1989). Bilateral motor coordination in 5-to 9-year-old children: a pilot study. *The American Journal of Occupational Therapy*, 43(7), 437-443.
24. Malina, M. R. (2004). Motor development during infancy and early childhood: overview and suggested directions for research. *Journal of Sport and Health Science*, 2, 50-66.
25. McClelland, M. M., Acock, A. C., Piccinin, A., Rhea, S. A., Stallings, M. C. (2013). Relations between preschool attention span-persistence and age 25 educational outcomes. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(2), 314-324.
26. McClelland, M. M., Cameron, C. E. (2019). Developing together: The role of executive function and motor skills in children's early academic lives. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 142-151

27. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga – kineziologija sporta*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
28. Miyake, A., Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14.
29. Pahlevanian, A. A., Ahmadizadeh, Z. (2014). Relationship Between Gender and Motor Skills in Preschoolers. *Middle East J Rehabil Health Studies*, 1(1)
30. Pehoski, C., Henderson, A., Tickle-Degnen, L. (1997). In-hand manipulation in young children: Rotation of an object in the fingers. *American Journal of Occupational Therapy*, 51, 544-552.
31. Pejčić, A., Trajkovski, B. (2018). *Što i kako vježbati s djecom u vrtiću i školi*. Sveučilište u Rijeci: Učiteljski fakultet u Rijeci.
32. Rahman, A. A., Carroll, D. J., Espy, K. A., Wiebe, S. A. (2017). Neural Correlates of Response Inhibition in Early Childhood: Evidence From a Go/No-go Task. *Developmental neuropsychology*, 42(5), 336-350.
33. Rouvali, A., Riga, V. (2021) The Relationship Between Motor Skills and Executive Functions in Children 1–15 Years Old With and Without Special Educational Needs and/or Disabilities. *Inquiries in Sport & Physical Education*, 19 (1), 17-29.
34. Rumbak, P. (2017). *Razlike u vještini kontrole objekata između učenika i učenica mlađe školske dobi*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet.
35. Saparahayuningsih S., Badeni, B. (2019) Improving Children's Fine Motor Skills through Pencil Skills. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 295, 119-122.
36. Sekulić, D. (2015). *Analiza stanja i transformacijski postupci u kineziologiji*. Split: Kineziološki fakultet Split.
37. Starc, B., Čudina-Obradović, M., Pleša, A., Profaca, B., Letica, M. (2004). *Osobine i psihološki uvjeti razvoja djeteta predškolske dobi*. Zagreb: Golden marketing-Tehnička knjiga.
38. Stöckel, T., Hughes, C.M., (2016). The relation between measures of cognitive and motor functioning in 5- to 6-year-old children. *Psychological Research*, 80(4), 543-554.
39. Šimleša, S., Capanec, M. (2008). Razvoj izvršnih funkcija i njihovih neuroloških korelata. *Suvremena psihologija* 11, 1, 55-72

40. Šutalo, M. (2021). *Fina motorička znanja kod predškolske djece*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet.
41. Van der Fels, I.M.M., Te Wierike, S.C.M., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., Visscher, C. (2015) The relationship between motor skills and cognitive skills in 4-16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 18(6), 367-372
42. Vasta, R., Haith, M.M., Miller, S.A. (1997). *Dječja psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap
43. Wiebe, S. A., Sheffield, T. D., Espy, K. A. (2012). Separating the fish from the sharks: A longitudinal study of preschool response inhibition. *Child Development*, 83, 1245-1261.
44. Willoughby, M. T., Piper, B., Kwayumba, D., McCune, M. (2018). Measuring executive function skills in young children in Kenya. *Child Neuropsychology*, 25(1), 1-20.
45. *World Sport Stacking Association* (2017). <https://www.thewssa.com/> (14.4.2024.)
46. Zadro, P., Šimleša, S., Olujić, M., Kuvač Kraljević, J. (2016). Promjene kognitivnih funkcija u odrasloj dobi. *Logopedija*, 6(2), 53-61
47. Zimmer, R., Volkamer, M. (1987). *Motoriktest für 4- bis 6- jährige Kinder (MOT 4-6)*. Beltztest: Weinheim.
48. Zmajlović, M. (2018). *Razvoj koordinacije prirodnim oblicima kretanja kod djece mlađe školske dobi*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet.



# PRILOZI

## Prilog 1. Uputnica za istraživanje u svrhu završnog rada

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UČITELJSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA ODGOJITELJSKI STUDIJ

Zagreb, 23.11.2023.

Dječji vrtić KLINČEC

Grad/općina/mjesto DONJA DUBRAVA

### U P U T N I C A za istraživanje u svrhu završnog i/ili diplomskog rada

Student: NIKA FABIĆ, 013110841

(ime i prezime, matični broj studenta)

**Smjer studija: preddiplomski i/ili diplomski odgojiteljski studij: Rani i predškolski odgoj i obrazovanje**

Odsjek za odgojiteljski studij Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu moli naslovljeni dječji vrtić da primi našeg studenta/studenticu za provedbu istraživanja na prigodnom uzorku djece za potrebe završnog/diplomskog rada.

Student će pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ivan Šerbetara provesti istraživanje za potrebe završnog/diplomskog rada naslovljenog:

**Povezanost unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora**

Student je obvezan pridržavati se kućnog reda dječjeg vrtića i ostvariti dogovorene zadatke. Molimo da ravnatelj odredi kod kojeg će odgojitelja (ili više njih) student provesti istraživanje.

Student se obvezuje da će istraživanje provesti u skladu s **Etičkim kodeksom istraživanja s djecom.**

Zahvaljujemo odgojiteljima, ravnateljima/ici i stručnim suradnicima na suradnji i pomoći u ostvarivanju istraživanja.

Studentska služba

## Prilog 2. Informirani pristanak na sudjelovanje u istraživanju

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

UČITELJSKI FAKULTET – ODSJEK U ČAKOVCU

Ulica Ante Starčevića 55, 40 000, Čakovec

### INFORMIRANI PRISTANAK NA SUDJELOVANJE U ISTRAŽIVANJU

Poštovani roditelji!

U svrhu provođenja studentskog istraživanja za potrebe izrade završnog rada, u Dječjem vrtiću Klinčec provodit će se istraživanje koje će uključivati motorička mjerenja. Testovi su vrlo jednostavni za izvedbu, a sadrže čestice iz domena fine motorike i bimanualne koordinacije poput *premještanja šibica u kutiju, točkanja olovkom po papiru, slaganja čašica u piramidu* i slično. Djeca testove doživljavaju kao igru i zabavnu aktivnost, te u istoj uživaju.

U skladu s Etičkim kodeksom istraživanja s djecom potpuno će se uvažavati integritet djece kao cjelovitih osoba, a time i pojedinačni stavovi i želje djece o uključivanju u testiranje. To znači da dijete sudjeluje dobrovoljno, te da može u bilo kojem trenutku bez obrazloženja odustati. Isto tako, testovima je zagarantirana anonimnost svakog djeteta te će se rezultati testova koristiti isključivo i samo za potrebe izrade završnog rada.

Za sudjelovanje djeteta u istraživanju nužna je roditeljska suglasnost koju roditelj daje svojim potpisom. Bez obzira, dajete li pristanak ili ne, molim Vas da ovaj dokument obavezno vratite u vrtić, a u testiranje i istraživanje bit će uključena samo ona djeca koja su donijela pisani pristanak roditelja.

Zahvaljujem Vam na suradnji!

Potvrđujem da \_\_\_\_\_ (ime i prezime djeteta)  
smije sudjelovati u istraživanju koje će se provoditi u svrhu izrade završnog rada.

Potpis roditelja: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Istraživanje provodi:

Nika Fabić

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Ivan Šerbetar

## IZJAVA O IZVORNOSTI ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da je završni rad pod naslovom *Povezanost unimanualne i bimanualne koordinacije i kontrole motoričkih odgovora* izvorni rezultat mojeg rada pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ivana Šerbetara te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su navedeni.

---

(vlastoručni potpis)

## ZAHVALE

Prije svega, želim se zahvaliti svome mentoru izv. prof. dr. sc. Ivanu Šerbetaru na svakoj pomoći, stručnom savjetu, konstruktivnoj kritici, prijedlogu, ali i na velikoj podršci i motivaciji.

Nadalje, zahvalna sam i svim profesorima Učiteljskog fakulteta na odsjeku u Čakovcu na prenesenom znanju koje ću zasigurno koristiti u daljnjem životu.

Zahvaljujem se i ravnateljima vrtića, odgojiteljima, roditeljima i djeci koji su sudjelovali u istraživanju.

I za kraj, posebna zahvala ide mojim roditeljima, prijateljima i kolegama koji su od samog početka bili velika podrška i vjetar u leđa.