

# Utjecaj neposrednog aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece u dobi od 6 godina

---

**Fajić, Helena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:147:652033>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-20**

*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UČITELJSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA RANI PREDŠKOLSKI ODGOJ I  
OBRAZOVANJE**

**HELENA FAJIĆ  
DIPLOMSKI RAD**

**UTJECAJ NEPOSREDNOG AEROBNOG  
VJEŽBANJA NA PREDČITAČKE VJEŠTINE  
DJECE U DOBI OD 6 GODINA**

**Čakovec, lipanj 2023.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**UČITELJSKI FAKULTET**  
**ODSJEK ZA RANI PREDŠKOLSKI ODGOJ I OBRAZOVANJE**  
**(Čakovec)**

**DIPLOMSKI RAD**

**Ime i prezime pristupnika: Helena Fajić**

**TEMA DIPLOMSKOG RADA: Utjecaj neposrednog aerobnog vježbanja  
na predčitačke vještina djece u dobi od 6 godina**

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

**Čakovec, lipanj 2023.**

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Tjelesna aktivnost, tjelesno vježbanje i aerobno vježbanje .....	1
1.2. Dobrobiti tjelesne aktivnosti – neposrednog aerobnog vježbanja .....	2
1.3. Povezanost tjelesne aktivnosti i mozga.....	3
1.4. Neuroplastičnost.....	6
1.5. Aerobno vježbanje i hipokampalno pamćenje .....	7
1.6. Aerobno vježbanje i izvršne funkcije .....	8
1.7. Izvršne funkcije i jezik .....	9
1.8. Dosadašnja istraživanja utjecaja aerobnih vježbi na razvoj jezika .....	10
1.9. Rana pismenost.....	11
<b>2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA</b> .....	13
<b>3. ISPITANICI I METODE</b> .....	14
3.1. Uzorak ispitanika .....	14
3.2. Uzorak varijabli .....	14
3.3. Test predčitačkih vještina .....	14
3.4. Antropometrijske mjere .....	18
3.5. Način provođenja mjerenja .....	18
3.6. Metode obrade podataka.....	18
3.7. Etička razmatranja .....	18
<b>4. REZULTATI</b> .....	20
4.1. Razlika u testu predčitačkih vještina s obzirom na eksperimentalnu i kontrolnu grupu .....	20
4.2. Razlike u testu predčitačkih vještina prema kriteriju spola.....	21
<b>5. RASPRAVA</b> .....	22
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	25
<b>7. LITERATURA</b> .....	26
<b>PRILOZI I DODATCI</b> .....	30
Prilog 1. Obrazac pristanka roditelja.....	30
Prilog 2. Suglasnost .....	31
Izjava o izvornosti rada .....	32
Kratka biografska bilješka .....	33
Zahvale .....	34

## SAŽETAK

Naslov rada: Utjecaj neposrednog aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece u dobi od 6 godina

Kontinuirana tjelesna aktivnost pruža brojne dobrobiti ljudima. Osim već općepoznate činjenice da tjelesna aktivnost pozitivno utječe na fizičko zdravlje, mnoga istraživanja dokazuju da ono pozitivno utječe na mentalno zdravlje i kognitivno funkcioniranje. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postoje li kod ispitanika uključenih u istraživanje povezanost između aerobnih vježbi i njihovog utjecaja na rezultate jezičnih testova te postoji li razlika u uspješnosti rješavanja jezičnih testova s obzirom na rodne razlike. U istraživanje je bilo uključeno četrdesetak djece u dobi od šest godina. Predčitačke vještine ispitivale su se jezičnim testom koji sadrži pet skupina zadataka (*raspoznavanje rime, glasovna analiza, vizualna percepcija, slogovnu raščlambu, razvrstavanje slika prema vremenskom redoslijedu*). Uvidom u imenik skupina prikupljeni su podatci o dobi i spolu ispitanika. Dobiveni rezultati pokazuju da postoji statistički značajna razlika ( $p = .002$ ) u testu *jezik 2* s obzirom na eksperimentalnu i kontrolnu grupu u korist eksperimentalne grupe. Nadalje, na temelju dobivenih rezultata nije utvrđena statistički značajna razlika u testovima: *jezik 1, jezik 2, jezik 3, jezik 4* prema kriteriju spola.

Ključne riječi: predčitačke vještine, jezični testovi, neposredno aerobno vježbanje, kognitivni razvoj, jezik

## **SUMMARY**

Title: The impact of direct aerobic exercise on the development of pre-reading skills of six-year-olds

Continuous physical activity provides many benefits to people. In addition to the already well-known facts that physical activity has a positive effect on physical health, many studies prove that it has also a positive effect on mental health and cognitive functioning. The aim of this research was to determine whether there is a connection between aerobic exercises and their influence on the results of language tests and whether there is a difference in the success of solving language tests regarding to gender differences. About forty children aged six years were involved in the research. Pre-reading skills were examined with a language test containing five groups of tasks (rhyme recognition, voice analysis, visual perception, syllabic analysis, sorting pictures according to time order). Data on the age and gender of the respondents were collected by inspecting the group's directory. The obtained results show that there is a statistically significant difference ( $p = .002$ ) in the language 2 test in relation to the experimental and control groups in favor of the experimental group. Furthermore, based on the obtained results, no statistically significant difference was found in the tests: language 1, language 2, language 3, language 4 according to the criterion of gender.

Key words: pre-reading skills, language tests, immediate aerobic exercise, cognitive development, language

## 1. UVOD

Tjelesna aktivnost iznimno je važan segment koji doprinosi pravilnom rastu i razvoju djece predškolske dobi, njihovom zdravlju te psihofizičkom razvoju općenito. Redovitom tjelesnom aktivnošću i pravilnim vježbanjem zadovoljava se djetetova osnovna potreba za kretanjem i igrom te mu se od najranije dobi usađuje pozitivan odnos prema istome. Prema recentnim istraživanjima tjelesna aktivnost osim što pridonosi zdravstvenoj dobrobiti djece u pozitivnoj je korelaciji i s kognitivnim funkcioniranjem djece te doprinosi boljim obrazovnim postignućima i akademskom uspjehu.

### *1.1. Tjelesna aktivnost, tjelesno vježbanje i aerobno vježbanje*

Poljaković (2019) navodi kako postoje brojni dokazi da tjelesna aktivnost i vježbanje izravno utječu na raspoloženje, kognitivne funkcije, pa čak i da smanjuju simptome brojnih psihijatrijskih poremećaja.

Oprečno mnogim mišljenjima, tjelesna aktivnost i tjelesno vježbanje dva su različita pojma. Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) tjelesna aktivnost definira se kao svaki pokret tijela koji se izvodi aktivacijom skeletnih mišića, koji zahtijeva potrošnju energije. Razlikujemo četiri skupine tjelesne aktivnosti: tjelesna aktivnost na poslu, tjelesna aktivnost vezana uz transport, tjelesna aktivnost vezana uz održavanje kućanstva i tjelesna aktivnost u slobodno vrijeme.

Tjelesno vježbanje se definira kao svaka tjelesna aktivnost koja je planirana, strukturirana, koja se ponavlja i svrhovita je, s ciljem unapređenja zdravlja ili kondicije. Ono se uglavnom odnosi na tjelesnu aktivnost u slobodno vrijeme, iako se tjelesna aktivnost bilo koje skupine može izvršavati s određenim ciljem, odnosno može se smatrati tjelesnim vježbanjem (Caspersen, Powell, Christenson, 1985).

*American College of Sports Medicine (ACSM)* definira aerobno vježbanje kao bilo koju aktivnost koja koristi velike mišićne skupine, a može se održavati kontinuirano i ritmičke je prirode. Ovom vrstom vježbanja pokreću se mišićne skupine koje se oslanjaju na aerobni metabolizam kako bi izvukle energiju u obliku adenozin trifosfata (ATP) iz aminokiselina, ugljikohidrata i masnih kiselina (Patel i sur. 2017). Kao primjer aerobnih vježbi možemo navesti vožnju bicikla, ples, planinarenje, trčanje / trčanje na duge staze, plivanje i hodanje. Ovim se aktivnostima najbolje pristupa preko aerobnog kapaciteta, koji *ACSM-a* definira kao

rezultat sposobnosti kardiorespiratornog sustava na opskrbu kisikom i sposobnost skeletnih mišića da taj kisik potroši (Patel i sur., 2017). Maksimalni primitak kisika (VO<sub>2</sub>max) tj. najveća količina kisika kojeg tijelo može potrošiti u jednoj minuti tijekom napora, mjerni je kriterij za aerobni kapacitet.

## *1.2. Dobrobiti tjelesne aktivnosti – neposrednog aerobnog vježbanja*

Tjelesna aktivnosti povezuje se sa smanjenjem broja fizičkih (kardiovaskularne bolesti, rak debelog crijeva i dojke te pretilost) i mentalnih (depresija i anksioznost) poremećaj tijekom životnog vijeka odrasle osobe (Hillman, Kramer, Erikson, 2008).

Hillman i sur. (2008) navode da rezultati humanih i animalnih istraživanja pokazuju kako tjelesna aktivnost, posebno aerobni fitness trening ima pozitivan učinak na više aspekata moždane funkcije i kognicije. Meta-analizom utvrđen je pozitivan odnos između tjelesne aktivnosti i kognitivnih učinak kod djece školske dobi (4–18 godina) u osam mjernih kategorija (perceptivne sposobnosti, kvocijent inteligencije, postignuće, verbalni testovi, matematički testovi, pamćenje, razvojna razina / akademska pripravnost i drugo) (Hillman i sur., 2008). Dobiveni rezultati impliciraju da tjelesna aktivnost već od najranije dobi može biti važna za poboljšanje i / ili održavanje kognitivnog zdravlja i funkcioniranja u cijelosti.

Khan i Hillman navode (2014) da konstantna tjelesna aktivnost doprinosi značajnim promjenama u zdravlju, posebice utječe na kardio-respiratorni sustav, povećanje mineralne gustoće kostiju te smanjenje rizika od kroničnih bolesti. Tjelesna aktivnost indirektno se reflektira na poboljšanje kognitivnih i moždanih funkcija te smanjenju rizika od bolesti (Khan i Hillman, 2014, str. 138). Tjelesno vježbanje poboljšava fitnes, što uključuje kardio-respiratornu kondiciju, mišićnu snagu i izdržljivost, sastav tijela i fleksibilnost (Khan i Hillman, 2014). Naime, gore spomenuti autori primijetili su da redovita tjelesna aktivnost i poboljšana aerobna aktivnost mogu poboljšati kognitivne funkcije i razvoj mozga u ranom djetinjstvu.

Brojna istraživanja pokazala su pozitivnu vezu između akademskog uspjeha, tjelesne aktivnosti i bavljenja sportom. Mehanizmi kojima učenici mogu poboljšati akademska postignuća kao rezultat povećane tjelesne aktivnost kroz tjelesni odgoj uključuju povećano uzbuđenje i smanjenu dosadu, što može dovesti do povećanog raspona pažnje i koncentracije. Povećane razine aktivnosti također mogu biti povezane s povećanim samopoštovanjem, za koje se može očekivati da će poboljšati ponašanje u razredu kao i akademski uspjeh (Coe, Pivarnik,



Womack, Reeves, Malina, 2006). Rezultati istraživanja *Trois Rivieres* (Quebec, Kanada) dokazuju da učenici koji su uz standardno tjelesno obrazovanje, pohađali dodatan sat vremena tjelesnog odgoja dnevno, pokazuju bolji akademski uspjeh u usporedbi s kontrolnim subjektima koji su imali samo standardni sat tjelesnog odgoja (Coe i sur., 2006). Rezultati istraživanja koje su proveli Stevens, To, Stevenson i Lochbaum (2008) pokazuju da je tjelesna aktivnost značajno i pozitivno povezana s uspjehom u matematici i čitanju kod dječaka i djevojčica.

### *1.3. Povezanost tjelesne aktivnosti i mozga*

Dok je društvo nekoć smatralo dječji mozak statičnim i nepromjenjivim, danas ga stručnjaci vide kao krajnje dinamičan organ koji se „hrani“ podražajem i iskustvom i uzvraća bujnim grananjem isprepletenih neuronskih „šuma“ (Diamond i Hopson, 2006). Tako otkrivamo kako pomoći našoj djeci dosegnuti njihov najpotpuniji i najzdraviji mentalni rast (Diamond i Hopson, 2006). Tjelesne vježbe doprinose poboljšanju izvršne funkcije, akademskog uspjeha djece te utječu na veću aktivaciju prefrontalnog korteksa. Više razine aerobne kondicije povezane su s većom sposobnosti inhibicijske kontrole. Istraživanja provedene s djecom školske dobi ukazuju na pozitivnu korelaciju između maksimalnog primitka kisika (VO<sub>2</sub>max), kognitivne kontrole, selektivne pažnja i vizualne memorije, koja je bila povezana s povećanim volumenom bazalnih ganglija i aktivacijom prefrontalnog i parijetalnog korteksa (Fernandes i sur., 2016). Hillman i sur. (2008) smatraju da čak jedna sesija aerobnih vježbi može olakšati dječje kognitivne performanse.

Prema Diamond (2000) motorički i kognitivni razvoj međusobno su povezani te pokazuju jednako dugotrajne razvojne rasporede. Kada je kognitivni razvoj poremećen, kao kod neurorazvojnog poremećaja, motorički razvoj često ima negativan učinak. Iako je odavno poznato da strijatum (glavni ulazni dio bazalnih ganglija) funkcionira kao dio kruga s dorsolateralnim prefrontalnim korteksom (usmjerava emocije i kognitivno funkcioniranje), Diamond (2000) sugerira da isto vrijedi i za mali mozak i da mali mozak može biti važan za kognitivne, ali i motoričke funkcije. Kao i prefrontalni korteks, mali mozak kasno sazrijeva. Mnogi kognitivni zadaci koji uključuju prefrontalni korteks također uključuju i mali mozak. Funkcionalnim oslikavanjem sažeti su dokazi o bliskoj simultanoj aktivaciji neocerebeluma i dorsolateralnog prefrontalnog korteksa tijekom izvođenja specifičnih kognitivnih ili motoričkih aktivnosti (Diamond 2000). Neuronske veze povezuju prefrontalni korteks i mali mozak koji su zajedno s bazalnim ganglijima izravno uključeni u kontrolu koordinacijskih vježbi. Tjelesna

vježba povećava volumen krvi u mozgu i volumen bazalnih ganglija i potiče otpuštanje neurotransmitera (npr. norepinefrin, dopamin i serotonin) i trofičkog faktora, kao što je moždani neurotrofni faktor (Fernandes i sur., 2016). Ti molekularni odgovori na tjelesnu vježbu potiču sinaptogeneza, angiogeneza i neurogeneza posebno u hipokampus, kao što je pokazano kod glodavaca, a impliciraju na povećana volumen hipokampusa kod ljudi (Erickson, Prakash, Basak, Szabo, Chaddock, 2011).

Pretpostavlja se da je moždani neurotrofni faktor (BDNF) jedan od ključnih medijatora učinaka vježbanja na mozak (Khan i Hillman, 2014). Važan je potencijalni utjecaj vježbanja na živčani sustav, ukoliko vježbanje može dovesti do održavanja ili poboljšanja neuralnog tkiva posredovanog BDNF-om, tada vježba može postati moćno oružje u borbi neuromuskularnih i afektivnih poremećaja koji su u korelaciji sa sjedilačkim načinom života (Feriss, Williams, Shen, 2007). Hillman i sur. (2008) Smatraju da je BDNF nužan za dugotrajnu sinaptičku potencijaciju (LTP), mehanizam koji je presudan za formiranje dugoročnog pamćenja, te za rast i preživljavanje novih neurona. Istraživanja na glodavcima tijekom vježbanja pokazala su da je razina BDNF-a u hipokampusu izravno povezane s poboljšanim procesima učenja i pamćenja (Hillman i sur., 2008). Pokazalo se da su i kod ljudi serumske koncentracije BDNF-a povećane nakon akutnog režima vježbanja, kako kod mladih odraslih tako i kod pacijenata s multiplom sklerozom (Hillman i sur., 2008). S obzirom da su serumske i kortikalne koncentracije BDNF-a kod Alzheimerove, Parkinsonove bolesti, depresije, anoreksije i mnogih drugih bolesti smanjene, povećana razina BDNF-a kao produkt vježbanja, moglo bi biti važno otkriće (Hillman i sur., 2008). Isti autori smatraju kako aerobna aktivnost može djelovati neuroprotektivno, putem regulacije lučenja BDNF-a, sprječavajući razvoj određenih kognitivnih i neuralnih simptoma koji su povezani s tim bolestima (Hillman i sur., 2008). Poljaković (2019) navodi kako prethodna istraživanja pokazuju da je BDNF bitan kod poticanja neuroplastičnosti mozga u odrasloj dobi te da je pod utjecajem tjelesne aktivnosti, a u fiziološkim uvjetima uključen je u rast, diferencijaciju, ali i preživljavanje neurona. Povišena koncentracija BDNF-a koji je pod utjecajem tjelesne aktivnosti stimulira neurogenezu i sinaptogenezu, prevenira gubitak moždanih stanica i utječe na kogniciju. Serumske (periferne) koncentracije BDNF-a upućuju na stanje tog neurotrofina i u mozgu, što uključuje i određene patološke promjene (Poljaković, 2019).

Osim stimulacije BDNF-a, tjelesno vježbanje stimulira i IGF-1 (*insulin like growth factor 1*). IGF-1 peptidni je hormon koji je strukturno sličan inzulinu. IGF-1 je uključen u širok raspon fizioloških procesa u kojima potiče rast na razne načine, proizveden je u jetri kao odgovor na

hormon rasta hipofize (Livingstone, 2013). Pretpostavlja se da povećanim unosom IGF-1, tjelesno vježbanje može povisiti preživljavanje neurona i plastičnost u odraslom mozgu (Chang, Yang, Wang, Kuo, Wang, 2011). IGF-1 regulira stimulaciju angiogeneze i neurogeneze hipokampusa koje je potaknuto vježbanjem (Cotman, Berchtold, Christie, 2007). Trejo, Carro i Torres-Aleman (2001) smatraju kako tjelesno vježbanje uzrokuje brzo povećanje perifernih razina cirkulacije IGF-1 (ključnog čimbenika u neurogenezi potaknutoj tjelesnim vježbanjem) te poboljšano pamćenje.

Dakle, može se zaključiti da su BDNF i IGF-1 važni su za razvoj i održavanje funkcioniranja neurona u mozgu. BDNF je primarni posrednik učinaka aerobnog vježbanja na neuroplastičnost i funkciju hipokampusa. Efekti vježbanja na proces učenja najčešće reguliraju BDNF i IGF-1. Berchtold, Chinn, Chou, Kesslak i Cotman, (2005) navode da se nakon nekoliko dana redovitog vježbanja proizvodnja BDNF-a i razina IGF-1 povećavaju. Uz redovito vježbanje ta povećanja se mogu održavati tjednima kod BDNF, a kod IGF-1 nekoliko dana (Berchtold i sur., 2005). BDNF i IGF-1 važni su elementi koje treba uzeti u obzir tijekom promatranja učinaka tjelesnog vježbanja na mozak i njegovu plastičnost

#### 1.4. Neuroplastičnost

Unutar bioloških efekata tjelesnog vježbanja vrlo su važni oni efekti koji su povezani s neuroplastičnošću. Sve veći broj znanstvenih publikacija pokazuje izvanrednu sposobnost mozga da se reorganizira kao odgovor na različita osjetilna iskustva. Tradicionalno gledište o plastičnoj prirodi mozga je da je ona uglavnom ograničena na kratka razdoblja tijekom ranog razvoja, unatoč tome što već dugo postoje primjeri neuroplastičnosti povezani uz različitu dob. Tek se nedavno počelo razvijati sveobuhvatnije razumijevanje različitih regulatora koji moduliraju i stoje u osnovi plastičnosti (Voss, Thomas, Cisneros-Franco, de Villers-Sidani, 2017). Voss i sur. (2017) navode dokaze prema kojima su mehanizmi neuroplastičnosti iznimno varijabilni među pojedincima tijekom cijelog života. Ova se varijabilnost može pripisati višestrukim čimbenicima, uključujući funkciju inhibitorne mreže, neuromodulatorne sustave, dob, spol, bolest mozga i psihološke osobine. Isti autori potkrepljuju dokazima činjenicu kako se neuroplastičnošću može manipulirati u zdravim i bolesnim mozgovima, uključujući nedavne podatke o mladim i starim štakorima koji pokazuju kako se plastičnošću u slušnom korteksu može farmakološki manipulirati, mijenjajući kvalitetu govornog senzorskog unosa (Voss i sur., 2017). Bolje razumijevanje individualnih razlika koje postoje u različitim mehanizmima koji kontroliraju neuroplastičnost, poboljšat će našu sposobnost korištenja plastičnosti mozga za dizajniranje personaliziranih translacijskih strategija za učenje i oporavak nakon ozljede mozga ili razvoja bolesti (Voss i sur., 2017).

Neuroplastičnost bi se dakle mogla definirati kao *sposobnost mozga da se prilagodi na nova iskustva ili uvjete pri čemu se on modificira, adaptira ili čak morfološki mijenja sukladno potrebi. Smatra se da je neuroplastičnost najizraženija u ranom djetinjstvu, dok novija istraživanja potvrđuju postojanje neuroplastičnosti i u odrasloj životnoj dobi, a osobito nakon oštećenja mozga* (Poljaković, 2019, str. 205). Ista autorica navodi kako je danas poznato da mozak ima sposobnost uspostavljanja novih neuronalnih krugova, odnosno stvaranja novih sinapsa nakon ishemijskih oštećenja. Ova spoznaja temelj je spontanog oporavka pojedinih funkcija nakon moždanog udara, ali i današnjeg pristupa neurorehabilitaciji (Poljaković, 2019). Sinaptička plastičnost svojstvena je razvoju i funkciji mozga te je neophodna za procese učenja i pamćenja. Stoga će istraživanje načina na koji se sinaptička plastičnost javlja i kako se mijenja tijekom određenih razvojnih vremenskih okvira pružiti ključne informacije o tome kako se mozak razvija. Bolje razumijevanje načina na koji se sinaptičke modifikacije odvijaju tijekom učenja i pamćenja i/ili razvoja može pomoći u

oblikovanju i poboljšanju učinkovitosti trenutnih protokola u ranim fazama akademskog učenja (Mateos-Aparicio, Rodríguez-Moreno, 2019 ).

Poljaković (2019) također *naglašava da su na prilagodbu izuzetno osjetljiva razdoblja ranog djetinjstva, jer okruženje bogato osjetnim stimulusima može produljiti razdoblje neuroplastičnosti ili ju potaknuti, a može i stimulirati rast dendrita te poboljšati sposobnost neuralnog odgovora. Jednako tako, ponajviše u ranom djetinjstvu, okolina siromašna stimulusima zaustavit će procese neuroplastičnosti (pa tako i razvoja) i moždane stanice ostaviti u nezrelom obliku* (Poljaković, 2019., str. 205, 206). Shodno tome, korištenje tjelesnog vježbanja, posebice aerobnog, bit će snažan stimulans hipokampalne neuroplastičnosti te će posljedično poboljšati učenje i pamćenje, kao i cjelokupnu kognitivnu funkciju.

### *1.5. Aerobno vježbanje i hipokampalno pamćenje*

Hipokampus tvori medijalni zid hemisfere velikog mozga, može se okarakterizirati kao struktura u obliku slova C koja je podijeljena na tri dijela: prekomisuralni, suprakomisuralni i retrokomisuralni hipokampus. Hipokampus je područje mozga zaduženo za pamćenje i učenje. Hipokampus je neophodan za asocijativno pamćenje koje je važno za povezivanje informacija, kao i njihovo fleksibilno izražavanje. Sukladno tome on predstavlja kontinuirani kognitivni proces koji je sastavni dio učenja u školi i svakodnevnom životu (Khan i Hillman, 2014).

Ljudski mozak ima sposobnost formiranja novih neurona tijekom cijelog života. Na dnevnoj bazi se u hipokampusu proizvode novi neuroni putem procesa neurogeneze. Prema istraživanjima koja se provode u posljednjih nekoliko desetljeća, neurogeneza je moguća i u odrasloj dobi (Cameron i McKay, 2001). Curlik i Shars (2013) navode da se većina neuronskih stanica stvara u hipokampusu koji je vrlo osjetljiv na tjelesno vježbanje. Budući da je proces učenja i pamćenja usko povezana s funkcijom hipokampusa, korištenje tjelesnog vježbanja, posebice aerobnog, snažan je stimulans hipokampalne neuroplastičnosti. Aerobno vježbanje uzrokuje veliko povećanje broja novoprodučenih stanica. Ova tvrdnja utvrđena je istraživanjem Praaga, Kempermana, Gagea (1999) koju su otkrili kada su tijekom dva tjedna koristili dobrovoljno tjelesno vježbanje na dnevnoj bazi, što je rezultiralo pedesetpostotnim povećanjem novih stanica s povećanim rastom dentatnog girusa. Training tjelesne aktivnosti sprječava gubitak tkiva hipokampusa koji je povezan sa starenjem te ujedno i poboljšava funkcija prostornog pamćenja kod starijih osoba (Khan, Hillman, 2014). Isti autori navode da

redovita tjelesna aktivnost i poboljšana aerobna kondicija mogu poboljšati kognitivne funkcije i zdravlje mozga i u djetinjstvu.

### 1.6. Aerobno vježbanje i izvršne funkcije

Pojam izvršne funkcije odnosi se na *integrirane i kognitivne procese koji određuju cilju usmjerena i svrhovita ponašanja, a nadređeni su pri urednom izvršavanju svakodnevnih životnih aktivnosti, što uključuje mogućnost oblikovanja ciljeva, započinjanje i završavanje zadatka, predviđanje posljedica djelovanja, planiranje i organiziranje ponašanja u skladu s prostornim, vremenskim, tematskim ili logičkim slijedom, kao i praćenje i prilagodbu ponašanja u skladu s određenim zadatkom ili kontekstom* (Cicerone i sur., 2000, str. 1605). Prema Galić (2002) pojam izvršne funkcije odnosi se na sposobnosti koje osobi omogućuju uspješno i svrhovito ponašanje. Chan, Shum, Touloupoulou, Chen (2008) navode kako izvršne funkcije ovise o kognitivnim procesima višeg reda koji podupiru planiranje, stalnu pozornost, selektivnu pozornost, otpornost na smetnje, voljnu inhibiciju, radnu memoriju i mentalnu fleksibilnost. Izvršne funkcije imaju različite puteve razvoja, počinju se intenzivnije razvijati i sazrijevati u različito vrijeme. One su dinamične te su podložne promjenama tijekom života. Neki autori smatraju da se dijete i odrasla osoba razlikuju na temelju promjena koje se događaju tijekom razvoja izvršnih funkcija (Denckla, 1999, prema Jurado i Rosselli, 2007).

Izvršno funkcioniranje sastoji se od inhibicije (opiranje smetnjama ili navika održavanja fokusa), radne memorije (mentalno držanje i manipuliranje informacijama) kognitivne fleksibilnosti (*multitasking*) i pažnje (Khan, Hillman, 2014). Guiney i Machado (2013) osvrnuli su se na tri komponente izvršnog funkcioniranja: kognitivna fleksibilnost (*task switching*), inhibicijska kontrola sa selektivnom pažnjom te radna memorija. Oni navode da se pojam kognitivne fleksibilnosti (*task switching*) odnosi na izmjenu zadataka koja uključuje reakciju na slične ciljane podražaje, ali na temelju jednog od dva različita pravila (Guiney, Machado, 2013). Pojam kognitivne fleksibilnosti neki autori opisuju kao prebacivanje između višestrukih zadataka ili kognitivnih udešenosti (Miyake i sur., 2000). Dakle moglo bi se reći da se kognitivna fleksibilnost odnosi na sposobnost promjene zadataka uz mogućnost prilagodbe promjenjivim zahtjevima, prioritetima i perspektivi.

Mnoga istraživanja dokaz su da redovito aerobno vježbanje može pridonijeti poboljšanju izvršnog funkcioniranja (Guiney, Machado, 2013). Isti autori navode da intervencijske studije

dokazuju kako kod starijih osoba redovito aerobno vježbanje može poboljšati kognitivnu fleksibilnost, selektivnu pažnju, inhibiciju prepotentnih odgovora i radnu memoriju. Kod mlađih osoba se pokazalo da su više razine tjelesne aktivnosti povezane s boljom kognitivnom fleksibilnošću. Kod mladih je aerobna kondicija povezana je s *top-down* modulacijom odgovora u zadacima koji se oslanjaju na selektivnu pažnju i inhibicijsku kontrolu te može poboljšati komponentu ažuriranja radne memorije. U djece je kapacitet radnog pamćenja jedina izvršna funkcija za koju se pokazalo da ima koristi od redovitog tjelesnog vježbanja, međutim studije fitnessa ukazuju na potencijalne koristi za selektivnu pažnju i inhibicijsku kontrolu (Guiney, Machado, 2013).

### *1.7. Izvršne funkcije i jezik*

Odnos kognicije i jezika nerazriješen je, a odnos jezika i izvršnih funkcija predstavlja samo jedan aspekt tog nerazjašnjenog odnosa. Nije poznat točan evolucijski tijek razvoja jezika i izvršnih funkcija, međutim prema različitim teorijama ta dva konstrukta međusobno su povezana i djeluju jedan na drugog.

Većina istraživanja koja se odnose na povezanosti jezika i izvršnih funkcija provedena su kod dvojezičnih osoba, djece s govorno- jezičnim teškoćama ili su vezani uz usvajanje jezika. Kapa (2013) navodi kako izvršne funkcije imaju važnu ulogu tijekom jezičnog razvoja i s učenjem novog jezika. Weiland, Barata i Yoshikawa (2014) ističu da su izvršne funkcije prediktivne za razvoj rječnika u predškolskoj dobi. Gathercole i Baddeley (1993) velike razlike u rječničkom znanju, tijekom jezičnog usvajanja pripisuju različitom kapacitetu fonološkog radnog pamćenja te ga smatraju direktno povezanim s usvajanjem novih riječi. Povezanost između izvršnih funkcija i jezika nastavlja i tijekom nižih razreda osnovne škole (Gooch, Thompson, Nash, Snowling, Hulme, 2016). Kod učenja novog jezika kognitivna fleksibilnost kod djece predškolske dobi utječe na usvajanje receptivnog vokabulara, dok kod odraslih kognitivna inhibicija utječe na uspješnost u govornoj ekspresiji na novousvojenom jeziku (Kapa, 2013). Radno pamćenje je povezano s jezikom i usvajanjem materinjeg jezika u dječjoj dobi (Fox, Berry i Freeman, 2014) i stranog jezika u odrasloj dobi (Jackson, 2016). Kapa (2013) na temelju analize mnogostrukih studija o međudjelovanju izvršnih funkcija i jezika donosi zaključak da je međusoban utjecaj obostran i promjenjiv s obzirom na dob, što je razumljivo s obzirom da su razvoj, sazrijevanje i intenzitet izvršnih funkcija povezani s dobi.

### 1.8. Dosadašnja istraživanja utjecaja aerobnih vježbi na razvoj jezika

Švicarski psiholog Jean Piaget uočio je povezanost fizičkog kretanja sa kognitivnim, emocionalnim i socijalnim razvojem djece. Ustanovio je da se problemi u kretanju podudaraju sa zaostajanjem u jezičnom razvoju (Goddard Blythe, 2008).

Tremarche, Robinson i Graham (2007) provode istraživanje s kojim žele utvrditi utjecaj povećanog broja satova tjelesnog odgoja na standardizirane rezultate *Massachusetts Comprehensive Assessment System (MCAS)* testova. U testiranju su sudjelovali učenici četvrtih razreda tijekom dvomjesečnog razdoblja. Autori su otkrili da učenici koji pohađaju više sati kvalitetnog tjelesnog odgoja, postižu bolje rezultate na jezičnim testovima.

Nadalje, rezultati istraživanja koje provode Stevens, To, Stevenson, Lochbaum, (2008) pokazuju da je tjelesna aktivnost značajno i pozitivno povezana s uspjehom u čitanju podjednako i kod dječaka i kod djevojčica. Svrha njihovog istraživanja bila je utvrditi neovisne doprinose tjelesne aktivnosti koja nije povezana sa strukturiranim tjelesnim odgojem i sudjelovanjem u tjelesnom odgoju u školi na akademska postignuća djece. Tjelesna aktivnost bila je značajno i pozitivno povezana s uspjehom u matematici i čitanju kod dječaka i djevojčica.

U longitudinalnoj studiji Carlsona i sur. (2008) ispitivala se povezanost između vremena provedenog u tjelesnom odgoju i akademskog uspjeha djece od vrtića do petog razreda. Analizom dobivenih rezultata autori zaključuju da veća količina tjelesnog odgoja kod djevojčica može biti povezana sa njihovom akademskom dobrobiti, naime djevojčice su postigle bolje rezultate u matematici i čitanju. Na akademski uspjeh dječaka veće količine tjelesnog odgoja nisu utjecale niti pozitivno niti negativno. Možemo zaključiti da tjelesni odgoj nije negativno utjecao na akademska postignuća djece.

Grissom (2005) svojom studijom također potvrđuje da postoji povezanost između tjelesne aktivnosti i boljih akademskih postignuća. Specifičnost ovog istraživanja je bila je veličina uzorka, naime u istraživanje je bilo uključeno 884 715 djece. Svrha ovog istraživanja bila je procijeniti odnos između tjelesne spremnosti i akademskog uspjeha. Rezultati pokazuju pozitivan odnos između ukupne kondicije i akademskog uspjeha, naime kako su se ukupni rezultati fitnessa poboljšavali, tako su se poboljšavali rezultati akademskog postignuća, o čemu svjedoče rezultati postignuti na testovima čitanja i matematike. Studija je također pokazala da je tjelesna spremnost kod djevojčica u pozitivnoj korelaciji sa akademskim postignućima.



Reynolds i Nicolson (2007) svojom su studijom utvrdili da šestomjesečne vestibularne vježbe, provedene kod kuće, imaju pozitivan učinak na uspjeh u školi i čitanje kod djece s poteškoćama u čitanju. Konkretnije, djeca su pokazala točnost u čitanju, poboljšanu fonemskih vještina, povećanje kapaciteta govorne i radne memorije. Castelli, Hillman, Buck i Erwin (2007) isto tako potvrđuje povezanost tjelesne spremnosti i akademskog uspjeha. Na uzorku od 259 sudionika, djece trećih i petih razreda, utvrđen je pozitivana korelacija tjelesne spremnosti i akademskog postignuća. Konkretnije, aerobni kapacitet pozitivno je povezan sa ukupnim akademskim uspjehom, uspjehom iz matematike i uspjehom u čitanju.

Na temelju mnogih istraživanja dolazi se do spoznaje da tjelesna aktivnosti i viša razina aerobnog fitnesa doprinose boljem akademskom uspjehu, odnosno u pozitivnoj su vezi između ostalog i s razvojem jezika.

### *1.9. Rana pismenost*

Opismenjavanje možemo definirati kao *složen i dugotrajan proces koji počinje znatno ranije nego što dijete započne obrazovanje, a vrhunac dosegne stapanjem znanja u konvencionalno, automatizirano čitanje i pisanje u školskom razdoblju* (Kuvač Kraljević, Lenček, 2012). Bitno obilježje rane pismenosti je da se ona formalno ne poučava nego se razvija u prvih 5 godina života. Razvija se postupno i dijeli se na predčitačko i čitačko razdoblje. Predčitačko razdoblje odnosi se na vrijeme prije formalne poduke učenju čitanja i pisanja. Rana odnosno izranjajuća pismenost glavni je čimbenik predčitačkog razdoblja, a karakterizira je niz temeljnih vještina koje su preduvjet tečnom čitanju i pisanju (Kuvač Kraljević, Lenček, 2012). Autorice posebno ističu šest sljedećih vještina: fonološka svjesnost, rječnik, pripovjedna sposobnost, interes za tisak, koncept tiska i imenovanje slova.

Preduvjet funkcijama govora, čitanja i pisanja dobro su razvijene predintelektualne funkcije koje su nužne za kognitivno djelovanje. Predintelektualne funkcije uključuju slušnu i vizalnu pažnju, vizualnu i auditivno- govornu memoriju, sukcesivne funkcije održavanja redoslijeda u vremenu i prostoru, vizualno motoričku i slušno- motornu koordinacija te vizualno prostornu percepciju i orijentaciju. Kad te funkcije nisu dovoljno razvijene dolazi do otežanog ovladavanja čitanjem i pisanjem, bez obzira na djetetov uredan kognitivni razvoj.

O važnosti fizičke aktivnosti i njezinom utjecaju na razvoj rane pismenosti govore i autori Kirk i Kirk (2016). Na temelju dobivenih rezultata zaključuju da šezdesetminutna dnevena, umjerena do jaka fizička aktivnosti utječe na razvoj rane pismenosti kod djece predškolske

dobi. U usporedbi s kontrolnom grupom, eksperimentalna grupa postigla je bolje rezultate u zadacima vezanima za fonološku svjesnost (Kirk, Kirk, 2016). Dobro razvijena rana pismenost pridonosi dugoročnom akademskom uspjehu djece.

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

Glavni cilj istraživanja pretpostavlja utvrđivanje razlika u rješavanju jezičnih testova s obzirom na participaciju sudionika u neposrednom aerobnom vježbanju.

U skladu s ciljem postavljaju se sljedeće hipoteze:

Nulta hipoteza pretpostavlja da ne postoji statistički značajna razlika u rezultatima jezičnih testova s obzirom na sudjelovanje u vježbanju.

Pomoćna hipoteza pretpostavlja da ne postoji statistički značajna razlika u rezultatima jezičnih testova s obzirom na spol ispitanika.

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. Uzorak ispitanika

U istraživanje su bila uključena djeca predškolske dobi u šestoj godini života s područja sjeverozapadne Hrvatske. Uzorak ispitanika uključivao je 40 djece, od toga je bilo 18 (45%) djevojčica te 22 (55%) dječaka. U vrtićkoj dvorani neposredno prije testiranja, provodile su se aerobne vježbe visokog intenziteta u trajanju od 30 minuta. Testiranje eksperimentalne grupe u prosjeku je trajalo 1 sat, dok je testiranje kontrolne grupe u prosjeku trajalo 1 sat i 15 minuta. Kod eksperimentalne grupe smo zamijetili da su djeca bila brža u rješavanju testova.

#### 3.2. Uzorak varijabli

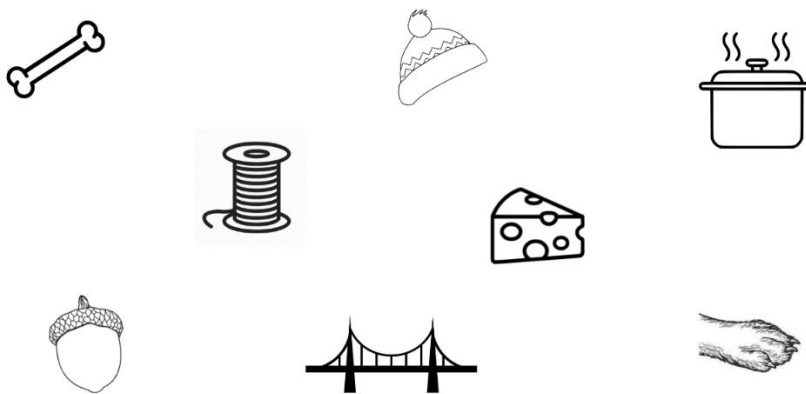
Za ispitivanje utjecaja neposrednog aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece u dobi od šest godina korišteni su testovi koji sadrže sljedeće segmente: *raspoznavanje rime, glasovna analiza, vizualna percepcija, slogovna raščlamba, razvrstavanje slika prema vremenskom redoslijedu.*

#### 3.3. Test predčitačkih vještina

Test predčitačkih vještina sadrži 5 tipa zadataka: *raspoznavanje rime, glasovna analiza, vizualna percepcija, slogovnu raščlambu, razvrstavanje slika prema vremenskom redoslijedu.* Prethodno navedeni zadatci sadržali su čestice koje su se nalazile u svakom testu na istome mjestu (1. zadatak: *raspoznavanje rime*, 2. zadatak: *glasovna analiza*, 3. zadatak: *vizualna percepcija*, 4. zadatak: *slogovna raščlamba*, 5. zadatak: *razvrstavanje slika prema vremenskom redoslijedu.*)

Testom su obuhvaćeni zadatci kojima se procjenjuju predčitačke vještine šestogodišnjaka. Zadatci koji se odnose na prepoznavanje rime zahtijevaju od djece da prepoznaju riječi koje se rimuju na temelju imenovanja slika. Zadatci vezani uz glasovnu analizu od djece zahtijevaju da riječ rastavi na glasove (foneme). Zadatci vezani uz vizualnu percepciju pred djecu stavljaju zadatak da prepoznaju i razlikuju oblike. Zadatci vezani uz razvrstavanje slika prema vremenskom redoslijedu odnose se na povezivanje i nizanje događaja prema uzročno-posljedičnoj povezanosti ponuđenog slikovnog materijala. Svaki zadatak sadrži 4 ispitne čestice, dakle svaki test sadrži ukupno 20 čestica. Težina zadataka prilagođena je

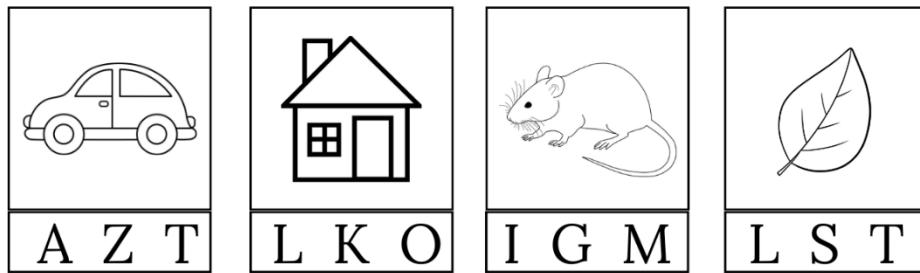
šestogodišnjacima, s time da su čestice kreirane na načina da su u svakom novom testu nešto zahtjevnije nego u prethodnom. Prvi test je najjednostavniji, dok je četvrti najzahtjevniji. Prije samog istraživanja, testovi su dati na rješavanje šestogodišnjacima koji nisu sudjelovali u istraživanju kako bi se provjerilo jesu li čestice napravljene u skladu s razvojnom dobi djece. Dakle provedeno je pilot test kojim je potvrđeno da čestice odgovaraju šestogodišnjacima.



Slika 1. Primjer zadatka raspoznavanje rime

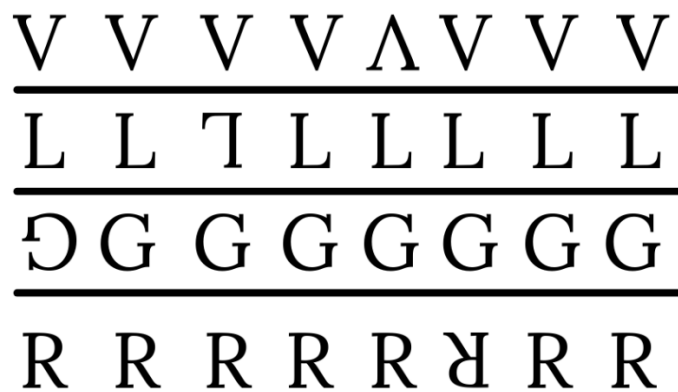
---

*Legenda.* Zadatak raspoznavanja rime sadrži jedan par jednosložnih riječi te tri para dvosložnih riječi koje se rimuju. Dijete treba spojiti riječi koje se rimuju.



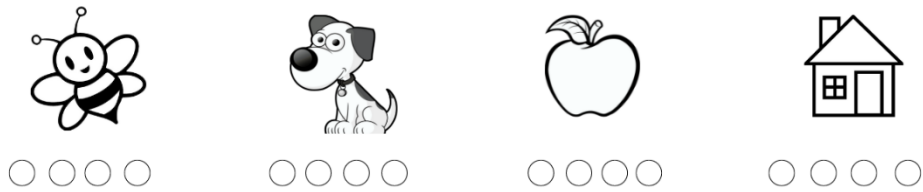
Slika 2. Primjer zadatka glasovne analize

*Legenda.* Zadatak glasovne analize sadrži četiri riječi, uz svaku riječ ponuđena su tri slova. Zadatak djeteta je da zaokruži početno slovo riječi na slici.



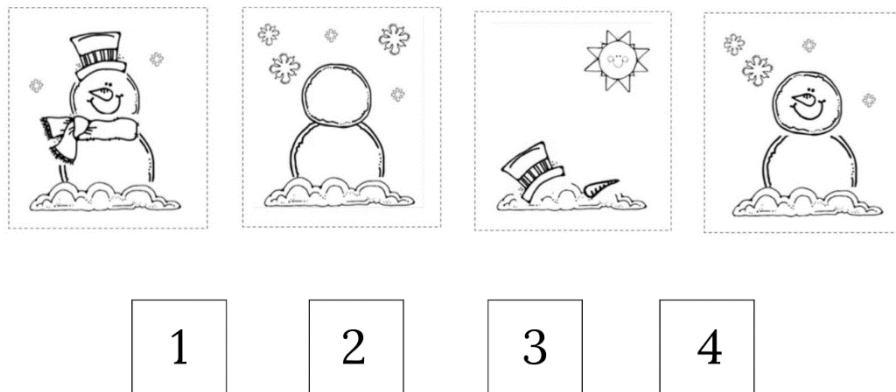
Slika 3. Primjer zadatka vizualne percepcije

*Legenda.* Zadatak vizualne percepcije sadrži četiri reda različitih slova. U svakom redu jedno slovo krivo je napisano. Dijete treba zaokružiti krivo napisano slovo.



Slika 4. Primjer zadatka slogovne raščlambe

*Legenda.* Zadatak slogovne raščlambe zahtijeva od djeteta da ponuđene riječi raščlani na slogove te oboji onoliko kružića koliko je slogova u riječi.



Slika 5. Primjer zadatka razvrstavanja slike prema vremenskom redoslijedu

*Legenda.* Zadatak djeteta je da razvrsta slike prema vremenskom redoslijedu na način da spoji određeni broja s određenom slikom.

### 3.4. Antropometrijske mjere

Antropometrijska mjerenja unutar skupine djece koja su bila uključena u istraživanje, provedena su sa svrhom dodatnog demografskog opisa ispitanika te su uključivala mjerenje tjelesne visine i tjelesne težine. Dobiveni rezultati pokazuju da 77.5% ispitanika ima normalnu tjelesnu težinu, 17.5% prekomjernu tjelesnu težinu, 2.5% ispitanika je pretilo te 2.5% pothranjeno. Uvidom u imenik skupine prikupljeni su podatci o dobi i spolu ispitanika.

### 3.5. Način provođenja mjerenja

Aerobne vježbe visokog intenziteta odvijale su se u vrtićkoj dvorani, a testiranje u sobi dnevnog boravka, sa eksperimentalnom grupom neposredno nakon vježbanja, a s kontrolnom nakon toga. Testiranje se provodilo jedanput tjedno, dakle samo istraživanje trajalo je 4 tjedna. Prosječna duljina trajanja testiranja za eksperimentalnu grupu bila je 1 sat, a za kontrolnu 15 minuta duže. Prije samog istraživanja ravnatelj, odgajatelji matičnih skupina, roditelji i djeca bili su upoznati i obaviješteni s načinom i svrhom provođenja istraživanja.

### 3.6. Metode obrade podataka

Dobiveni podatci obrađeni su u programskom paketu SPSS. Razlike u rezultatima predčitačkih testova između eksperimentalne i kontrolne grupe te razlike u rezultatima predčitačkih testova prema kriteriju spola izračunate su *t-testom*.

### 3.7. Etička razmatranja

U skladu s Etičkim kodeksom istraživanja s djecom (Ajduković i Keresteš, 2020) od roditelja su zatraženi pisani pristanak (Prilog 1.) i suglasnost (Prilog 2.). Istraživanjem su bila obuhvaćena djeca s potpisanim pristancima. Na taj način se poštuje integritet djeteta kao cjelovite individue, ali i individualni stavovi i želje djeteta u pogledu sudjelovanja u istraživanju. Ispitanicima je zajamčena anonimnost te su imali mogućnost svojevóljno prekinuti testiranje u bilo kojem trenutku bez obrazloženja. Od ukupno poslanih 45 obrasca pristanka, vraćeno ih je 45 potpisanih. Jedan roditelj nakon drugog testiranja nije želio da njegovo dijete sudjeluje u testiranju. Poštovana je želja roditelja te je dijete isključeno iz testiranja. U



istraživanje su bila uključena djeca urednog kognitivnog razvoja. Kognitivni status djece procijenjen je na temelju razgovora s matičnim odgojiteljima te uvidom u pedagošku dokumentaciju skupine i individualne razvojne mape djece koja su sudjelovala u istraživanju.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Razlika u testu predčitačkih vještina s obzirom na eksperimentalnu i kontrolnu grupu

Tablica 1. Rezultati osnove statistike i t-testa za utvrđivanje razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe

<i>Testovi</i>	<i>Grupa</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
<i>Jezik 1</i>	Eksperimentalna	20	18.85	1.89	1,27	38	.666
	Kontrolna	20	18.10	1.83			
<i>Jezik 2</i>	Eksperimentalna	20	19.10	1.16	2,85	38	<b>.002*</b>
	Kontrolna	20	16.80	3.41			
<i>Jezik 3</i>	Eksperimentalna	20	19.15	1.46	1,63	38	.273
	Kontrolna	20	18.35	1.63			
<i>Jezik 4</i>	Eksperimentalna	20	16.95	1.93	1,68	38	.521
	Kontrolna	20	15.75	2.53			
<i>Jezik- suma</i>	Eksperimentalna	20	74.05	4.66	2,62	38	.102
	Kontrolna	20	69.00	7.24			

*Legenda.* Testovi=jezik 1-4, *N*=broj ispitanika, *M*=srednja vrijednost, *SD*=standardna devijacija, *t*=test vrijednosti, *df*=stupnjevi slobode, *p*=statistička značajnost

U testu jezik 2 eksperimentalne i kontrolne grupe postoji statistički značajna razlika ( $t(38) = 2,85; p = .002$ ). Na testu predčitačkih vještina eksperimentalna grupa postigla je bolje rezultate. U ostalim mjernim točkama t-testovi nisu bili statistički značajni. Na temelju dobivenih rezultata vidljivo je da je eksperimentalna grupa postigla bolje rezultate samo na jednom testu. U *sumi jezik* nije pronađena statistički značajna razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe.

#### 4.2. Razlike u testu predčitačkih vještina prema kriteriju spola

Sa svrhom utvrđivanja razlika prema kriteriju spola u testu predčitačkih vještina, za ispitivanje razlika između dviju nezavisnih skupina korišten je t-test (Tablica 2.).

Tablica 2. Rezultati osnovne statistike i t-testa za utvrđivanje razlika prema kriteriju spola

<i>Testovi</i>	<i>Spol</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
<i>Jezik 1</i>	M	22	18.22	2.02	-0,91	38	.076
	Ž	18	18.77	1.69			
<i>Jezik 2</i>	M	22	18.13	2.37	0,46	38	.715
	Ž	18	17.72	3.25			
<i>Jezik 3</i>	M	22	18.90	1.60	0,69	38	.951
	Ž	18	18.55	1.58			
<i>Jezik 4</i>	M	22	16.18	2.13	-0,50	38	.240
	Ž	18	16.55	2.54			
<i>Jezik- suma</i>	M	22	71.45	6.47	-0,07	38	.966
	Ž	18	71.61	6.79			

*Legenda.* *Testovi*=jezik 1-4, *N*=broj ispitanika, *M*=srednja vrijednost, *SD*=standardna devijacija, *t*=test vrijednosti, *df*=stupnjevi slobode, *p*=statistička značajnost

Prema dobivenim rezultatima ne postoji statistički značajna razlika u testovima *jezik 1*, *jezik 2*, *jezik 3*, *jezik 4* između djevojčica i dječaka. U *sumi jezik* također nema statistički značajne razlike prema kriteriju spol.

## 5. RASPRAVA

Glavni cilj istraživanja bio je utvrditi razliku u rješavanju jezičnih testova s obzirom na participaciju sudionika u neposrednom aerobnom vježbanju. Prema nultoj hipotezi ne očekuje se statistički značajna razlika u rezultatima jezičnih testova s obzirom na sudjelovanje u vježbanju, isto tako prema pomoćnoj hipotezi ne postoji statistički značajna razlika u rezultatima jezičnih testova s obzirom na spol.

Na temelju rezultata jezičnih testova s obzirom na sudjelovanje u vježbanju, dobivena je statistički značajna razlika u samo jednom testu jezika u korist eksperimentalne grupe. Prema tome može se zaključiti da je ovim istraživanjem nulta hipoteza odbačena. Na temelju analize podataka pomoćna hipoteza je potvrđena. Naime prema dobivenim rezultatima ne postoji statistički značajna razlika u testovima jezika s obzirom na spol.

Budući da su istraživanja koja se odnose na utjecaj neposrednog aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece u dobi od 6 godina malobrojna, u ovome radu prikazana su istraživanja koja se bave utjecajem tjelesne aktivnosti i aerobnih vježbi s djecom školske dobi i adolescentima. Jedno od rijetkih istraživanja koje se odnosi na istraživanje utjecaja tjelesne aktivnosti na razvoj predčitačkih vještina je istraživanje autora Kirka i Kirka (2016). Tim istraživanjem obuhvaćena su djeca nižeg socioekonomskog statusa s urbanog područja. Autori navode da šezdesetminutna dnevna, umjerena do visoka fizička aktivnosti utječe na razvoj rane pismenosti kod djece predškolske dobi, posebice u zadacima vezanima za fonološku svjesnost. Dobro razvijena rana pismenost pridonosi dugoročnom akademskom uspjehu djece. Prema brojnim navodima istraživača tjelesna aktivnost i tjelesni odgoj imaju pozitivan učinak na koncentraciju, učenje i akademski uspjeh. Kao primjer možemo navesti četiri opsežna istraživanja koja su ispitivala učinke povećanog tjelesnog odgoja na akademsku izvedbu: projekt Vanves (30), istraživanje Trois Rivieres (31), projekt Južne Australije (9) i projekt SPARK (28). U spomenutim istraživanjima vrijeme provedeno na nastavi tjelesnog odgoja je povećano s obzirom na vrijeme provedeno na klasičnoj nastavi. Rezultati triju od prikazanih istraživanja utvrđuju značajna poboljšanja u akademskom uspjehu s povećanjem nastave tjelesnog odgoja. U četvrtom nije bilo značajnih (projekt Južne Australije) razlika u uspjeh (Sibley i Etnier, 2003).

Unatoč tome što pojedina istraživanja ne pokazuju statistički značajne rezultate vezane uz aerobno vježbanje i akademska postignuća, potrebno je naglasiti da iako nema relevantnih

dokaza da aerobno vježbanje pozitivno utječe na akademska postignuća, ono ih ne umanjuje. Provedena istraživanja ukazuju na važnost uključivanja djece u tjelesne aktivnosti, budući da je tjelesna aktivnost u pozitivnoj korelaciji s akademskim postignućima. Predčitačke vještine, kao temelj kasnijeg uspješnog usvajanja vještine čitanja i pisanja, snažno utječu na školsko razdoblje i akademski uspjeh. Dakle, usvajanje čitanja i pisanja definirano je razvojem predčitačkih vještina u predškolskoj dobi.

Brauer, Anwander, Perani, Friederici (2013) u svom istraživanju navode da su dorzalni i ventralni tokovi informacija između inferiornih frontalnih i temporalnih jezičnih regija u ljudskom mozgu zasnovani na dva odvojena puta. U istraživanju uspoređuju sazrijevanje navedenih puteva uključujući njihove podkomponente u tri različite dobne skupine: novorođenčad, 7-godišnja djeca i odrasli. Prema analizi rezultata utvrđeno je da je maturacijski primat ventralne veze u jezičnoj mreži povezan s temporalnim područjem inferiornog frontalnog girusa tijekom ranog razvoja, koji je vidljiv već pri rođenju. Slično, dorzalni put od temporalnog korteksa do premotornog korteksa vidljiv je u ranoj dobi. Suprotno od toga dorzalni put do inferiornog frontalnog girusa sazrijeva u kasnijim fazama razvoja i može igrati ulogu u složenijim jezičnim funkcijama. Dakle, istraživanje je utvrdilo da se dojenčad rađa s dvije osnovne veze između jezičnih regija u mozgu te je otkriveno da su djeca školske dobi, uz sposobnost govora, dobila i treću neuronsku vezu. Ova spoznaja sugerira da unatoč činjenici da tijekom rođenja postoje temelji za usvajanje jezika, napredniji jezik postaje moguć kako se mozak razvija tijekom djetinjstva. Neuronske veze u mozgu mogu se mijenjati tijekom cijelog našeg života. Promjene u našim neuronskim mrežama nisu izazvane samo procesom starenja, već su i povezane sa svime što doživljavamo (Brauer i sur., 2013). Ispitivanje učinaka tjelesne aktivnosti na kognitivne procese izvršne kontrole i asocijativnog pamćenja, u kojem su ključne neuralne strukture koje nadziru te procese: prefrontalni korteks i hipokampus, nastavljaju razvijati tijekom djetinjstva (Khan i Hillman, 2014). Navedeni kognitivni procesi i njihovi neuralni supstrati pružaju temelj za uspješno učenje i školska postignuća, a samim time utječu na cjelokupno zdravlje i dobrobit tijekom života (Khan i Hillman, 2014).

Istraživanja slikovnog prikaza mozga, pacijenata s lezijama mozga i razvojnih poremećaja sugeriraju temeljni međuodnos između motoričkog i kognitivnog razvoja (Diamond, 2000). Istraživanja temeljena na slikovnom prikazu mozga pokazala su funkcionalni spoj između regija mozga za koje se obično smatra da podupiru isključivo kognitivne ili motoričke procese (Abe i Hanakawa, prema Pitchford, Papini, Outhwaite, Gulliford, 2016). Naposljetku, može se

zaključiti da je od osobite važnosti stvarati prilike za aktivnu uključenost u tjelesne aktivnosti (Sibley i Etnier, 2003)

Ovo istraživanje ne daje u potpunosti jasnu sliku utjecaja aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece predškolske dobi. Mogući budući smjer istraživanja kao jedan od kriterija mogao bi uzeti u obzir razlike utjecaja tjelesne aktivnosti na razvoj predčitačkih između djece ruralne i gradske sredine, s obzirom da je znanstveno utvrđeno da se djeca u ruralnim sredinama više izložena boravku na otvorenom. Navedeno podrazumijeva i veći opseg tjelesnih aktivnosti. Zanimljivo bi bilo i provesti longitudinalno istraživanje u kojim se prati utjecaj pojačane tjelesne aktivnosti od uključenja djeteta u odgojno obrazovnu ustanovu rane i predškolske dobi do izlaska iz nje. Također bi bilo korisno istražiti u kojoj mjeri neposredno aerobno vježbanje utječe na usvajanje stranog jezika.

Potreban je multidiscipliniran pristup tjelesnoj aktivnosti kako bi se maksimalno iskoristile dobrobiti koje ona pruža. U skladu sa suvremenim i recentnim istraživanjima redovitom kvalitetno strukturiranom tjelesnom aktivnošću umjerenog do visokog intenziteta djelovati na fizičko, mentalno zdravlje djece, razvoj mozga te njihove kognitivne kapacitete.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovome istraživanju ispitano je postoje li kod ispitanika uključenih u istraživanje povezanost između aerobnih vježbi i njihovog utjecaja na rezultate jezičnih testova te postoji li razlika u uspješnosti rješavanja jezičnih testova s obzirom na spolne razlike. Dobiveni rezultati pokazuju da postoji statistički značajna razlika u u predčitačkim vještinama s obzirom na eksperimentalnu i kontrolnu grupu u korist eksperimentalne grupe, tj. grupe koja je neposredno prije rješavanja jezičnih testova provodila aerobne vježbe visokog intenziteta. Međutim, na temelju dobivenih rezultata nije utvrđena statistički značajna razlika u jezičnim testovima prema kriteriju spola.

Zbog nekih metodoloških nedostataka izvedenim zaključcima iz ovog istraživanja, mora se pristupiti s oprezom. Prije svega, bilo bi poželjnije da je uzorak ispitanika veći, jer bi na taj način dobiveni rezultati bili vjerodostojniji. Zbog epidemioloških mjera koje su bile na snazi tijekom provođenja istraživanja, ograničen je pristup većem broju ispitanika. Na vjerodostojnost rezultata također su utjecali i korišteni jezični testovi kreirani od strane istraživačice, jer nema standardiziranih testova kojima bi se testirale predčitačke vještine šestogodišnjaka. U obzir bi se također trebalo uzeti i razumijevanje jezika, jer je kod jednog ispitanika primijećeno da ne razumije upute zbog nerazumijevanja hrvatskog standardnog jezika, naime hrvatski mu nije materinji jezik. Djeca su bila ispitivana u sobama dnevnog boravka koje nisu bile izolirane od vanjskih distraktora što je na neku djecu djelovalo ometajuće te im je bilo potrebno ponoviti upute za rješavanje zadataka.

Suvremene recentne studije utvrđuju povezanost aerobnog vježbanja i kognitivnog razvoja. Rezultati studija ukazuju na proporcionalni odnos tjelesne aktivnosti i kognitivnog funkcioniranja i kontrole, razvoja mozga u ranome djetinjstvu.

## 7. LITERATURA

1. Ajduković, M., Keresteš, G. (2020). Etički kodeks istraživanja s djecom-drugo, revidirano izdanje
2. Brauer, J., Anwander, A., Perani, D., and Friederici, A. D. (2013). Dorsal and ventral pathways in language development. *Brain and Language*, 127:289–95.
3. Berchtold, N.C., Chinn, G., Chou, M., Kesslak, J.P. i Cotman, C.W. (2005). Exercise primes a molecular memory for brain-derived neurotrophic factor protein induction in the rat hippocampus. *Neuroscience*, 133(3), 853-861.
4. Cameron, H.A. and McKay, R.D. (2001). Adult neurogenesis produces a large pool of new granule cells in the dentate gyrus. *The Journal of Comparative Neurology*, 35(4), 406-417.
5. Carlson S.A., Fulton J.E., Lee S.M., et al. (2008). Physical education and academic achievement in elementary school: data from the Early Childhood Longitudinal Study. *American Journal of Public Health*, 98(4):721-727.
6. Caspersen, C. J., Powell, K. E., Christenson, G. M. (1985). Public Health Reports, Vol. 100, no. 2, 126–131.
7. Castelli, D.M., Hillman, C.H., Buck, S.M., & Erwin, H.E. (2007). Physical Fitness and Academic Achievement in Third- and Fifth-Grade Students. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 239–252.
8. Chan, R.C.K, Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E.Y.H. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201–216.
9. Chang, H.C., Yang Y.R., Wang, P.S., Kuo, C.H., Wang R.Y. (2011). Insulin-like growth factor I signaling for brain recovery and exercise ability in brain ischemic rats. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(12):2274-80.
10. Cicerone, K.D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D.M., Malec, J.F., Bergquist, T.F., et al. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(12): 1596–1615.
11. Coe, D.P., Pivarnik, J.M., Womack, C.J., Reeves, M.J., Malina, R.M. (2006). Effect of Physical Education and Activity Levels on Academic Achievement in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 38, No. 8, 1515–1519.
12. Cotman, C.W., Berchtold, N.C. i Christie, L.A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, 30(9), 464-472.



13. Curlik, D.M. i Shors, T.J. (2013). Training your brain: do mental and physical (MAP) training enhance cognition through the process of neurogenesis in the hippocampus? *Neuropharmacology*, 64, 506-514.
14. Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71, 44–56.
15. Diamond, M., Hopson, J. (2006). Čarobno drveće uma: kako razvijati inteligenciju, kreativnost i zdrave emocije vašeg djeteta od rođenja do adolescencije. Ostvarenje
16. Erickson, K. I., Voss, M.W., Prakash, R.S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., et al. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 3017–3022.
17. Feriss, L. T., Williams, J. S., Shen, C. L. (2007). The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 728-733.
18. Fernandes, V.R., Scipião Ribeiro , M.L., Melo, T., Maciel-Pinheiro, P.T., Guimarães, T.T., Araújo, N.B., Ribeiro, S., Deslandes, A.C. (2016). Motor Coordination Correlates with Academic Achievement and Cognitive Function in Children. *Frontiers in Psychology*, Vol. 7.,318.
19. Fox, M.C., Berry, J.M., and Freeman, S.P. (2014). Are vocabulary tests measurement invariant between age groups? An item response analysis of three popular tests. *Psychology and Aging*, 29, 925–938.
20. Galić S. (2002). Neuropsihologijska procjena. Naklada Slap
21. Gathercole, S.E. i Baddeley, E.D. (1993). Working memory and language. Hove: Psychology Press
22. Grissom. J. B. (2005). Physical fitness and academic achievement. *Journal of Exercise Physiology*, 8,11-25
23. Goddard Blythe S. (2008). Uravnoteženi razvoj. Ostvarenje.
24. Gooch, D., Thompson, P., Nash, H.M., Snowling, M.J. i Hulme, C. (2016). The development of executive function and language skills in the early school years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57, 180–187.
25. Grissmer, D., Grimm, K. J., Aiyer, S.M., Murrah, W.M., and Steele, J.S. (2010). Fine motor skills and early comprehension of the world: two new school readiness indicators. *Development Psychology*, 46, 1008–1017.
26. Guiney H., Machado L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20:73–86.

27. Hillman, C., Kramer, A. F., Erikson, K. I. (2008). Be smart: exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, (Vol. 9, 58-65).
28. Hillman, C.H., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Castelli, D.M., Hall, E.E., and Kramer, A.F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159, 1044–1054.
29. Jackson, D.O. (2016). Working memory and second language acquisition: Theory and findings. *The Journal of Kanda University of International Studies*, 28, 21-47.
30. Jurado, M.B. i Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213–233.
31. Kapa, L.L. (2013). Executive function predicts artificial language learning in children and adults. Lawrence: Child Language, University of Kansas.
32. Khan, N. A., Hillman C. H. (2014). The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition. *A review, Pediatric Exercise Science*, 26, 138-146.
33. Kirk, S. M., & Kirk, E. P. (2016). Sixty Minutes of Physical Activity per Day Included Within Preschool Academic Lessons Improves Early Literacy. *Journal of School Health*, 86(3), 155–163.
34. Kuipers, S.D. and Bramham, C.R. (2006). Brain-derived neurotrophic factor mechanisms and function in adult synaptic plasticity: new insights and implications for therapy. *Current Opinion in Drug Discovery & Development*, 9, 580-586.
35. Kuvač Kraljević, J., Lenček, M. (2012). Test za procjenjivanje predvještina čitanja i pisanja (PredČiP test) - priručnik. Naklada Slap
36. Livingstone, C. (2013). Insulin-like growth factor-I (IGF-I) and clinical nutrition: review article. *Clinal Science*, 125(6):265-80.
37. Mateos-Aparicio, P., Rodríguez-Moreno, A., (2019). The Impact of Studying Brain Plasticity. *Frontiers in Psychology*, 13 (66).
38. Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A. i Wager, T.D. (2000). Contributions to complex „„Frontal lobe““ tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
39. Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C.E., Vittorio T.J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology*, 9 (2): 134-138.
40. Pitchford, N. J., Papini C., Outhwaite L. A., Gulliford A. (2016). Fine motor skills predict maths ability better than they predict reading ability in the early primary school years. *Frontiers in Psychology* (Vol.7, Art. 783, 1-17).

41. Praag, H., Kempermann, G. i Gage, F.H. (1999). Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus. *Nature Neuroscience*, 2(3), 266-270.
42. Poljaković, Z., (2019). Utjecaj tjelesne aktivnosti na neuroplastičnost mozga i neurorehabilitaciju nakon moždanog udara, *Medicus*, 28(2), 205-211.
43. Reynolds D., Nicolson R.I. (2007). Follow-up of an exercise-based treatment for children with reading difficulties. *Dyslexia*, 13:78–96.
44. Stevens, T.A., To Y., Stevenson, S.J., Lochbaum, M.R. (2008) The importance of physical activity and physical education in the prediction of academic achievement. *Journal of Sport Behavior*, 31 (4): 368–88.
45. Sibley, B.A., Etnier, J. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243-256.
46. Tremarche, P.V., Robinson, E., Graham, L. (2007). Physical education and its effect on elementary testing results. *Physical Educator*, 64(2), 2-9.
47. Trejo, J. L., Carro, E. i Torres-Aleman, I. (2001). Circulating insulin-like growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 21(5), 1628-1634
48. Voss P, Thomas ME, Cisneros-Franco JM, de Villers-Sidani É. (2017). Dynamic Brains and the Changing Rules of Neuroplasticity: Implications for Learning and Recovery. *Frontiers in Psychology*, 8:1657.
49. Weiland, C., Barata, M.C. i Yoshikawa, H. (2014). The co-occurring development of executive function skills and receptive vocabulary in preschool-aged children: A look at the direction of the developmental pathways. *Infant and Child Development*, 23, 4-21.

## **PRILOZI I DODATCI**

### *Prilog 1. Obrazac pristanka roditelja*

Poštovani roditelji!

Za potrebe izrade diplomskog rada studentice Helene Fajić, diplomski studij: Rani i predškolski odgoj i obrazovanje, Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet – odsjek Čakovec provodimo istraživanje na temu: „Utjecaj neposrednog aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece u dobi od 6 godina“.

Cilj ovog istraživanja je istražiti utjecaj neposrednog efekta vježbanja na rezultate „jezičnog testa“ . Sukladno Etičkom kodeksu istraživanja s djecom podaci dobiveni u ovom istraživanju bit će strogo povjerljivi i čuvani. Svi izvještaji nastali na temelju ovog istraživanja koristit će rezultate koji govore o grupi djece ove dobi općenito (nigdje se neće navoditi rezultati pojedinačnog sudionika).

Dozvolu za ispitivanje dobili smo od ravnateljice vrtića, prije ispitivanja željeli smo vas obavijestiti o istraživanju i zatražiti vašu suglasnost. Ukoliko imate bilo kakvih pitanja možete kontaktirati diplomanticu ili mentora:

Helena Fajić, [helena.fajic@gmail.com](mailto:helena.fajic@gmail.com)

Ivan Šerbetar, izv. prof. dr. sc. [iserbetar@gmail.com](mailto:iserbetar@gmail.com)

SUGLASNOST

Suglasan sam da moje \_\_\_\_\_

( ime i prezime djeteta )

sudjeluje u istraživanju za potrebu izrade diplomskog rada studentice Helene Fajić na temu „Utjecaj neposrednog aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece u dobi od 6 godina“ te potvrđujem da sam informiran o svrsi istraživanja te da su istraživači obvezni pridržavati se Etičkog kodeksa o istraživanju s djecom .

\_\_\_\_\_  
( potpis roditelja )

\_\_\_\_\_  
( mjesto i datum )

*Izjava o izvornosti rada*

Ja, Helena Fajić, izjavljujem i potpisom potvrđujem da sam diplomski rad na temu „Utjecaj neposrednog aerobnog vježbanja na predčitačke vještine djece u dobi od 6 godina“ izradila samostalno uz potrebne konzultacije, savjete i uporabu navedene literature pod vodstvom mentora izv. prof. dr. sc. Ivana Šerbetara.

---

Helena Fajić

### *Kratka biografska bilješka*

Helena Fajić rođena je 23. veljače, 1979. godine u Domašincu. Osnovno obrazovanje stekla je u osnovnoj školi Domašinec.. Nakon osnovne škole, 1993. godine upisuje Gimnaziju Čakovec, jezični smjer. Nakon završetka srednje škole, 1997. godine kao redovni student upisuje odgojiteljski studij na Visokoj učiteljskoj školi u Čakovcu. 2020. stječe akademski naziv sveučilišna prvostupnica odgojiteljica djece rane i predškolske dobi te iste godine upisuje izvanredni diplomski studij Ranog predškolskog odgoja i obrazovanja na Učiteljskom fakultetu u Zagrebu - odsjek u Čakovcu.

## *Zahvale*

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Ivanu Šerbetaru na iskazanom povjerenju, vodstvu i korisnim sugestijama tijekom izrade ovog rada. Hvala Vam na podršci, strpljenju i povjerenju te na prenošenju neizmjernog znanja! Također, zahvaljujem se svojoj obitelji bez kojih sve ovo što sam dosad postigla, ne bi bilo moguće.