

# Ispitivanje dijadohokineze u predškolske djece tipičnog razvoja

---

**Vujić, Ivona**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:158:564173>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Education and Rehabilitation Sciences - Digital Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad  
**Ispitivanje dijadohokineze u  
predškolske djece tipičnog razvoja**

Ivona Vujić

Zagreb, travanj, 2024.

Sveučilište u Zagrebu  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad  
**Ispitivanje dijadohokineze u  
predškolske djece tipičnog razvoja**

Ivona Vujić

prof. dr. sc. Draženka Blaži  
dr. sc. Dora Knežević

Zagreb, travanj, 2024.

## Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisao/napisala rad „Ispitivanje dijadohokineze u predškolske djece tipičnog razvoja“ i da sam njegova autorica.

Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Ivona Vujić

Zagreb, 20. ožujka 2024.

## Zahvala

Voljela bih zahvaliti svojoj sumentorici na svakom brzom odgovoru, konstruktivnom komentaru, a ponajviše na toplom osmjehu i riječi. Još jednom ste pokazali da je kompletan stručnjak prije svega dobar čovjek. Hvala mentorici i profesorici Blaži koja je doprinijela razvoju moje ljubavi prema ovom području logopedije kroz obrazovanje, ali i ovaj rad.

Hvala mojoj obitelji bez koje ove riječi ne bi bile iste. Vi ste ti koji su me oblikovali u današnju osobu koja s ponosom i srcem punim emocija želi i na ovaj način reći – hvala.

Vedrane, u periodu formalnog obrazovanja i učenja, ti si bio onaj koji me učio onom težem, a nužnom gradivu. Svojom toplinom, bezuvjetnom podrškom, ljubavlju i gledanjem svijeta na meni do tad nepoznat način uspio si ono o čemu sam mogla samo sanjati. Hvala ti.

Hvala svim mojim prijateljima na tolikoj vjeri u mene. Veronika, Antonija, hvala vam na svakom pitanju i interesu, savjetu i riječi iz srca. Nika, učinila si da naziv „curka s faksa“ prijeđe u naziv „portugalska suputnica“ ali i u još više, u riječ prijateljica.

# Ispitivanje dijadohokineze u predškolske djece tipičnog razvoja

Ivona Vujić

prof. dr. sc. Draženka Blaži

dr. sc. Dora Knežević

Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Odsjek za logopediju

## Sažetak:

Procjena govorne motorike dio je logopedске procjene koja doprinosi ukupnoj procjeni govorno-motoričkih sposobnosti djeteta te diferencijalnoj logopedskoj dijagnostici. Jedan od najvažnijih zadataka govorne motorike je dijadohokineza (DDK), u literaturi poznata i kao maksimalna brzina ponavljanja (MRR). DDK ili MRR, mjera je ponavljanja jednog, dva ili tri različita sloga što je brže i što je preciznije moguće, a literatura ju dijeli na ponavljanje monosilabičke strukture (eng. *Alternate Motion Rates - AMR*) i na ponavljanje polisilabičke strukture (eng. *Sequential Motion Rate - SMR*). Zbog jednostavnosti primjene i velikog doprinosa u znanstvenom i praktičnom radu, DDK je često korištena mjera. Zadatak se sastoji od što bržeg i točnijeg ponavljanja jednog, dva ili tri različita sloga sastavljena od suglasnika /p/, /t/ i /k/ te samoglasnika. Navedeni suglasnici odabrani su zbog svoje prisutnosti u većini jezika (Schwartz i sur., 2012), što omogućuje gotovo univerzalnu primjenu zadatka dijadohokineze (Kent i sur., 2022). Osim toga, suglasnici /p/, /t/ i /k/ te samoglasnici odabrani su jer ih djeca rano usvajaju (McLeod i Crowe, 2018). Unatoč činjenici da se za zadatak dijadohokineze najčešće koriste isti konsonantsko-vokalski slogovi (pa, ta i ka), unutarjezična i međujezična usporedba rezultata najčešće nije moguća zbog primjene različitih protokola istraživanja, zbog čega se javljaju terminološke i metodološke nejednakosti. Ovim radom ispitano je 89 zagrebačke djece predškolske dobi tipičnog razvoja koristeći DDK protokol iz baterije testova za procjenu govorne produkcije. Ispitana su djeca dobi 3;00-7;00 godina. Provedbom neparametrijskih statističkih testova došlo se do sljedećih rezultata: u skladu s istraživanjima u drugim jezicima, pokazalo se kako je proizvodnja DDK točnija i brža s porastom dobi. Također, pokazalo se kako je slog /pa/ najbrže izgovoreni monosilabički slog. Navedeni nalazi idu u prilog podacima o nelinearnom neuromotoričkom razvoju. Nadalje, ovim istraživanjem pokazalo se kako su trisilabičke strukture najsporije proizvedene strukture. U daljnjim istraživanjima potrebno je uključiti veći broj sudionika iz svih dijelova Republike Hrvatske.

Ključne riječi: dijadohokineza, maksimalna brzina ponavljanja, govorna motorika, djeca, govorno motorički razvoj

# Maximum repetition rate in typically developing preschool children

Ivona Vujić

prof. dr. sc. Draženka Blaži

dr. sc. Dora Knežević

University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences, Speech and Language Pathology

## Abstract:

The motor speech assessment is a part of the speech and language pathologist's assessment that contributes to the overall assessment of the child's speech and motor skills as well as differential diagnostics. One of the most important speech motor tasks is diadochokinesis (DDK), also known in the literature as maximum repetition rate (MRR). DDK or MRR is task that involves repetition of one, two or three different syllables as quickly and as precisely as possible, and the literature divides it into repetition of a monosyllabic structure (*Alternate Motion Rates - AMR*) and repetition of a polysyllabic structure (*Sequential Motion Rate - SMR*). Due to the simplicity of application and great contribution in scientific and practical work, DDK is a frequently used motor speech measure. The task consists of repeating one, two or three different syllables composed of consonants /p/, /t/ and /k/ and vowels as quickly and accurately as possible. These consonants were chosen due to their presence in most languages (Schwartz et al., 2012), which allows almost universal application of the task (Kent et al., 2022). In addition, the consonants /p/, /t/ and /k/ and vowels were chosen because children acquire them early (McLeod & Crowe, 2018). Despite the fact that the same consonant-vowel syllables (pa, ta and ka) are most often used for the DDK task, intra- and inter-linguistic comparison of the results is usually not possible due to the implementation of different research methodologies, which is why equality in terminological and methodological terms is something that is necessary and what is aspired to today. In this study, 89 typically developing preschool children from Zagreb were tested with a DDK protocol as part of the test battery for assessing speech production - The Computer Articulation Instrument (CAI). Children aged 3:00-7:00 were examined. By conducting non-parametric statistical tests, several results were found. In accordance with the research in other languages, it has been shown that children are more accurate and faster in the production of DDK with increasing age. Also, it turned out that the syllable /pa/ is the fastest pronounced monosyllabic syllable. The aforementioned findings support the data on nonlinear neuromotor development. Furthermore, this research showed that trisyllabic structures are the slowest produced structures. In further research, it is necessary to include a larger number of respondents from all parts of the Republic of Croatia.

Key words: diadochokinesis, maximum repetition rate, speech motor skills, children, speech motor development

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1 POVIJEST DIJADOHOKINEZE .....	1
1.2 ŠTO JE DIJADOHOKINEZA I KAKO JU MJERIMO .....	2
1.3 MOTORIČKI GOVORNI POREMEĆAJI .....	5
1.4 KLINIČKA ZNAČAJNOST I PRIMJENA ZADATKA DIJADOHOKINEZE.....	7
1.5 DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA .....	9
1.6 COMPUTERIZED ARTICULATORY INSTRUMENT (CAI) (Maassen i sur., 2019). .....	10
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	11
3. METODOLOGIJA.....	12
3.1 SUDIONICI.....	12
3.2 PROCJENA.....	12
3.3 ANALIZA PODATAKA .....	14
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	15
5. OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA .....	24
6. ZAKLJUČAK .....	25
7. LITERATURA .....	27



# 1. UVOD

Govor je jedna od najsloženijih ljudskih radnji koja za svoju realizaciju zahtjeva pokretanje i koordinaciju različitih procesa kao što su disanje, vokalizacija, rezonancija, artikulacija ali i kontrola govorne motorike. Kontrola govorne motorike odnosi se na sustave i strategije koji reguliraju proizvodnju govora, uključujući motoričko planiranje i pripremu pokreta (ponekad zvano motoričko programiranje) i izvršenje planova pokreta koji rezultiraju kontrakcijama mišića i strukturnim pomacima (Kent, 2000). Zbog svoje složenosti i enigmatičnosti, istraživanja na temu govora sežu u davna vremena, a metodologija istraživanja govora mijenjala se kroz vrijeme. Upravo je oralna dijadohokineza jedan od zadataka koji odolijevaju testu vremena i koji nastavlja biti jedan od najvažnijih zadataka govorne motorike.

Oralna dijadohokineza, u nastavku teksta „dijadohokineza“ (DDK) (eng. *Maximum Repetition Rate [MRR]* ili eng. *diadochokinesis*) je sposobnost brzog ponavljanja relativno jednostavnih obrazaca pokreta suprotnih mišićnih kontrakcija (Baken i Orlikoff, 2000) struktura jezika, mekog nepca, usana (Ziegler, 2002) i glasnica (Padovani i sur., 2009). Zadatak se najčešće sastoji od ponavljanja jednog, dva ili tri različita sloga sastavljena od suglasnika /p/, /t/ i /k/ i samoglasnika što je brže i što je preciznije moguće.

Dijadohokineza odražava neuromotoričku zrelost i sposobnost integracije navedenih struktura potrebnih za izvođenje dijadohokineze, a samim time i govora (Baken i Orlikoff, 2000). Navedeni preduvjeti ukazuju kako se dijadohokineza razvija s godinama, tj. da bi se uspješnost izvođenja dijadohokineze kod djece trebala poboljšavati s porastom dobi (Juste i sur., 2012). Također, navodi se kako složenost izgovorene strukture utječe na uspješnost izvedbe dijadohokineze pa tako djeca brže izgovaraju monosilabičke od bisilabičkih ili trisilabičkih struktura (Gao i sur., 2023).

## 1.1 POVIJEST DIJADOHOKINEZE

Test dijadohokineze primjenjuje se već nekoliko desetljeća (Albright, 1946), a svoju je primjenu našao u znanstvenom i kliničkom radu. Ispitujući brze alternirajuće pokrete s ciljem otkrivanja neurološkog odstupanja osobe, Joseph Babinski, poznati neurolog, stvorio je 1902. pojam „dijadohokineza“ (fr. *diadococinésie*) koji dolazi od grčkog *diadochos* - *uspjeti* i *kinesis* -

*pokret* za ovu vrstu testa (Bodranghien i sur., 2016). Dijadohokineza se kroz povijest ispitivala na mnoge načine, a osnova svih inačica zadataka dijadohokineze bila je izvođenje suprotnih pokreta što je brže i točnije moguće. U literaturi se tako može pronaći kako su sudionici trebali lupati rukama o bedro, brzo izmjenjujući dlan i gornju stranu šake (Bodranghien i sur., 2016).

Znanstvenici koji su istraživali govor nastojali su dobiti normativne podatke o oralnoj dijadohokinezi za mnoge dobne skupine i za razne namjene (Kafton-Minkel, 1983). Njihove studije su koristile širok raspon neverbalnih i verbalnih zadataka poput izmjeničnih pokreta tapkanja prstima, otvaranja i zatvaranja donje čeljusti (mandibule), ali i ponavljanja raznih slogova što je brže moguće. Prvotno su se uspoređivale osobe koje mucaju i one koje ne mucaju, dok su kasnija istraživanja uspoređivala one s urednim artikulacijskim vještinama i one s odstupajućim artikulacijskim vještinama (Kafton-Minkel, 1983).

## 1.2 ŠTO JE DIJADOHOKINEZA I KAKO JU MJERIMO

DDK ili MRR, mjera je ponavljanja jednog, dva ili tri različita sloga što je brže i što je preciznije moguće, a literatura ju dijeli na ponavljanje monosilabičke strukture (eng. *Alternate Motion Rates - AMR*) i na ponavljanje polisilabičke strukture (eng. *Sequential Motion Rate - SMR*) (Ben David i Icht, 2017). Neki su autori DDK opisali kao mjeru koja izražava brzinu potrebnu za zaustavljanje određenog motoričkog impulsa i zamjenu za njegovu suprotnost (Juste i sur., 2012 prema Duffy, 2005).

Strukture uključene u izvršavanje zadatka DDK jesu jezik, meko nepce, usne (Ziegler, 2002) i glasnice (Padovani i sur., 2009). Ovaj se zadatak koristi za ispitivanje brzine i koordinacije među navedenim strukturama smještenima u usnoj šupljini (Ziegler, 2002).

Zadatak DDK sastoji se od jednog, dva ili tri različita sloga sastavljena od bilabijala /p/, dentala /t/ i velara /k/ i samoglasnika što je brže i što je preciznije moguće. Spomenuti suglasnici koriste se zbog svoje pojavnosti u većini jezika (Schwartz i sur., 2012) zbog čega je moguća gotovo univerzalna primjena zadatka dijadohokineze (Kent i sur., 2022) kao i zbog ranog usvajanja i proizvodnje kod djece (McLeod i Crowe, 2018). Nadalje, suglasnici /p/, /t/ i /k/ koriste se i zbog ispunjavanja kriterija „mjesta tvorbe“ glasova. Naime, navedeni suglasnici tvore se u različitim, bolje rečeno, međusobno krajnjim dijelovima usne šupljine. Glas /p/ tvori se u prednjem dijelu usne šupljine koristeći okluziju usana, glas /t/ tvori se u srednjem dijelu usne šupljine tako da jezik dodiruje zube dok se glas /k/ tvori u stražnjem dijelu usne šupljine kontrakcijom baze

jezika prema mekom nepcu. Slogovi dobiveni kombiniranjem suglasnika /p/, /t/ i /k/ i samoglasnika tvore tzv. „neriječi“ (pa; ta; ka; pata; taka; pataka). Smatra se kako se upravo korištenjem neriječi ili bolje rečeno nelingvističkih struktura, koje su oslobođene prozodije, omogućuje mjerenje oromotoričkih sposobnosti spontanog govora koji nije pod utjecajem jezika (fonologije) kojeg osoba govori (Tiffany, 1980). Zapravo, jedna od temeljnih pretpostavki zadataka DDK jest da je promatrana razina izvedbe pretežno rezultat neuromotoričkih, a ne lingvističkih vještina (Wilcox i sur., 1996). Pa tako Williams i Stackhouse (1998) navode kako je za produkciju neriječi potrebno konstruirati novi motorički program u mozgu, dok se vještine motoričkog planiranja koriste za ponavljanje te iste sekvence pet puta. U suprotnosti s tim je produkcija poznatih, pravih riječi jer tada osoba za proizvodnju pristupa već pohranjenom motoričkom programu (Williams i Stackhouse, 1998).

Najsloženija od navedenih slogovnih struktura prilikom ispitivanja zadatka dijadohokineze jest kombinacija slogova /pataka/. Kako bi se ova struktura uspješno i opetovano proizvodila potrebna je visoka razina preciznosti proizvodnje slogova i brzina izmjene položaja artikulatora. Jedan od razloga tomu jest to kako je za vrijeme izvođenja navedene slogovne strukture potrebno zaustaviti određeni motorički impuls i zamijeniti ga dijametralno suprotnim pokretom u vrlo kratkom vremenu (Leeper i Jones, 1991).

Kao što je navedeno, test dijadohokineze služi za procjenu funkcije oralnih i laringealnih struktura pa se tako ponavljanje slogovnog niza koristi za procjenu funkcije jezika i usana (Prathanee i sur., 2003), dok se ponavljanje samoglasnika koristi u analizi funkcije grkljana (Leeper i Jones, 1991). Također, zadatak dijadohokineze omogućuje procjenu funkcije grkljana analizom kontrole brzog i pravilnog otvaranja i zatvaranja glasnica (Baken i Orlikoff, 2000).

Tradicionalno, dijadohokineza se mjerila brojem izgovorenih slogova u jedinici vremena (Albright, 1946). Danas postoji nekoliko načina mjerenja dijadohokineze. Dva najčešće korištena načina su: brojanje broja slogova proizvedenih u zadanoj vremenskoj jedinici (metoda brojanja po vremenu) ili izračunavanje vremena potrebnog za proizvodnju određenog broja slogova (Fletcher, 1972). Gadesmann i Miller (2008) predložili su još jedan način mjerenja a to je maksimalni broj izgovorenih slogova na jednom dahu. Razlog kojim se ova metoda objašnjava jest kako se pravi rezultat može iskriviti zbog vremena potrebnog da sudionik ponovno udahne.

Prisutna su brojna istraživanja o dijadohokinezi kod djece i odraslih koje je teško međusobno usporediti upravo zbog različitih načina izračuna brzine dijadohokineze. U literaturi tako

možemo pronaći kako su se brzina proizvodnje dijadohokineze za grčki jezik izražavale u broju sekundi potrebnih za proizvodnju deset slogova (Tafiadis i sur., 2022), brzina dijadohokineze za nizozemski jezik izračunavala se u prosječnom broju slogova po sekundi (Van Haaften i sur., 2021), dok se brzina izvedbe dijadohokineze za hebrejski jezik izražavala u prosječnom broju slogova proizvedenih u 10 sekundi (Icht i Ben-David, 2021).

Nešto rjeđi oblik ispitivanja dijadohokineze jest usporedba uspješnosti proizvodnje monosilabičkih struktura (AMR) u odnosu na višesilabičke strukture (SMR). Postojeća istraživanja koja su uspoređivala broj proizvedenih monosilabičkih struktura i s bisilabičkim i trisilabičkim u odraslih osoba navodi kako osobe proizvode više i brže polisilabičke strukture (Rozenstoks i sur., 2020; Ziegler i sur., 2019). Trenutno su prisutna dva možebitna objašnjenja ove pojave. Prvo je to da su osobe uspješnije zbog prisutnosti koartikulacije za vrijeme proizvodnje konstrukcije /pataka/ te zbog nje uspijevaju brže preći s jednog glasa na drugi (Ziegler i sur., 2019) sugerirajući da je time olakšana izvedba i postignuta artikulacijska prednost u odnosu na AMR zadatke. Pa tako uočavamo kako je na primjer, u slučaju produkcije SMR sekvence /pata/ omogućeno artikulacijsko preklapanje usnenih i jezičnih pokreta, dok isto nije moguće pri ponavljanju istog sloga (tj. /papa/ ili /tata/). Drugo objašnjenje osvrće se na motoričke programe povezane s jezičnim funkcijama na višim razinama i govorno motoričkim sustavima na nižim razinama. Bohland i suradnici (2009) su predložili GODIVA (Gradient Order DIVA) model koji donosi još jedan od mogućih razloga veće uspješnosti odraslih na SR zadacima. Prikazi veličine sloga u konačnici su odabrani putem fonološkog kodiranja, a oni aktiviraju najprikladnije senzomotorne programe, naređujući izvođenje planiranog zvuka (Bohland i sur., 2009). Pri odabiru motoričkog programa za određeni slog (kao što je /pa/) odabrani program aktivno je inhibiran odmah nakon odabira kako bi se izbjegao ponovni odabir, uspoređujući opetovanu proizvodnju tog istog sloga. Inhibicija odabranog motoričkog programa može objasniti sporije izvršavanje AMR sekvenci (/papa/) u odnosu na SMR sekvence (/pata;/ /pataka/) (Bohland i sur., 2009).

Istraživanja u odraslih na ovu temu potvrđuju prednost SMR rezultata nad AMR rezultatima, no isto se ne može reći i za dječju populaciju. Iako su autori odvojeno prijavili brzine SMR-a i AMR-a i komentirali samo opći inkrementalni obrazac zadataka SMR-a i AMR-a od 2-godišnjaka do srednje odrasle dobi, vidljivo je da su djeca postigla manje brzine pri proizvodnji sloga za SMR zadatke u usporedbi s AMR zadacima (Lancheros i sur., 2023 prema Kent i sur., 2022). Jedna od teorija koja objašnjava ove rezultate krije se s druge strane objašnjenja datog za razjašnjenje rezultata odrasle populacije. Uočen je smanjen stupanj koartikulacije kod djece

u usporedbi s odraslima (Lancheros i sur., 2023). Nadalje, djeca, za razliku od odraslih govore smanjenom brzinom govora (Smith i Goffman, 1998) te kontrola govorno motoričkih procesa nije automatizirana kao u odraslih (Smith i Zelaznik, 2004). Cheng i suradnici (2007) iznose kako postoje jasne razlike u trajanju i vremenskoj koordinaciji pokreta jezika između 6- do 7-godišnjaka i zrelih govornika, uz kontinuirano usavršavanje artikulacijske kontrole u kasnoj adolescenciji (Cheng i sur., 2007).

Mjere dijadohokineze pomažu logopedima u diferencijalnoj dijagnostici poremećaja kao što su dječja govorna apraksija (Murray i sur., 2015) kao i u praćenju napretka terapije klijenta (Chen i sur., 2022). No, kako bi test dijadohokineze pomogao u određivanju dijagnoze, potrebno je imati norme, odnosno, referentne vrijednosti koje su utvrđene za populaciju osoba s kojima logoped radi. Mjere dijadohokineze u djece iznesene su za brojne jezike poput engleskog (Fletcher, 1972; Canning i Rose, 1974), perzijskog (Zamani i sur., 2017), tajlandskog (Prathanee i sur., 2003), portugalskog govorenog u Brazilu (Modolo i sur., 2011), hebrejskog (Icht i Ben-David, 2021) i grčkog (Tafiadis i sur., 2022). Izračunate vrijednosti uvelike pomažu u dijagnostici motoričko – govornih poremećaja kod djece te u praćenju napretka osobe u terapiji.

Dobiveni su i rezultati prvih istraživanja brzine dijadohokineze kod hrvatske djece urednog razvoja dobi 5;04 - 7;07 godina za monosilabičke, bisilabičke i trisilabičke strukture. Pa tako Knežević (2022) iznosi kako je medijan za monosilabičke strukture iznosio 5.0 (SD=0.49), za bisilabičke strukture 5.3 (SD=0.55) dok je za trisilabičke strukture iznosio 5.5 (SD=0.79).

### 1.3 MOTORIČKI GOVORNI POREMEĆAJI

Kao što je istaknuto ranije u tekstu, izvedba govora zahtijeva niz motoričkih predradnji koje svojim točnim i pravovremenim djelovanjem rezultiraju zvučnom realizacijom jezika. Ako su kod osobe prisutne teškoće s motoričkim predradnjama, najčešće se radi o motoričkim govornim poremećajima. Motorički govorni poremećaji su apraksija i dizartrija, a mogu biti kongenitalni ili stečeni (ASHA, n.d.). Yoss i Darley (1974) navode da bi brzina izvedbe DDK mogla biti jedan od faktora koji bi pomogao u diferencijalnoj dijagnostici motoričkih govornih poremećaja od drugih govorno jezičnih poremećaja.

Dječja govorna apraksija (DGA) definira se kao neurološki dječji govorni poremećaj u kojem su narušeni preciznost i dosljednost pokreta na kojima se govor temelji, bez prisustva

neuromišićnih odstupanja (neprimjereni refleksi i tonus) (ASHA, 2007). Oštećenje u djece s DGA može se opisati kao nedostatak u transformaciji fonoloških kodova u motoričke govorne naredbe (Nijland, 2003 prema Terband i sur., 2009). Ishod ovog deficita je nerazumljiv, nedosljedan i robotiziran govor zbog teškoća tempiranja artikulatora i prijelaza sa zvuka na glas te prijelaza sa sloga na slog (ASHA, 2007). Iz navedenog, lako se zaključuje kako dijete s dijagnozom dječje govorne apraksije pokazuje teškoće u svim aspektima govora. Ipak, djeca s dijagnozom DGA dijele karakteristike poput smanjene razumljivosti, sporog napretka u terapiji i jezičnog kašnjenja s djecom s drugim jezično govornim teškoćama (ASHA, 2007). Zbog nemogućnosti diferenciranja DGA od drugih jezično govornih poremećaja, počele su se razvijati metode koje bi isključile prisutnost drugih poremećaja i sa sigurnošću označile postojanje DGA. Tako se pokazalo da se djeca s DGA i djeca s fonološkim poremećajem razlikuju u broju pogrešaka pri izgovoru vokala u pseudoriječima (Ziethe i sur., 2013). Nadalje, djeca s DGA razlikovala su se od djece tipičnog razvoja u ponavljanju monosilabičkih riječi i rečenice s fonološki sličnim riječima (Iuzzini-Seigel i sur., 2017).

U literaturi postoji niz različitih metoda i protokola kojima se pokušao postaviti zlatni standard za diferencijalnu dijagnostiku DGA. Iako su se kriteriji mijenjali, jedna od karakteristika koja dugo ne gubi na značajnosti u području diferencijalne dijagnostike DGA je brzina DDK.

Djeca s dijagnozom dječje govorne apraksije razlikovala su se od djece urednog razvoja u broju proizvedenih trisilabičkih struktura u zadatku DDK (Thoonen i sur., 1996). Dubljom analizom otkrilo se kako su djeca s dijagnozom dječje govorne apraksije proizvodila više grešaka pri proizvodnji trisilabičke strukture te da im je bilo potrebno više pokušaja kako bi uspješno proizveli sekvencu /pataka/ u usporedbi s djecom tipičnog razvoja (Thoonen i sur., 1996). Novije istraživanje Murray i sur. (2015) iznosi objektivne mjere kojima bi se lakše dijagnosticirala dječja govorna apraksija te eliminirao neki drugi motorički govorni poremećaj. Sukladno tome, navodi se kako točnost produkcije višesložnih riječi te oralni motorički pregled koji uključuje zadatak dijadohokineze mogu biti dovoljni za pouzdano identificiranje dječje govorne apraksije i isključivanje strukturalnih abnormalnosti koje imaju sličnu kliničku sliku kao i DGA ili dizartija

Dizartija nastaje zbog slabosti mišića koji sudjeluju u govoru ili zbog teškoća kontroliranja istih (Mayo Clinic, 2022). Teškoće se očituju u narušenoj razumljivosti, glatkoći, glasnoći i jasnoći artikulacije (Sternic i sur., 2012). Wit i suradnici (1993) pokazali su kako je zadatak DDK moćan alat i u dijagnosticiranju spastične dizartije kod djece. Skoro dva desetljeća kasnije, Thoonen i suradnici (2009) utvrdili su kako se spastična dizartija može dijagnosticirati

na temelju rezultata ponavljanja istih slogova (/papapa;/ /tatata;/ /kakaka/) i rezultata maksimalnog vremena trajanja proizvodnje vokala. Tim istim istraživanjem, ističe se kako je s pomoću rezultata ponavljanja različitih slogova (pataka) i rezultata maksimalnog vremena trajanja proizvodnje frikativa moguće dijagnosticirati dječju govornu apraksiju, odnosno isključiti prisutnost dijagnoze spastične dizatrije ili drugog jezično govornog poremećaja (Thonnen i sur., 2009).

Za australski engleski jezik, autori navode kako točnost ponavljanja trisilabičke sekvence /pətəkə/, u kombinaciji s postotkom točno izgovorenih fonema, prozodijskim karakteristikama i prisutnosti segregacije slogova na višesložnom testu mogu poslužiti za pouzdano razlikovanje dječje govorne apraksije od dizatrije, fonološkog poremećaja ili nekog drugog govornog poremećaja (Murray i sur., 2015).

Iako se motorički govorni poremećaji izdvajaju od tipičnog govora i kašnjenja u jezično-govornom razvoju po svojim specifičnostima (pogreške u proizvodnji samoglasnika, neobična prozodija, sporiji tempo govora) i unutar motoričkih govornih poremećaja postoje distinktivne specifičnosti (Shriberg i sur., 2012). Kao što je i navedeno, za točnu proizvodnju neriječi poput /pataka/ osoba treba izgraditi novi motorički program. Ako osoba ima teškoće s produkcijom iste, može se posumnjati na teškoće motoričkog planiranja i programiranja. Teškoće motoričkog programiranja i planiranja specifične su za dječju govornu apraksiju (Shriberg i sur., 2012). Svi ovi nalazi dodatno potkrjepljuju ideju kako je DDK bitna mjera u diferencijalnoj dijagnostici motoričkih govornih poremećaja.

#### 1.4 KLINIČKA ZNAČAJNOST I PRIMJENA ZADATKA DIJADOHOKINEZE

Ackermann i suradnici su 1995. godine, kao i brojni autori prije njih, uočili kako je kod osoba kod kojih su u pozadini neurološke teškoće, primijećeno odstupanje u rezultatima testa dijadohokineze. Odnosno, uočeno je kako zadaci oralne dijadohokineze predstavljaju osjetljivu mjeru orofacijalnog motoričkog oštećenja.

Pronađeno je da su broj slogova i brzina izvođenja zadatka dijadohokineze smanjeni kod osoba s Parkinsonovom bolešću (Rowe i sur., 2022). Multivarijatna analiza pokazala je da Parkinsonovu bolest, kao i Friedreichovu ataksiju karakterizira vrlo specifičan profil izvedbe dijadohokineze (Ackermann i sur., 1995).

Osobe s nefluentnom primarnom progresivnom afazijom i progresivnom apraksijom govora pokazale su odstupajuću koordinaciju, brzinu, preciznost i broj ponavljanja u odnosu na kontrolnu skupinu (Rowe i sur., 2022) prilikom izvođenja zadatka DDK.

Izvještava se kako su rezultati osoba s dijagnozom progresivne ataksije pokazali narušenu dosljednost, brzinu, preciznost i broj ponavljanja u usporedbi s kontrolnom skupinom za zadatak dijadohokineze (Rowe i sur., 2022). Nadalje, kod osoba s amiotrofičnom lateralnom sklerozom primijećena narušena brzina, preciznost i broj ponovljenih slogova (Rowe i sur., 2022).

Kao što je i rečeno, zadatak dijadohokineze složen je proces koji zahtjeva sudjelovanje i koordinaciju brojnih struktura. Gutanje je aktivnost koja dijeli sličnost s aktivnošću dijadohokineze. Naime, gutanje i govor koriste iste strukture koje pomažu u izvršavanju zadatka. O tome nam svjedoči i podatak kako postoji povezanost između proizvodnje zadatka dijadohokineze i rizika od gutanja. Hara i suradnici (2015) naglašavaju da bi rezultati dobiveni mjerenjem uzastopne proizvodnje slogova *pa-ta-ka* mogli biti značajan klinički pokazatelj u procjeni rizika teškoća gutanja. U jednom istraživanju je sama dijadohokineza predviđjela disfagiju, a prediktivna sposobnost poboljšala se u kombinaciji s probirnim testovima za disfagiju (Festic i sur., 2016).

Dokoza i Heđever (2010) iznose kako je prosječno trajanje slogova djece koja mucaju u prosjeku bilo dulje te da su imali manju prosječnu brzinu izgovora slogova unutar zadatka dijadohokineze u odnosu na kontrolnu skupinu. U istraživanju Smith i suradnika (2012) pokazalo se kako djeca predškolske dobi koja mucaju proizvode zadatak DDK jednakom točnošću kao i djeca urednog razvoja. Ipak, u populaciji djece koja mucaju prisutna je veća varijabilnost indeksa oralne motoričke koordinacije. Ti rezultati idu u prilog tvrdnji da djeca predškolske dobi s dijagnozom mucanja kasne u procesu kontrole govorne motorike u odnosu na vršnjake urednog razvoja (Smith i sur., 2012).

Pokazalo se također kako se rezultati dijadohokineze ipak mogu poboljšati vježbanjem. Kratka klinička intervencija bila je učinkovita u poboljšanju funkcije gutanja, oralne dijadohokineze i kontrole plaka kod starijih pacijenata s blagom demencijom nakon 3 mjeseca praćenja (Chen i sur., 2022). Poboljšani rezultati dijadohokineze mogu nam ukazati na sveopću bolju govornu izvedbu pojedinca.

Mjera dijadohokineze, koja se primarno koristi u logopedске svrhe pronašla je širu primjenu. Pokazalo se kako su osobe kod kojih je prisutan neki oblik motoričke abnormalnosti, a kod



kojih je posljedično povećan rizik od razvoja psihoze, proizvodile konsonante s većom varijabilnošću kao i da su imale veću varijabilnost brzine govora nego kontrolna skupina u dva od tri govorna zadatka (dijadohokineza i govor u čitanju) (Hitczenko i sur., 2023).

Uz varijablu „brzina izvođenja slogova“ čimbenici poput varijabilnosti, preciznosti i međuslogovne pauze doprinose diferencijalnoj dijagnozi neuromotoričkih poremećaja (Ben-David i Icht, 2018).

## 1.5 DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Unatoč povelikom broju istraživanja brzine izvedbe DDK kod djece, korištenje različite metodologije onemogućuje međusobnu usporedbu rezultata dobivenih za različite jezike. Uz navedene različite načine mjerenja DDK, dodatnu prepreku usporedbi rezultata čini i korištenje različitih protokola mjerenja DDK budući da jedinstveni protokol trenutno ne postoji. Pa tako Icht i Ben-David (2014) predlažu da bi sudionik prvo trebao vježbati sekvencu /pataka/ prije snimanja te iste sekvence u trajanju od 10 sekundi te da bi ta ista sekvenca trebala biti isključena iz analize ako je trajala kraće od 10 sekundi. Nadalje, zadatak DDK za perzijsku djecu prezentiran je od strane ispitivača (Zamani i sur., 2017), dok je u ispitivanju Diepeveen i sur. (2019) taj isti zadatak prezentiran unaprijed snimljenom audio snimkom.

Tendencija uspostavljanja univerzalnog načina mjerenja dijadohokineze temelji se na želji za usporedbom izvedbi DDK među različitim jezicima. Analizirajući podatke iz različitih jezika (engleski, portugalski, grčki i farsi), pokazalo se da je DDK mjera osjetljiva na varijacije u jeziku (Ben-David i Icht, 2016 prema Icht i Ben-David, 2016). Unatoč tomu što je rezultate dijadohokineze teško usporediti, može se zaključiti kako su brzine izvedbe dijadohokineze različite u različitim jezicima. Ben David i Icht (2017) tumače tu spoznaju različitim objašnjenjima:

- 1) brzina govora varira u različitim jezicima,
- 2) postoje velike razlike u segmentalnim obilježjima različitih jezika,
- 3) postoje velike razlike u nesegmentalnim obilježjima različitih jezika; brojni jezici imaju različite strukture i duljine riječi pa će tako govornici određenog jezika koji ima više duljih riječi u svom inventaru potencijalno postizati bolje rezultate na zadacima proizvodnje trisilabičkih struktura u dijadohokinezi.

Navedeni razlozi još jednom ističu važnost stvaranja normi specifičnih za određeni jezik.

## 1.6 COMPUTERIZED ARTICULATORY INSTRUMENT (CAI) (Maassen i sur., 2019).

Računalni instrument za artikulaciju (CAI) računalni je program koji sadrži bateriju govornih testova. Instrument se može koristiti za procjenu fonološkog i govorno-motoričkog razvoja. CAI računalni program originalni je nizozemski proizvod.

CAI nudi mogućnost ispitivanja sljedećih zadataka:

1. Imenovanje slika (eng. *Picture naming*);
2. Ponavljanje riječi (eng. *Word repetition*);
3. Imitacija ne-riječi (eng. *Non-word imitation*);
4. Ponavljanje ne-riječi (eng. *Non-word repetition*);
5. Dijadohokineza (eng. *Maximum Repetition Rate*)

U ovom se istraživanju koristio dio baterije testova koji ispituje dijadohokinezu. Budući da je CAI računalni program nizozemski proizvod, u ovom se istraživanju koristila eksperimentalna verzija na hrvatskom jeziku, uz dopuštenje autora. Za svako ispitivanje DDK se izračunava kao broj slogova proizvedenih u sekundi, što rezultira sa šest parametara: MRR-pa, MRR-ta, MRR-ka, MRR-pataka, MRR-pata i MRR-taka. Kako bi se odredio broj slogova i trajanje izvedbe, sekvenca se prikazuje u obliku vala na oscilogramu. U analizu su uključeni slogovi s najmanje pet ispravno proizvedenih slogova. Granice slogova određuju se na temelju vizualnih i slušnih informacija. Prasak bezvučnih okluziva koristi se za lokaliziranje početka sloga. Iz analize su isključeni prvi i zadnji slog. Nakon toga se DDK/MRR izračunava dijeljenjem ukupnog broja slogova s trajanjem sekvence.

## 2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Dijadohokineza kao mjera brzine i preciznosti izvođenja sekvencionalnih pokreta jednostavan je, a moćan alat koji uvelike doprinosi u diferencijalnoj dijagnostici govorno-jezičnih poremećaja. Ovo istraživanje teži postaviti temelj za daljnji razvoj normi kojima se izražava brzina izvedbe dijadohokineze kod djece urednog razvoja kao referencijalnih točaka u logopedskom radu. Obzirom na to da podataka o ovoj problematici u Republici Hrvatskoj nema, ovim istraživanjem pokušalo se odgovoriti na dva pitanja:

1. postoji li razlika u uspješnosti izvedbe zadataka DDK s obzirom na silabičku složenost struktura, te
2. razlikuju li se djeca s obzirom na dob u uspješnosti izvedbe zadataka dijadohokineze

Cilj ovog istraživanja jest ispitivanje dijadohokineze u predškolske djece. Na temelju svega navedenog, postavljaju se sljedeće hipoteze:

H1: Uspješnost prosječnog broja slogova izgovorenih u sekundi vremena smanjivat će se s brojem različitih slogova. Djeca će biti najuspješnija u proizvodnji monosilabičkih struktura, a najmanje uspješna u proizvodnji trisilabičkih struktura.

H2: Uspješnost prosječnog broja slogova izgovorenih u sekundi vremena povećavat će se s dobi. Starija djeca u prosjeku će proizvesti veći broj slogova izgovorenih u sekundi vremena od mlađe djece.

### 3. METODOLOGIJA

#### 3.1 SUDIONICI

Uzorak sudionika ovog istraživanja je neprobabilistički. Točnije, on je kombinacija prigodnog uzorka i uzorka dobrovoljaca. Sudionici su bila djeca koja redovito pohađaju Dječji vrtić Markuševec. U ispitivanju je sudjelovalo 89 djece od čega 49 djevojčica što čini 55,06% od ukupnog udjela sudionika dok su preostalih 44,94% činili dječaci, odnosno njih 40. Dobni raspon djece kretao se od 3;00 do 6;11 godina. Djeca su podijeljena u četiri grupe prema dobi i to u rasponu od 3;00-4;00, 4;01-5;00, 5;01-6;00 te 6;01-7;00 godina (Tablica 1). U istraživanje nisu uključena djeca s intelektualnim ili senzoričkim teškoćama, motoričkim deficitima, razvojnim jezičnim poremećajem kao niti djeca s neurološkim odstupanjima

*Tablica 1. Broj sudionika u različitim dobnim skupinama*

<b>DOB</b>	<b>BROJ DJECE</b>	<b>POSTOTAK</b>
3;00-4;00	26	29,5%
4;01-5;00	20	22,7%
5;01-6;00	23	26,1%
6;01-7;00	19	21,7%

#### 3.2 PROCJENA

Protokol koji se provodio u ovom istraživanju napravljen je i korišten za potrebe doktorskog rada Knežević (2022). Sukladno rečenome, u nastavku teksta, opisan je tijek provedbe protokola.

Ispitivanje je trajalo između 5 i 10 minuta. Sudionici su testirani individualno u tihoj prostoriji Dječjeg vrtića Markuševec za vrijeme boravka u skupinama. Ispitivač i sudionik sjedili su za stolom na kojem je prijenosno računalo smješteno u položaju udobnom za oboje. Oboje su nosili slušalice. Nakon što su ispunjeni svi ranije navedeni preduvjeti, počelo je ispitivanje. U CAI računalnom programu sudioniku su puštane zvučne snimke uputa i zadataka koji se zahtijevaju od njega. Izvedbe DDK-a izazvane su s pomoću računalnog protokola koji se sastoji od govornih uputa i primjera. Primjeri izvedbe DDK-a kreću se od monosilabičkih preko trisilabičkih do bisilabičkih struktura te od sporijih prema bržim izvedbama. Sve govorne upute

i primjeri prevedeni su s nizozemskog na hrvatski jezik a snimljene su od strane educiranih izvornih govornica hrvatskog jezika u Laboratoriju za slušnu i govornu akustiku Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta (detaljnije u Knežević, 2022). Digitalizirani su pri frekvenciji uzorkovanja od 44 kHz i razlučivosti od 16 bita.

Sudionik je prvotno dobio uputu ("Sada ćeš čuti čudnu riječ.", "Moraš ponoviti riječ točno onako kako ju čuješ."). Zatim je slijedio zvučni primjer točne izvedbe (Tablica 2). Uputa koja je slijedila razlikovala se jedino u broju proizvedenih slogova. Posljednje dvije upute od sudionika su zahtijevale da sekvencu proizvede brže. Naposljetku, posljednju uputu nije slijedio zvučni primjer točne izvedbe.

Po završetku, audio snimka se automatski spremala. Ispitivač je analizirao sudionikovu izvedbu koristeći CAI računalni program s ugrađenim Praatom.

*Tablica 2. Protokol procjene DDK za jednosložne, dvosložne i trosložne nizove (prema Diepeveen i sur., 2019., str. 4, tablica 2.)*

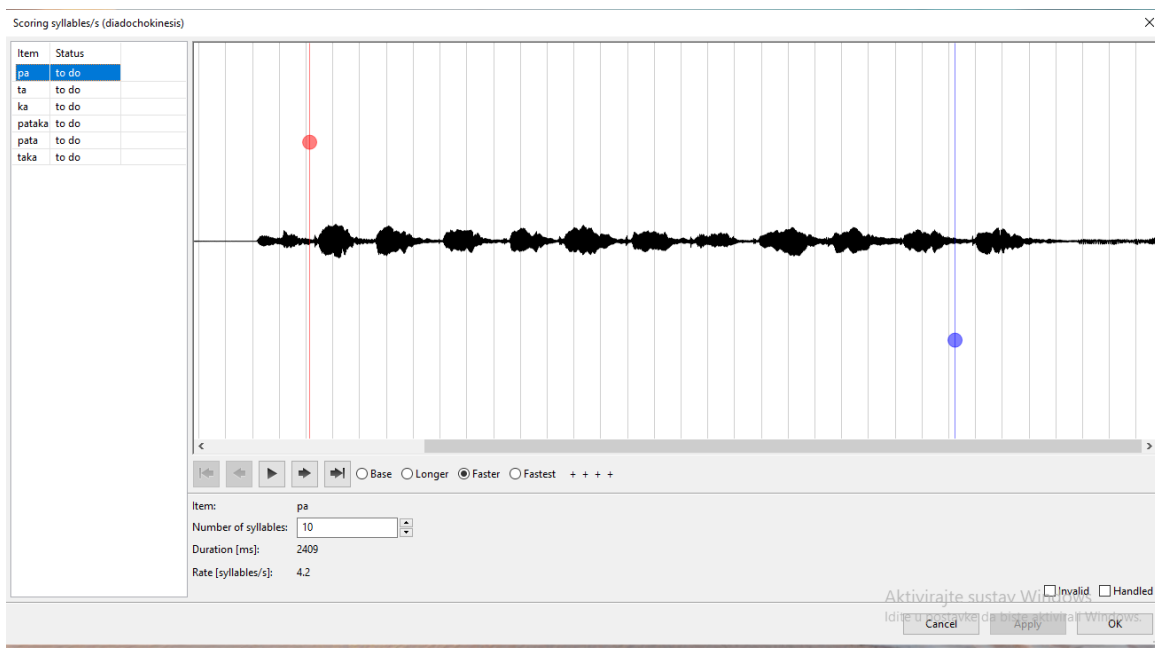
SEKVENCA	ZVUČNI PRIMJER	BRZINA GOVORA
pa 3x pa 6x pa 12x pa ≥9x	Da Da Da Ne	Normalna brzina govora Normalna brzina govora Veća brzina govora Najveća moguća brzina govora
ta 3x ta 6x ta 12x ta ≥9x	Da Da Da Ne	Normalna brzina govora Normalna brzina govora Veća brzina govora Najveća moguća brzina govora
ka 3x ka 6x ka 12x ka ≥9x	Da Da Da Ne	Normalna brzina govora Normalna brzina govora Veća brzina govora Najveća moguća brzina govora
pataka 3x pataka 6x pataka 12x pataka ≥9x	Da Da Da Ne	Normalna brzina govora Normalna brzina govora Veća brzina govora Najveća moguća brzina govora
pata 3x pata 6x pata 12x pata ≥9x	Da Da Da Ne	Normalna brzina govora Normalna brzina govora Veća brzina govora Najveća moguća brzina govora
taka 3x taka 6x taka 12x taka ≥9x	Da Da Da Ne	Normalna brzina govora Normalna brzina govora Veća brzina govora Najveća moguća brzina govora

### 3.3 ANALIZA PODATAKA

Prema uputama za provedbu CAI testa, analizirane su samo posljednje dvije sekvence DDK zadatka (one u kojima su sadržane upute "brže" i "što je brže moguće"). Iz analize su isključeni prvi i posljednji slog, a u nastavak analize ubrajale su se samo sekvence s najmanje 3 preostala sloga (Diepeveen i sur., 2019). Razlog isključivanja prvog i posljednjeg sloga iz analize jest što govornici često proizvode prvi slog jačim intenzitetom te duljim trajanjem, a posljednji slog često produljuju (Diepeveen i sur., 2019). Sve to doprinosi narušavanju točnosti rezultata dobivenih proizvodnjom sekvenci.

Otvorivši audio snimku, na zaslonu se pojavio oscilogram u kojem se jasno vide proizvedeni slogovi (Slika 1). Sve audio snimke vizualno su pregledane i preslušane prije početka analiziranja. Iz snimke je izrezan prvi i zadnji proizvedeni slog te se s pomoću naznačenih strelica označio dio snimke koji je preostao za analiziranje. Nakon manualnog označavanja početka i kraja snimke koja ide u daljnju obradu, na zaslonu se prikazalo točno vrijeme koje je bilo potrebno da sudionik proizvede tražene slogove. Mjera dijadohokineze izražavala se kao prosječni broj slogova koje je sudionik proizveo u sekundi vremena dijelivši broj proizvedenih slogova s vremenom potrebnim za proizvodnju istih.

Slika 1. Prikaz analize audio snimke CAI računalnim programom za monosilabički slog /pa/



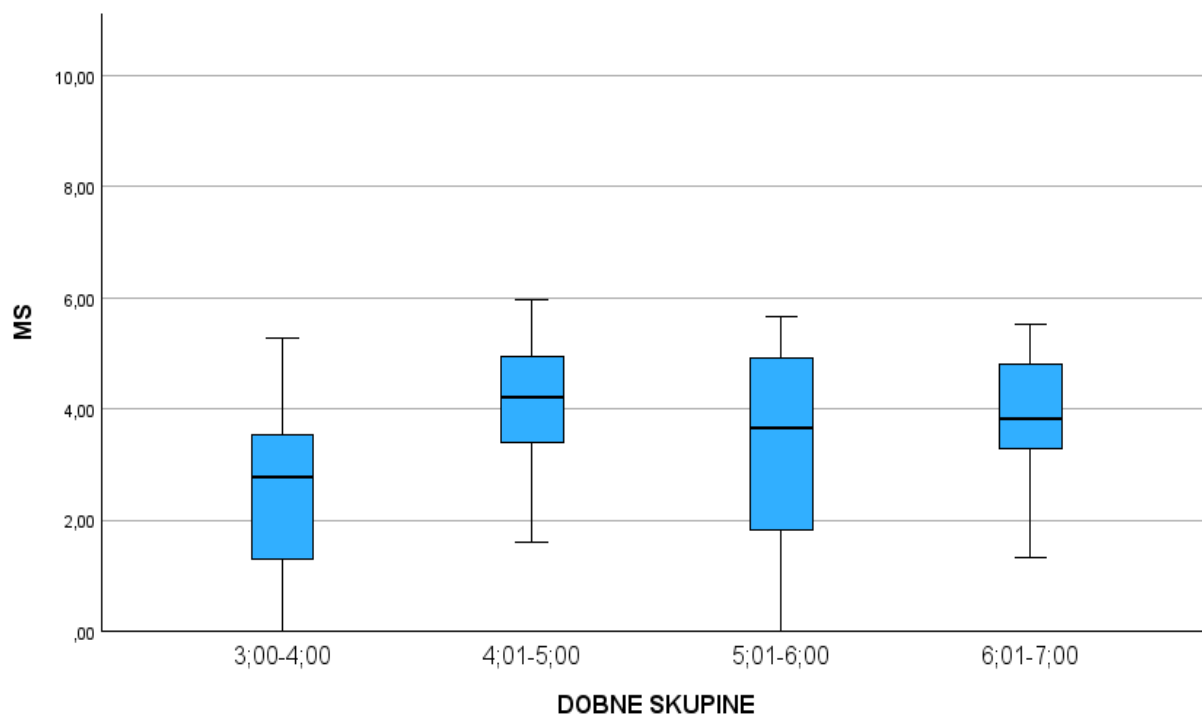
#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

Prikupljeni rezultati analizirani su s pomoću softvera SPSS verzija 29.0.2.0 (IBM Corp., Armonk, NY, SAD). Za testiranje hipoteza ovog istraživanja proveden je Kruskal Wallis test kako bi se usporedio broj ponavljanja DDK i auditivno-perceptivnih karakteristika prema dobnoj skupini. Ako je postojala značajna razlika prema dobnoj skupini, provedena je post hoc analiza s pomoću Bonferronijevog testa kako bi se ispravila vrijednost razine značajnosti. Razina značajnosti analize postavljena je na  $p < 0.05$ , a veličina učinka mjerena je parcijalnim eta kvadratom.

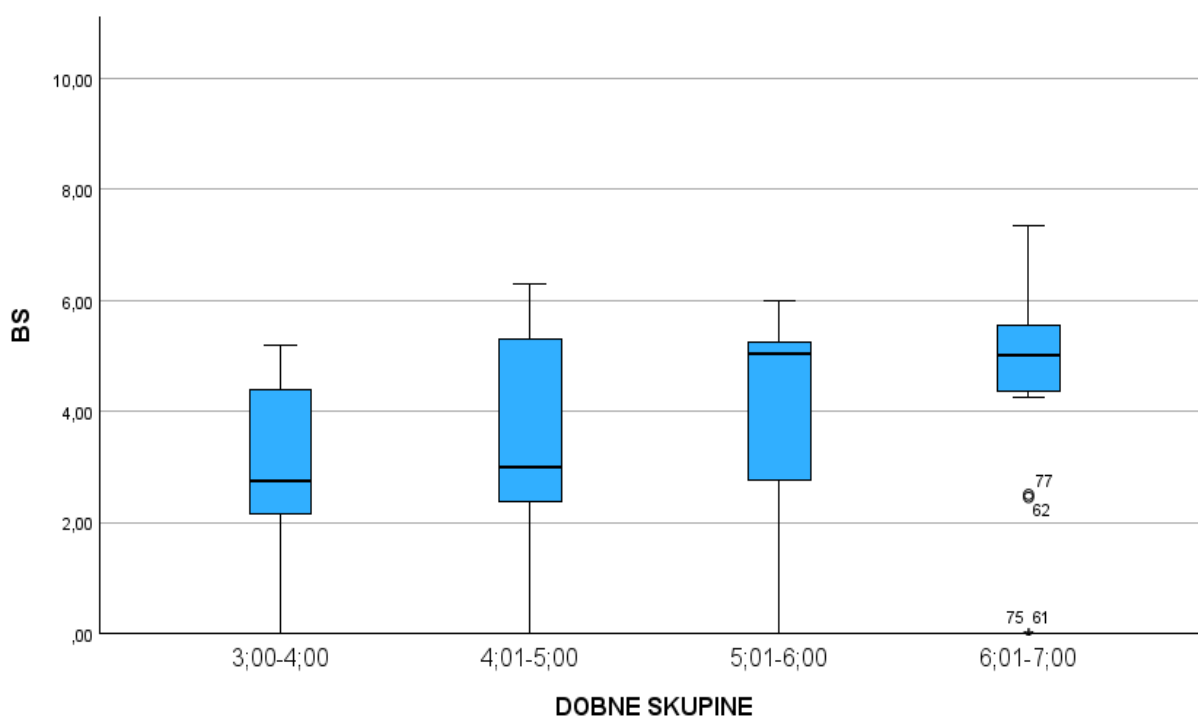
Također, korišten je i Friedmanov test kako bi se usporedila uspješnost izvođenja sekvenci različite silabičke složenosti i kako bi se usporedila uspješnost izvođenja različitih monosilabičkih sekvenci. Ako je utvrđena statistički značajna razlika, provedena je post hoc analiza s Wilcoxonovim testovima ranga s predznakom uz primijenjenu Bonferronijevu korekciju, što je rezultiralo razinom značajnosti postavljenom na  $p < 0.017$ .

U svijetu postoji tendencija stvaranja univerzalnog testa DDK koji će omogućiti inter- i međujezičnu usporedbu rezultata testa DDK. Ovaj rad pridružuje se tim težnjama iznoseći rezultate testa DDK u predškolske djece tipičnog razvoja. U tablicama 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9 iznesene su prosječne vrijednosti DDK (minimalna vrijednost MIN., maksimalna vrijednost MAX., medijan C., poluinterkvartilno raspršenje Q) za svaku dobnu skupinu djece kao i za različite silabičke strukture (monosilabičke MS; bisilabičke BS; trisilabičke TS).

Tablica 3. Grafički prikaz minimalne vrijednosti, maksimalne vrijednosti i medijana za sve dobne skupine pri proizvodnji monosilabičkih sekvenci

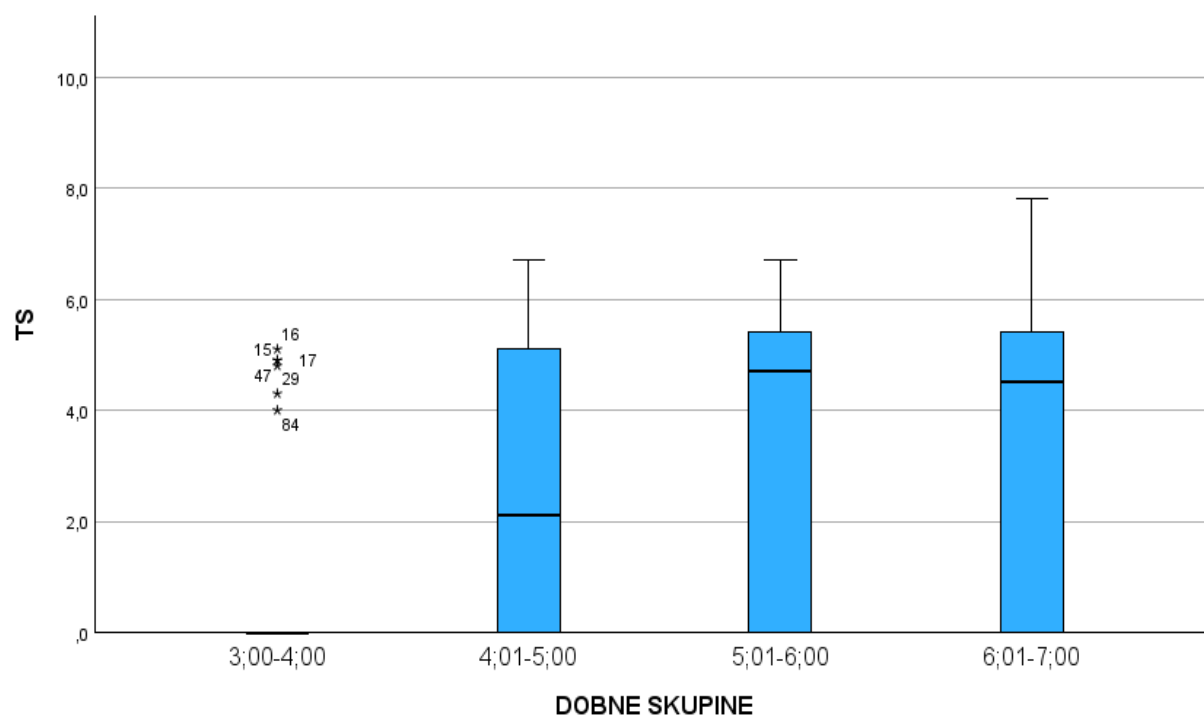


Tablica 4. Grafički prikaz minimalne vrijednosti, maksimalne vrijednosti i medijana za sve dobne skupine pri proizvodnji bisilabičkih sekvenci





Tablica 5. Grafički prikaz minimalne vrijednosti, maksimalne vrijednosti i medijana za sve dobne skupine pri proizvodnji trisilabičkih sekvenci



Tablica 6. Deskriptivna statistika za skupinu sudionika dobi 3;00-4;00 rezultata maksimalne brzine ponavljanja (slog/s)

	MIN	MAX	C	Q
MS	0	5.27	2.7667	1.36665
BS	0	5.20	2.7500	1.175
TS	0	5.1	0	0

Tablica 7. Deskriptivna statistika za skupinu sudionika dobi 4;01-5;00 rezultata maksimalne brzine ponavljanja (slog/s)

	MIN	MAX	C	Q
MS	1.6	5.97	4.2000	0.785
BS	0	6.3	3.0000	1.49375
TS	0	6.7	2.100	2.575

Tablica 8. Deskriptivna statistika za skupinu sudionika dobi 5;01-6;00 rezultata maksimalne brzine ponavljanja (slog/s)

	MIN	MAX	C	Q
MS	0	5.67	3.6667	1.6
BS	0	6.0	5.0500	1.3
TS	0	6.7	4.700	2.7

Tablica 9. Deskriptivna statistika za skupinu sudionika dobi 6;01-7;00 rezultata maksimalne brzine ponavljanja (slog/s)

	MIN	MAX.	C	Q
MS	1.33	5.53	3.8333	0.8
BS	0	7.35	5.0000	0.7
TS	0	7.8	4.500	2.7

Prva hipoteza odnosila se na uspješnost proizvodnje sekvenci različite silabičke složenosti. Pretpostavilo se kako će se uspješnost prosječnog broja slogova izgovorenih u sekundi vremena

smanjivati s brojem različitih slogova. Konkretnije, djeca će biti najuspješnija u proizvodnji monosilabičkih struktura, a najmanje uspješna u proizvodnji trisilabičkih struktura.

U skupini djece dobi 3;00-4;00 godine prisutna je statistički značajna razlika u proizvodnji slogova različite silabičke složenosti ( $\chi^2(2) = 14.000$ ,  $p < 0.001$ ).

Post hoc analizom za skupinu djece dobi 3;00-4;00 godine utvrđene su statistički značajne razlike između svih silabičkih struktura. Pa tako uočavamo statistički značajnu razliku između monosilabičkih i bisilabičkih ( $Z = -2.558$ ,  $p = 0.011$ ) struktura. Djeca su brže proizvodila bisilabičke strukture (srednji rang 2=13.31) u odnosu na monosilabičke strukture (srednji rang 1=10.08). Nadalje, postoji statistički značajna razlika između monosilabičkih i trisilabičkih ( $Z = -2.903$ ,  $p = 0.004$ ) struktura. Monosilabičke strukture (srednji rang 1=12.44) izgovorene su brže od trisilabičkih struktura (srednji rang 2=6.40).

Usporedbom bisilabičkih i trisilabičkih struktura, utvrđena je statistički značajna razlika između bisilabičkih i trisilabičkih ( $Z = -3.530$ ,  $p < 0.001$ ). Trisilabičke strukture (srednji rang 2=5.30) proizvedene su sporije od bisilabičkih struktura (srednji rang 1=14.39).

Ovim nalazom uočava se kako su trisilabičke strukture bile sporije proizvedene strukture od monosilabičkih struktura što ide u prilog rezultatima Kent (1987) i Gao i sur. (2023). U radu novijeg datuma dano je moguće objašnjenje tome. Brzi slijed kretanja monosilabičkih struktura kao jedinica u nizovima, može se smatrati balističkim pokretima (Lehiste, 1970 prema Gao i sur., 2023). Ti pokreti imaju unaprijed određeni vremenski obrazac i pokreću se kao cjelina, a pokreti se sami po sebi ne mogu modificirati (Craik, 1947). Budući da su monosilabičke strukture dobro naučene jedinice, mogu se izvršiti kao balistički pokreti kontinuirano i točno velikom brzinom (Gao i sur., 2023). U prilog svemu rečenome, navodi se kako su, uz određene greške u proizvodnji polisilabičkih struktura te strukture nekoj djeci bile u potpunosti nove (Gao i sur., 2023). Tada ti novi pokreti ne mogu doseći razinu balističkih pokreta i rezultiraju dužim trajanjem (Gao i sur., 2023).

U skupini djece dobi 4;01-5;00, 5;01-6;00 godina te 6;01-7;00 godina nisu pronađene statistički značajne razlike u brzini izvedbe struktura različite silabičke složenosti. Ono što se pak pokazalo jest da je u svim skupinama najbrža sekvenca bila ona koja je sadržavala dva različita sloga, odnosno bisilabička struktura.

Ovim nalazima može se zaključiti kako se prva hipoteza djelomično potvrđuje.

Drugi cilj bio je utvrditi jesu li djeca predškolske dobi uspješnija u proizvodnji zadataka DDK s porastom dobi.

Provodeći Kruskal-Wallis test pokazale su se statistički značajne razlike među dobnim skupinama u uspješnosti izvođenja monosilabičkih, bisilabičkih i trisilabičkih sekvenci kod djece predškolske dobi.

Uspješnost proizvodnje monosilabičkih sekvenci na testu DDK, mjerena prosječnim brojem proizvedenih slogova se statistički značajno razlikuje s relativno velikim učinkom između trogodišnje, četverogodišnje, petogodišnje i šestogodišnje djece ( $\chi^2(3) = 14.107$ ,  $p = 0.03$ ,  $E^2 = 0.160$ ).

Post hoc analizom, Dunn-Bonferroni testovima, pronađene su statistički značajne razlike u uspješnosti proizvodnje monosilabičkih sekvenci između trogodišnjaka (srednji rang=29.94) i četverogodišnjaka ( $p=0.019$ ) u korist četverogodišnjaka (srednji rang=54.98) kao i između trogodišnjaka i šestogodišnjaka ( $p=0.006$ ) u korist šestogodišnjaka (srednji rang=52.76). Nema statistički značajne razlike u uspješnosti proizvodnje monosilabičkih sekvenci između trogodišnjaka i petogodišnjaka.

Uspješnost proizvodnje bisilabičkih struktura na testu DDK, mjerena prosječnim brojem proizvedenih slogova se statistički značajno razlikuje s relativno velikim učinkom između trogodišnje, četverogodišnje, petogodišnje i šestogodišnje djece ( $\chi^2(3) = 13.700$ ,  $p = 0.03$ ,  $E^2 = 0.160$ ).

Post hoc analizom, Dunn-Bonferroni testovima, pronađene su statistički značajne razlike u uspješnosti proizvodnje bisilabičkih struktura između trogodišnjaka (srednji rang=31.07) i petogodišnjaka ( $p=0.031$ ) u korist petogodišnjaka (srednji rang=51.59) kao i između trogodišnjaka i šestogodišnjaka ( $p=0.004$ ) u korist šestogodišnjaka (srednji rang=57.34). Nema statistički značajne razlike u uspješnosti proizvodnje bisilabičkih struktura između trogodišnjaka i četverogodišnjaka.

Uspješnost proizvodnje trisilabičkih struktura na testu DDK, mjerena prosječnim brojem proizvedenih slogova se statistički značajno razlikuje s umjerenim učinkom između trogodišnje, četverogodišnje, petogodišnje i šestogodišnje djece ( $\chi^2(3) = 10.406$ ,  $p = 0.015$ ,  $E^2 = 0.12$ ).

Post hoc analizom, Dunn-Bonferroni testovima, pronađene su statistički značajne razlike u uspješnosti proizvodnje trisilabičkih struktura između trogodišnjaka (srednji rang=33.26) i

petogodišnjaka ( $p=0.037$ ) u korist petogodišnjaka (srednji rang=51.37) kao i između trogodišnjaka i šestogodišnjaka ( $p=0.045$ ) u korist šestogodišnjaka (srednji rang=51.89). Nema statistički značajne razlike u uspješnosti proizvodnje trisilabičkih struktura između trogodišnjaka i četverogodišnjaka.

Povećanje vrijednosti DDK-a s porastom dobi u djece predškolske dobi u skladu je s dosadašnjim istraživanjima u različitim jezicima (Yaruss i Logan, 2002; Sehr, 2013; Jang i sur., 2020; Gao i sur., 2023). Robbins i Klee (1987) ovu pojavu objašnjavaju sveopćim razvojnim napretkom orofaringealnog motoričkog sustava. Nadalje, moguće je da je povećanje brzine govora uvjetovano poboljšanjem u kontroli govorne motorike (Nip i Green, 2013). Unatoč odsutnosti statistički značajnih razlika među određenim skupinama pri proizvodnji specifičnih silabičkih struktura, uočavaju se veće vrijednosti DDK u starije djece. Taj nalaz u skladu je s nekom od dostupne literature budući da Sehr (2013) navodi kako djeca s povećanjem dobi uistinu postaju brža u proizvodnji DDK sekvenci unatoč odsustvu statistički značajnih razlika među dobnim skupinama.

Dodatna tema koja je obrađena u ovom radu jest i točnost proizvodnje DDK u djece. Kao što je spomenuto, sve sekvence koje su bile kraće od 5 slogova, one u kojima je sudionik zamijenio slogove, izbacio vokale ili pak odbio proizvesti slog bile su označene vrijednošću 0. Tijekom ispitivanja, subjektivno je zamijećeno kako su djeca mlađe kronološke dobi proizvodila više pogrešaka prilikom ispitivanja. Objektivnom analizom, to se i potvrdilo (Tablica 10). Tako djeca u dobi 3;00-4;00 godine proizvode najviše pogrešaka koje se, porastom kronološke dobi, smanjuju. U istraživanju Vance i sur. (2005) utvrđeno je kako su ponavljanja dužih struktura rezultirala s više grešaka u izvedbi kod sve djece dobi 3-7 godina. Sehr (2013) izvještava kako je skupina četverogodišnje djece proizvodila više artikulacijskih grešaka prilikom izvođenja zadataka DDK od skupine djece od pet i šest godina. Nadalje, novije istraživanje Gao i sur. (2023) iznosi kako su ponavljanja polisilabičkih sekvenci bila sporija, manje precizna i manje pravilna od ponavljanja monosilabičkih sekvenci (Gao i sur., 2023). Iste nalaze pronašli su i Diepeveen i sur. (2019) koji ovu pojavu objašnjavaju činjenicom kako su dvosložne i trosložne sekvence artikulacijski puno teže za izgovoriti nego jednosložne sekvence (Diepeveena i sur., 2019 prema Wong i sur., 2011). Također, kinematičke studije proizvodnje govora općenito sugeriraju da kako djeca postaju starija, postaju manje varijabilna u pogledu na vrijeme, brzinu, amplitudu i svoj uzorak pokreta govora (Walsh i Smith, 2002 prema Watkin i Fromm, 1984).

Tablica 10. Broj iskaza označenih vrijednošću 0 u sekvencama različite silabičke složenosti podijeljeno po dobnim skupinama

DOB	MS	BS	TS
3;00-4;00	6	3	21
4;01-5;00	0	1	10
5;01-6;00	1	1	11
6;01-7;00	1	2	9

Još jedna kvalitativna analiza izvedbe DDK odnosila se na analizu uspješnosti izvedbe monosilabičkih slogova /pa/, /ta/ i /ka/. U skupini djece dobi 6;01-7;00 pronađena je statistički značajna razlika u proizvodnji slogova /pa/, /ta/ i /ka/ ( $\chi^2(2) = 13.522, p=0.001$ ). Monosilabički slog /pa/ (srednji rang=10.54) bio je brže proizveden slog u odnosu na slog /ta/ (srednji rang=4.00). Također, slog /pa/ (srednji rang=9.88) bio je brže proizveden slog u odnosu na slog /ka/ (srednji rang=6.50). Zaključuje se kako su djeca dobi 6;01-7;00 godina u skupini monosilabičkih slogova proizvodila slog /pa/ najbrže.

U preostale tri skupine nisu pronađene statistički značajne razlike u brzini proizvodnje slogova /pa/, /ta/ i /ka/, ali se uočava progresivno smanjenje broja slogova izgovorenih u sekundi kada su glasovi potrebni za proizvodnju sloga bili smješteni posteriornije u usnoj šupljini, primjerice u slučaju proizvodnje sloga /ka/ (Tablica 11).

U istraživanju uspješnosti izvedbe zadataka DDK kod nizozemske djece predškolske dobi pokazalo se kako je monosilabički slog /pa/ bio najbrže izgovoren slog, slijedio ga je slog /ta/ dok je slog /ka/ bio najsporije izgovoren slog (Diepeveen i sur., 2019). Sve to upućuje da su pokreti usana i vrška jezika (pokreti potrebni za proizvodnju glasova /p/, odnosno /t/) lakši pokreti od onih učinjenih stražnjim dijelom jezika (pokreti potrebni za proizvodnju glasa /k/). Točnije, Padovani i suradnici (2009) objašnjavaju kako bi ta pojava mogla biti zbog činjenice kako je potrebno manje napora za proizvodnju labijalnih fonema, poput glasa /p/. Nadalje, jezični hrbat, koji sudjeluje u proizvodnji sloga /ka/, ima veću masu od vrška jezika (potrebno za proizvodnju sloga /ta/) (Kuberski i Gafos, 2019) te je samim time potrebno više vremena da se jezični hrbat pokrene. Paralelno s tim, vrijeme potrebno za uključenje glasnica (eng. *voice onset time, VOT*) dulje je što je mjesto artikulacije glasova smješteno dalje u usnoj šupljini.

Također, u obzir treba uzeti i uključenost drugih mišićnih skupina potrebnih za proizvodnju određenih glasova, pa i slogova (Padovani i sur., 2009). Ono što pak pridonosi superiornosti sloga /pa/ u odnosu na slog /ta/ jest to da se kontrola usana i čeljusti razvija ranije od kontrole vrška jezika (Terband i sur., 2009).

*Tablica 11. Prosječan broj slogova izgovorenih u sekundi po dobnim skupinama za monosilabičke sekvence*

DOB	PA	TA	KA
3;00-4;00	2.28	1.94	1.78
4;01-5;00	2.38	1.78	1.85
5;01-6;00	2.33	1.87	1.80
6;01-7;00	2.61	1.89	1.50

## 5. OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja pokazuju kako postoje statistički značajne razlike u brzini izvedbe struktura različite silabičke složenosti za najmlađu skupinu sudionika, no kod ostalih skupina sudionika taj dokaz je izostao. Nadalje, usporedbe skupina različite dobi na proizvodnji DDK pokazale su statistički značajnu razliku samo između nekih skupina. Razlog ovih nekonzistentnih rezultata mogao bi biti malen broj ispitanika zbog kojeg statistika podliježe velikom utjecaju rezultata ekstremnih vrijednosti.

Ograničenje koje je svakako moglo utjecati na rezultate istraživanja odnosi se na sami jezično-govorni status djece. Kako bi se povećala kontrola ispitanika, u budućim je istraživanjima potrebno, prije same provedbe DDK testa, ispitati djecu drugim jezičnim i govornim testovima kako bi se sa sigurnošću mogla utvrditi populacija djece urednog razvoja. Nadalje, ispitana su djeca samo jednog zagrebačkog vrtića što ne dopušta generalizaciju rezultata na svu djecu govornike hrvatskog jezika. Kako bi se u budućnosti stvorile norme za DDK potrebno je obuhvatiti veći broj sudionika iz svih dijelova Hrvatske. Također, kako bi se dobila šira slika o razvoju DDK kroz godine, valjalo bi u skupinu sudionika predškolske djece uključiti djecu od dvije godine.



## 6. ZAKLJUČAK

Test dijadohokineze moćan je alat u području logopedije, kako znanstvenom tako i praktičnom. Test DDK jednostavan je za provedbu i analizu koja nam donosi bitne informacije o govorno-motoričkom statusu osobe. Za uspješnu proizvodnju brze i izmjenjujuće sekvence potrebno je uredno funkcioniranje sustava zaduženih za govor, točnije neurološkog i motoričkog sustava (Baken i Orlikoff, 2000). Važnost korištenja dijadohokineze kao dijela sveobuhvatne logopedске procjene već je godinama prisutna. Zbog svojeg bitnog doprinosa u diferencijalnoj dijagnostici kao i u praćenju napretka terapije, a i zbog jednostavnosti primjene, test DDK nastavlja biti važan alat u logopedskom radu. Svoju ulogu test DDK pronašao je i u Hrvatskoj. Iako trenutno ne postoje norme za test DDK, teži se postaviti iste.

Prvi cilj ovog rada bio je provjeriti prisutnost porasta vrijednosti testa DDK s porastom dobi u predškolske djece. Kao i u brojnim jezicima u kojima je provođen test DDK, tako i u hrvatskom jeziku, uočava se povećanje broja slogova izgovorenih u sekundi s porastom dobi djeteta. Usko vezano uz to, uočila se i prisutnost smanjenja artikulacijskih pogrešaka s porastom dobi kao i to da je veći broj starije djece uspješno proizveo trisilabičke strukture /pataka/. Ove pojave mogu se objasniti postupnim sazrijevanjem neurološkog i motoričkog (Robbins i Klee, 1987) sustava budući da se govor djece bitno razlikuje od govora odraslih.

Drugi je cilj ovog rada bio ispitati uspješnost proizvodnje sekvenci s obzirom na silabičku složenost istih. U studijama u kojima su se ispitivale odrasle osobe, pokazalo se kako su polisilabičke strukture te koje se izgovaraju brže u većem broju u odnosu na monosilabičke strukture (Rozenstoks i sur., 2020, Ziegler i sur., 2019). Ovaj fenomen objašnjava se dvama možebitnim odgovorima. Prvo objašnjenje krije se u procesu koartikulacije (Ziegler i sur., 2019). Naime, u proizvodnji polisilabičke sekvence /pataka/ artikulatori uzimaju djelić procesa za proizvodnju određenog glasa kako bi proizveli glas koji slijedi. Samim time, vrijeme za proizvodnju povezane sekvence /pataka/ kraće je od proizvodnje monosilabičke sekvence /pa/, /ta/ ili /ka/. Za uzastopnu proizvodnju monosilabičke sekvence artikulatori moraju iznova proizvesti cijeli pokret što povećava vrijeme potrebno za proizvodnju istih. Drugo objašnjenje dolazi iz neuroloških i psiholingvističkih krugova. Budući da svaki govorni iskaz podliježe brojnim pregradnjama, onima koje su zadužene za planiranje i programiranje pokreta, ništa drugačije nije ni sa sekvencama DDK. Bohland i suradnici (2009) navode kako je za uzastopnu proizvodnju monosilabičkih sekvenci potrebno svaki puta iznova aktivirati motorički program

čime se više vremena oduzima za opetovanu proizvodnju monosilabičkih od polisilabičkih struktura.

No, situacija za dječju populaciju ne potvrđuje nalaze pronađene u odraslih pa su tako djeca u kantonskom jeziku brže proizvodila monosilabičke sekvence (Gao i sur., 2023). Objašnjenje tome se također može kriti u objašnjenjima datima za odraslu populaciju. Kao što je i poznato, dječja mogućnost planiranja i programiranja govora kao i koartikulacija nisu iste kao u odraslih, odnosno, razvijaju se s godinama (Baken i Orlikoff, 2000). Tome u prilog ide i činjenica kako su u ovom istraživanju predškolska djeca niže kronološke dobi bila manje uspješna u točnoj proizvodnji trisilabičkih sekvenci. Ovim istraživanjem se pak nije u potpunosti moglo dokazati kako su djeca uspješnija u proizvodnji monosilabičkih sekvenci u odnosu na polisilabičke sekvence. Odnosno, prisutnost ove pojave dokazana je samo za najmlađu skupinu sudionika u dobi od 3;00-4;00 godine.

Dodatno istražene pojave jesu one vezane uz brzinu proizvodnje monosilabičkih slogova. Slog /pa/ bio je najbrže proizveden slog u odnosu na slog /ta/ i slog /ka/ što upućuje na nelinearni neurološki i motoričko-govorni razvoj djece.

Ovim radom pokušali su se postaviti temelji za razvoj normi testa DDK u djece predškolske dobi urednog razvoja. U budućim radovima potrebno je ispitati veći broj sudionika iz različitih dijelova Republike Hrvatske. Tim normama omogućila bi se lakša diferencijalna dijagnostika kao i međujezična usporedba rezultata.

## 7. LITERATURA

1. Ackermann, H., Hertrich, I. i Hehr, T. (1995). Oral diadochokinesis in neurological dysarthrias. *Folia phoniatrica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, 47(1), 15–23. <https://doi.org/10.1159/000266338>
2. Albright, R. T. (1946), The motor abilities of speakers with good and poor articulation. *Speech Monogr.*, 13, 164-172.
3. American Speech-Language-Hearing Association ASHA <https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/articulation-and-phonology/> - pristupljeno 7.siječnja 2024
4. American Speech-Language-Hearing Association. (2007). Childhood apraxia of speech [Technical report]. <http://www.asha.org/policy>
5. Baken RJ i Orlikoff RF (2000): Speech movements; in Baken RJ, Orlikoff RF: *Clinical Measurement of Speech and Voice*, ed 2. San Diego, Singular Thomson Learning, pp 511–557.
6. Ben-David, B. M. i Icht, M. (2017). Oral-diadochokinetic rates for Hebrew-speaking healthy ageing population: non-word versus real-word repetition. *International journal of language & communication disorders*, 52(3), 301–310. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12272>
7. Ben-David, B. M. i Icht, M. (2018). The Effect of Practice and Visual Feedback on Oral-Diadochokinetic Rates for Younger and Older Adults. *Language and Speech*, 61(1), 113-134. <https://doi.org/10.1177/0023830917708808>
8. Bodranghien, F., Bastian, A., Casali, C., Hallett, M., Louis, E. D., Manto, M., Mariën, P., Nowak, D. A., Schmahmann, J. D., Serrao, M., Steiner, K. M., Strupp, M., Tilikete, C., Timmann, D. i van Dun, K. (2016). Consensus Paper: Revisiting the Symptoms and Signs of Cerebellar Syndrome. *Cerebellum (London, England)*, 15(3), 369–391. <https://doi.org/10.1007/s12311-015-0687-3>
9. Bohland, J. W., Bullock, D. i Guenther, F. H. (2010). Neural representations and mechanisms for the performance of simple speech sequences. *Journal of cognitive neuroscience*, 22(7), 1504–1529. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21306>

10. Canning, B. A. i Rose, M. F. (1974). Clinical measurements of the speed of tongue and lip movements in British children with normal speech. *The British journal of disorders of communication*, 9(1), 45–50. <https://doi.org/10.3109/13682827409011607>
11. Chen, M. A., Liu, C. K., Yang, Y. H., Huang, S. T., Yen, C. W., Kabasawa, Y. i Huang, H. L. (2022). Clinical-based oral rehabilitation programme improved the oral diadochokinesis and swallowing function of older patients with dementia: A randomised controlled trial. *Journal of oral rehabilitation*, 49(12), 1163–1172. <https://doi.org/10.1111/joor.13375>
12. Cheng, H. Y., Murdoch, B. E. i Goozée, J. V. (2007). Temporal features of articulation from childhood to adolescence: an electropalatographic investigation. *Clinical linguistics & phonetics*, 21(6), 481–499. <https://doi.org/10.1080/02699200701325043>
13. Diepeveen, Sanne, van Haafden, Leenke, Terband, Hayo, de Swart, Bert i Maassen, Ben. (2019). A Standardized Protocol for Maximum Repetition Rate Assessment in Children. *Folia Phoniatria et Logopaedica*. 71. 1-13. 10.1159/000500305.
14. Festic, E., Soto, J. S., Pitre, L. A., Leveton, M., Ramsey, D. M., Freeman, W. D., Heckman, M. G. i Lee, A. S. (2016). Novel Bedside Phonetic Evaluation to Identify *Dysphagia and Aspiration Risk*. *Chest*, 149(3), 649–659. <https://doi.org/10.1378/chest.15-0789ž>
15. Fletcher S. G. (1972). Time-by-count measurement of diadochokinetic syllable rate. *Journal of speech and hearing research*, 15(4), 763–770. <https://doi.org/10.1044/jshr.1504.763>
16. Gadesmann, M. i Miller, N. (2008). Reliability of speech diadochokinetic test measurement. *International journal of language & communication disorders*, 43(1), 41–54. <https://doi.org/10.1080/13682820701234444>
17. Gao, R., Yuen, J. T. W., Li, X. X. i To, C. K. S. (2023). Oral Diadochokinetic Performance on Perceptual and Acoustic Measures for Typically Developing Cantonese-Speaking Preschool Children. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 66(5), 1445–1466. [https://doi.org/10.1044/2023\\_JSLHR-22-00426](https://doi.org/10.1044/2023_JSLHR-22-00426)
18. Hara, Shuichi, Miura, Hiroko, Katsuya, Kawanishi, Toyoshita, Yoshifumi i Koshino, Hisashi. (2015). The Relationship between Articulation and Probability of Aspiration in the Rural Community-dwelling Elderly. *老年歯科医学*. 97-102. 10.11259/jsg.30.97.
19. Hitczenko, K., Segal, Y., Keshet, J., Goldrick, M., i Mittal, V. A. (2023). Speech characteristics yield important clues about motor function: Speech variability in

- individuals at clinical high-risk for psychosis. *Schizophrenia (Heidelberg, Germany)*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.1038/s41537-023-00382-9>
20. Icht, M. i Ben-David, B. M. (2016). Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *Journal of Communication Disorders*, 48, 27–37.
  21. Icht, M. i Ben-David, B. M. (2021). Evaluating rate and accuracy of real word vs. non-word diadochokinetic productions from childhood to early adulthood in Hebrew speakers. *Journal of communication disorders*, 92, 106112. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2021.106112>
  22. Iuzzini-Seigel, J., Hogan, T. P., & Green Jordan, R. (2017). Speech inconsistency in children with childhood apraxia of speech, language impairment, and speech delay: Depends on the stimuli. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(5), 1194–1210. [https://doi.org/10.1044/2016\\_JSLHR-S15-0184](https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-S15-0184)
  23. Jang, Jisu, Choe, Yu i Ha, Seunghee. (2020). Characteristics of Diadochokinesis in Typically Developing Children and Adults. *Audiology and Speech Research*. 17. 10.21848/asr.200072.
  24. Juste, F. S., Rondon, S., Sassi, F. C., Ritto, A. P., Colalto, C. A. i Andrade, C. R. (2012). Acoustic analyses of diadochokinesis in fluent and stuttering children. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 67(5), 409–414. [https://doi.org/10.6061/clinics/2012\(05\)01](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(05)01)
  25. Kafton-Minkel, C. (1983). Adult oral diadochokinesis rates : preliminary normative data. Dissertations and Theses. Paper 3339. <https://doi.org/10.15760/etd.5232>
  26. Kent R. D. (2000). Research on speech motor control and its disorders: a review and prospective. *Journal of communication disorders*, 33(5), 391–428. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(00\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(00)00023-X)
  27. Kent R.D., Kim Y. i Chen L.-m (2022). Oral and Laryngeal Diadochokinesis across the Life Span: A Scoping Review of Methods, Reference Data, and Clinical Applications. *J. Speech Lang. Hear. Res.* 65:574–623. doi: 10.1044/2021\_JSLHR-21-00396.
  28. Kent, R. D., Kent, J. i Rosenbek, J. (1987). Maximal performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 367–387.
  29. Knežević, D. (2022). Phonological abilities of children with childhood apraxia of speech (Disertacija). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:158:300210> 16. siječnja 2024.

30. Kuberski, S. R. i Gafos, A. I. (2019). The speed-curvature power law in tongue movements of repetitive speech. *PloS one*, *14*(3), e0213851. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213851>
31. Lancheros, M., Friedrichs, D. i Laganaro, M. (2023). What Do Differences between Alternating and Sequential Diadochokinetic Tasks Tell Us about the Development of Oromotor Skills? An Insight from Childhood to Adulthood. *Brain sciences*, *13*(4), 655. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040655>
32. Leeper HA i Jones E. (1991) Frequency and intensity effects upon temporal and aerodynamic aspects of vocal fold diadochokinesis. *Percept Mot Skills*, *73*:880–882.
33. Maassen B., van Haaften L., Diepeveen S., Terband H. , van den Engel-Hoek L., Veenker T. i de Swart B. (2019). Computer Articulatie Instrument. Handleiding Radboudumc & Boom.
34. Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2022, May 17). Dysarthria. Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/dysarthria/symptoms-causes/syc-20371994>
35. Modolo, D. J., Berretin-Felix, G., Genaro, K. F. i Brasolotto, A. G. (2011). Oral and vocal fold diadochokinesis in children. *Folia phoniatrica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, *63*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1159/000319728>
36. Murray, E., McCabe, P., Heard, R. i Ballard, K. J. (2015). Differential diagnosis of children with suspected childhood apraxia of speech. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, *58*(1), 43–60. [https://doi.org/10.1044/2014\\_JSLHR-S-12-0358](https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-S-12-0358)
37. Nip, I. S. i Green, J. R. (2013). Increases in cognitive and linguistic processing primarily account for increases in speaking rate with age. *Child Development*, *84*(4), 1324–1337. <https://doi.org/10.1111/cdev.12052>
38. Padovani, M., Gielow, I. i Behlau, M. (2009). Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, *67*(1), 58–61. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2009000100015>
39. Pavičić Dokoza, K. i Hedeveer, M. (2010). Motoričke govorne vještine djece koja mucaju. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, *46* (1), 69-79. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/56855>

40. Prathanee, B., Thanaviratananich, S. i Pongjanyakul, A. (2003). Oral diadochokinetic rates for normal Thai children. *International journal of language & communication disorders*, 38(4), 417–428. <https://doi.org/10.1080/1368282031000154042>
41. Robbins, J. i Klee, T. (1987). Clinical assessment of oropharyngeal motor development in young children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52(3), 271–277.
42. Rowe, H. P., Gochyev, P., Lammert, A. C., Lowit, A., Spencer, K. A., Dickerson, B. C., Berry, J. D. i Green, J. R. (2022). The efficacy of acoustic-based articulatory phenotyping for characterizing and classifying four divergent neurodegenerative diseases using sequential motion rates. *Journal of neural transmission (Vienna, Austria : 1996)*, 129(12), 1487–1511. <https://doi.org/10.1007/s00702-022-02550-0>
43. Rozenstoks, K., Novotny, M., Horakova, D. i Ruzs, J. (2020). Automated Assessment of Oral Diadochokinesis in Multiple Sclerosis Using a Neural Network Approach: Effect of Different Syllable Repetition Paradigms. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 28(1), 32–41. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2019.2943064>
44. Sehr, K. H. (2013). The study of diadochokinetic (DDK) rate and accuracy in typically developing children. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 14(1), 321-327.
45. Shriberg, L. D., Lohmeier, H. L., Strand, E. A. i Jakielski, K. J. (2012). Encoding, memory, and transcoding deficits in Childhood Apraxia of Speech. *Clinical linguistics & phonetics*, 26(5), 445–482. <https://doi.org/10.3109/02699206.2012.655841>
46. Smith, A. i Goffman, L. (1998). Stability and patterning of speech movement sequences in children and adults. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 41(1), 18–30. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4101.18>
47. Smith, A. i Zelaznik, H. N. (2004). Development of functional synergies for speech motor coordination in childhood and adolescence. *Developmental psychobiology*, 45(1), 22–33. <https://doi.org/10.1002/dev.20009>
48. Smith, A., Goffman, L., Sasisekaran, J. i Weber-Fox, C. (2012). Language and motor abilities of preschool children who stutter: evidence from behavioral and kinematic indices of nonword repetition performance. *Journal of fluency disorders*, 37(4), 344–358. <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2012.06.001>
49. Sternic, N., Mijajlovic, M., Tomic, G. i Pavlovic, A. (2012). Dysarthria and mutism. *Frontiers of neurology and neuroscience*, 30, 83–85. <https://doi.org/10.1159/000333422>

50. Tafiadis, D., Zarokanellou, V., Voniati, L., Prentza, A., Drosos, K., Papadopoulos, A. i Ziavra, N. (2022). Evaluation of Diadochokinesis in Greek Preschoolers With Speech Sound Disorders Using a Diadochokinetic Rates Protocol. *Communication Disorders Quarterly*, 43(3), 172–181. <https://doi.org/10.1177/15257401211017065>
51. Terband, H., Maassen, B., Guenther, F. H., & Brumberg, J. (2009). Computational neural modeling of speech motor control in childhood apraxia of speech (CAS). *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(6), 1595–1609. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/07-0283\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/07-0283))
52. Terband, Hayo & van Brenk, Frits, Van Lieshout, Pascal, Nijland, Lian i Maassen, Ben. (2009). Stability and composition of functional synergies for speech movements in children and adults. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, Interspeech*. 788-791. 10.21437/Interspeech.2009-178.
53. Thoonen, G., Maassen, B., Gabreëls, F., & Schreuder, R. (1999). Validity of maximum performance tasks to diagnose motor speech disorders in children. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 13(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/026992099299211>
54. Thoonen, G., Maassen, B.A., Wit, J., Gabreëls, F.J. i Schreuder, R. (1996). The integrated use of maximum performance tasks in differential diagnostic evaluations among children with motor speech disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 10, 311-336.
55. Tiffany, W. R. (1980). The effects of syllable structure on diadochokinetic and reading rates. *Journal of Speech & Hearing Research*, 23, 894–908.
56. van Haaften, L., Diepeveen, S., Terband, H., De Swart, B., Van Den Engel-Hoek, L., i Maassen, B. (2021). Maximum repetition rate in a large cross-sectional sample of typically developing Dutch-speaking children. *International journal of speech-language pathology*, 23(5), 508–518. <https://doi.org/10.1080/17549507.2020.1865458>
57. Walsh, B. i Smith, A. (2002). Articulatory movements in adolescents: evidence for protracted development of speech motor control processes. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 45(6), 1119–1133. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2002/090\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/090))
58. Wilcox, K. A., Morris, S. R., Speaker, K. D. i Catts, H. W. (1996). The effect of syllable shape on articulatory rate and stability. In T. W. Powell (Ed.) *Pathologies of Speech and Language: Contributions of clinical phonetics and linguistics* (pp. 163–166). New Orleans, SLA: I.C.P.L.A.



59. Williams, P. i Stackhouse, J. (1998). Diadochokinetic skills: Normal and atypical performance in children aged 3–5 years. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 33, 481–486. <https://doi.org/10.3109/13682829809179472>
60. Wit, J., Maassen, B., Gabreëls, F. J. i Thoonen, G. (1993). Maximum performance tests in children with developmental spastic dysarthria. *Journal of speech and hearing research*, 36(3), 452–459. <https://doi.org/10.1044/jshr.3603.452>
61. Yaruss, J. S., i Logan, K. J. (2002). Evaluating rate, accuracy, and fluency of young children's diadochokinetic productions: a preliminary investigation. *Journal of fluency disorders*, 27(1), 65–86. [https://doi.org/10.1016/s0094-730x\(02\)00112-2](https://doi.org/10.1016/s0094-730x(02)00112-2)
62. Yoss, K. A. i Darley, F. L. (1974). Developmental apraxia of speech in children with defective articulation. *Journal of speech and hearing research*, 17(3), 399–416. <https://pubs.asha.org/doi/10.1044/jshr.1703.399>
63. Zamani, P., Rezai, H. i Garmatani, N. T. (2017). Meaningful Words and Non-Words Repetitive Articulatory Rate (Oral Diadochokinesis) in Persian Speaking Children. *Journal of psycholinguistic research*, 46(4), 897–904. <https://doi.org/10.1007/s10936-016-9469-4>
64. Ziegler, G., Ploch, M., Miettinen-Baumann, A. i Collet, W. (2002). Efficacy and tolerability of valerian extract LI 156 compared with oxazepam in the treatment of non-organic insomnia--a randomized, double-blind, comparative clinical study. *European journal of medical research*, 7(11), 480–486.
65. Ziegler, W., Schölderle, T., Brendel, B., Amsellem, J. i Staiger, A. (2019). Higher-Faster-Farther: Maximum Performance Tests in the Assessment of Neurogenic Speech Impairment. *Folia phoniatica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatics (IALP)*, 71(5-6), 261–274. <https://doi.org/10.1159/000495784>
66. Ziethe, A., Springer, L., Willmes, K., & Kröger, B. J. (2013). Study of core features of children with childhood apraxia of speech aged between 4 and 7 years. *Sprache Stimme Gehör*, 37(4), 210–214. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1323786>