

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Eripedagoogika ja logopeedia õppekava

Teele Kanarbik

DIADOHHOKINEESI SOORITUS TAVAARENGUGA ÜKSKEELSETEL EESTI KEELT
EMAKEELENA KÕNELEVATEL LASTEL
Magistritöö

Juhendaja: lektor Lagle Lehes (PhD)

Tartu 2026

Kokkuvõte

Diadohhokineesi sooritus tavaarenguga ükskeelsetel eesti keelt emakeelena kõnelevatel lastel

Käesoleva uuringu eesmärk oli kehtestada normatiivsed diadohhokineesi (DDK) sooritused tavaarenguga eesti keelt kõnelevatel lastel ning uurida vanuse, soo ja stiimultüübi mõju ning nende seost kõnetempoga. Kokku osales uuringus 127 ükskeelset eesti keelt kõnelevat last vanuses 4a 6k–17a 11k, kes sooritasid AMR-i, SMR-i ja pärisõnade kordamise ülesandeid. Nooremad lapsed sooritasid lisaks arvude loendamise ülesande ning teismelised lugemisülesande. Kõigi stiimulite puhul kasvas DDK-soorituse kiirus vanusega. Statistiliselt olulisi soolisi erinevusi ei tuvastatud. Nõrk statistiliselt oluline korrelatsioon ilmnes DDK-kiiruse ja lugemisoskuse vahel. Töös on esitatud normatiivsed DDK-väärtused ja esialgsed kliinilised piirväärtused. Andmed pakuvad esmakordse võrdlusraamistiku DDK-soorituse kliiniliseks tõlgendamiseks eesti keelt kõnelevatel laste hulgas ning rõhutavad keeletespetsiifiliste normide olulisust kõnemotoorika hindamisel.

Võtmesõnad: oraalne diadohhokinees; diadohhokineesi kiirus; eesti keel; tavaarenguga lapsed; kõne kiirus; kõnemotoorne kontroll

Abstract

Oral Diadochokinetic Rates in Typically Developing Estonian-speaking Children

The present study aimed to establish normative diadochokinetic (DDK) rates in typically developing Estonian-speaking children and to examine the effects of age, sex, stimulus type, and their relationship with speech rate. A total of 127 monolingual Estonian-speaking children aged 4;6–17;11 years completed AMR, SMR, and real-word repetition tasks. Additionally number counting and a reading task were completed. A significant main effect of age group was observed across all stimuli. No statistically significant gender differences were found. Weak but significant correlations between DDK rate and reading performance were observed in the oldest age group. Normative percentile values and provisional clinical thresholds are provided. Study offers the first normative data on DDK performance in Estonian-speaking children and highlight the importance of language-specific norms in speech motor assessment.

Keywords: oral diadochokinesis; diadochokinetic rate; Estonian; typically developing children; speech rate; speech motor control

Sisukord

Kokkuvõte	2
Abstract.....	2
Sissejuhatus	4
1. Teoreetiline ülevaade.....	5
1.1 Diadohhokinees	5
1.2 DDK-sooritust mõjutavad faktorid.....	6
1.3 Korrelatsioon DDK-kiiruse ja kõnetempo vahel.....	8
1.4 Hindamisprotokollid.....	8
2. Metoodika.....	10
2.1 Valim.....	10
2.1.1 Teadlik nõusolek.....	11
2.2 Protseduur	12
2.2.1 Kõnetempo hindamine	12
2.2.2 Diadohhokinees (AMR ja SMR)	12
2.3 Andmete säilitamine ja kaitse.....	13
2.4 Reliaablus	13
2.5 Andmeanalüüs	14
3. Tulemused	14
3.1 Sooline mõju DDK-sooritusele.....	14
3.2 Vanuseline mõju DDK-sooritusele	15
3.3 Erinevate stiimulite mõju DDK-sooritusele	17
3.4 Normatiivsed DDK-väärtused ja kliinilised piirväärtused.....	18
3.5 Korrelatsioon DDK ja kõnetempo vahel	20
4. Arutelu	20
Tänu sõnad.....	25
Autorsuse kinnitus	25
Kasutatud kirjandus	26
Lisad	
Lisa 1. Informeeritud nõusolekud.....	
Lisa 2. Põhjatuul ja päike.....	
Lisa 3 Hindamisprotokoll	

Sissejuhatus

Diadohhokineesi (DDK) kasutatakse ühe hindamismeetodina erinevate kõnemotoorika häirete diferentsiaaldiagnostikas (Diepeveen *et al.*, 2019). Sageli eristatakse DDK-soorituse abil kõnemotoorika häirega lapsi nendest lastest, kelle kõne areng on normikohane (van Haaften *et al.*, 2021). Keelespetsiifiline fonoloogiline süsteem mõjutab DDK-kiirust märkimisväärselt, mistõttu varieerub DDK-sooritus eri keeltes (Ben-David & Icht, 2017; Chu, Lee, *et al.*, 2021). Lisaks mõjutab DDK-kiirust inimese vanus (Kent *et al.*, 2022; Tafiadis *et al.*, 2021; van Haaften *et al.*, 2021) ning mõne uuringu kohaselt ka sugu (Tafiadis *et al.*, 2021; van Haaften *et al.*, 2021). Metoodiliselt eristatakse DDK hindamisel kahte ülesandetüüpi: ülesanded, mis mõõdavad ühe artikulatsiooniliigutuse kiirust ja stabiilsust ning ülesanded, mis nõuavad erinevate artikulatsiooniliigutuste järjestikust koordineerimist (Kent *et al.*, 2022).

Selleks, et DDK-l oleks hindamisel ka kliiniline väärtust, on oluline teada eakohase kõnearenguga laste soorituse taset. Normatiivsete andmete olemasolu korral on võimalik logopeedil hinnata, kas uuritava lapse tulemus erineb eakohasest normist (Modolo *et al.*, 2010; van Haaften *et al.*, 2021). Kuigi eesti logopeedid kasutavad diadohhokineesi ülesandeid kõnemotoorika hindamisel laialdaselt, puuduvad autorile teadaolevalt eesti keelt kõneleva elanikkonna kohta normatiivsed andmed.

Käesolev uuring esitab esimesed normatiivsed andmed oraalse diadohhokineesi kiiruse kohta tavaarenguga eesti keelt kõnelevatel lastel. Saadud tulemused täiendavad keelteülese DDK-uuringute valdkonda ning rõhutavad keelespetsiifiliste normatiivsete andmete olulisust kliinilises hindamises. Siiski ei tohiks DDK-kiirust tõlgendada eraldiseisvalt (Ha, 2023). Pigem tuleb seda käsitleda koos täiendavate soorituse tunnustega, nagu artikulatsiooni täpsus, regulaarsus ja järjepidevus, et saada terviklik arusaam kõnemotoorsest kontrollist.

Magistritöö esimeses osas antakse ülevaade diadohhokineesi olemusest, selle sooritust mõjutavatest teguritest ning protokollidest, mille alusel DDK-d hinnatakse. Teoreetilisele ülevaatele järgneb metoodika peatükk, milles selgitatakse andmekogumist ja kirjeldatakse andmeanalüüsi. Seejärel esitatakse saadud andmed tulemuste osas ning viimases peatükis arutletakse saadud tulemuste üle.

1. Teoreetiline ülevaade

1.1 Diadohhokinees

Termin *diadohhokinees* (edaspidi: DDK) tuleneb kreekakeelsetest sõnadest *diadochos* (õnnestumine) + *kinesis* (liikumine) (Kent *et al.*, 2022). Üldiselt defineeritakse seda kui võimet sooritada kiiresti järjestikuseid vastandlikke liigutusi (nt painutus ja sirutus). Kõne kontekstis tähendab DDK suutlikkust hääldada kiiresti järjestikuseid silpe (Kent *et al.*, 2022), mille abil saab kindlaks määrata lõua, huulte ja keele liikumise kiirust, regulaarsust ning ümberlülituvust (Kent *et al.*, 2022; Lancheros *et al.*, 2023). Seega ei ole DDK pelgalt kiiruse mõõdik, vaid peegeldab laiemalt kõne motoorse kontrolli efektiivsust.

Kuna DDK eeldab häälduselundite korduvat kiiret ja koordineeritud liikumist, on see oluline inimese oraalmotoorika hindamisel (Fletcher, 1972, viidatud Ben-David & Icht, 2017 j). Nii on DDK üks levinuim maksimaalse soorituse ülesanne, mida kasutatakse kliinilises praktikas oraalmotoorika funktsiooni hindamiseks neuroloogilisest kahjustusest või haigusest tingitud liigutushäirete korral (Camargo-Mendoza *et al.*, 2023; Kent *et al.*, 2022). Logopeedile on DDK kui hindamisvahend oluline kõnemotoorika häirete kliinilisel hindamisel ja tuvastamisel, kõneloome muutuste jälgimisel ning teatud neuroloogiliste seisundite eristamisel ja klassifitseerimisel (Gadesmann & Miller, 2008). Seega täidab DDK kliinilises hindamises nii diagnostilist kui ka jälgimisfunktsiooni. Selleks, et kliinilisi andmeid täpselt tõlgendada, on tarvis DDK-soorituse normi (Ben-David & Icht, 2017), kus on arvestatud ka keelelisi, vanuselisi ja soolisi tegureid (Tafiadis *et al.*, 2021; van Haaften *et al.*, 2021). See viitab DDK kui mõõdiku sõltuvusele erinevatest teguritest: sooritus ei ole universaalne, vaid sõltub nii keelespetsiifilisest fonoloogilisest süsteemist kui ka indiviidi arengulisest tasemest.

Metoodiliselt eristatakse DDK hindamisel kahte peamist ülesandetüüpi: AMR (*alternating motion rate*) ja SMR (*sequential motion rate*), mis peegeldavad erinevaid kõne motoorse kontrolli aspekte. AMR-ülesanded, mis põhinevad ühe silbi (sageli kasutatakse silpe /pa/, /ta/, /ka/) kiirel kordamisel, mõõdavad eelkõige ühe artikulatsiooniliigutuse kiirust ja stabiilsust (Kent *et al.*, 2022). Nende silpide kasutamine ei ole juhuslik, vaid toetub nii fonoloogilistele universaalidele kui ka varasele omandamisele kõnearengus, mis tagab ülesande sobivuse erinevates keeltes ja vanuserühmades (McLeod & Crowe, 2018; Schwartz *et al.*, 2012). SMR-ülesanded seevastu nõuavad erinevate artikulatsiooniliigutuste järjestikust koordineerimist (nt /pataka/; /badego/), mistõttu peegeldavad need suuremal määral motoorset planeerimist ja

ümberlülituvust (Kent *et al.*, 2022; Lancheros *et al.*, 2023). Samuti on kasutusel pseudosõnalistele järjestustele sarnased pärisõnad – /pataka/-le sarnased sõnad on inglise keeles *buttercup*, *buttercake* ja *patacake* (Kent *et al.*, 2022). Kent jt (2022) on leidnud, et pärisõnad võivad olla pseudosõnadest kergemini hääldatavad, eriti väikelastele. Võimaliku seletusena on kirjanduses välja toodud, et pärisõnade hääldus tugineb olemasolevale keelelisele teadmisele ega nõua aju uue motoorse programmi loomist (Zamani *et al.*, 2017; Zarokanellou *et al.*, 2024). See viitab sellele, et DDK tulemusi mõjutab lisaks motoorsele võimekusele ka keeleline kogemus, mis omakorda seab piirid tulemuste tõlgendamisele puhtalt motoorse näitajana. Pärisõnade valikul tuleb jälgida, et nende fonotaktiline ja foneetiline struktuur oleks vastavuses pseudosõnadega (Tafiadis *et al.*, 2021). Keele- ja ülesandespetsiifilised variatsioonid osutavad sellele, et DDK ei ole pelgalt motoorne, vaid ka kognitiiv-lingvistiliselt mõjutatud sooritus.

Kokkuvõttes võib DDK-d käsitleda mitmetasandilise mõõdikuna, mis ühendab endas motoorse kiiruse, koordineerimise, planeerimise ning keelelise töötluse aspektid. Seetõttu on selle mõõdiku kasutamine kliinilises hindamises väärtuslik, kuid eeldab teadlikkust nii meetodi piirangutest kui ka kontekstuaalsetest mõjuteguritest.

1.2 DDK-sooritust mõjutavad faktorid

Neuroloogilise häireta tervete inimeste DDK-sooritust on uuritud eri vanuserühmades ja keeltes, et luua vanuse- ja keelepõhine norm, millega võrrelda neuroloogilisest kahjustusest või haigusest tingitud kõnemotoorika häirega inimeste sooritust (Ben-David & Icht, 2017; Tafiadis *et al.*, 2021, 2022). See rõhutab normatiivsete andmete kesksel rollil DDK tulemuste kliinilisel tõlgendamisel. Kuna keelespetsiifiline fonoloogiline süsteem mõjutab DDK-kiirust märkimisväärselt, on ka DDK-kiirus eri keeltes varieeruv (Ben-David & Icht, 2017; Chu, Lee, *et al.*, 2021). Seega ei ole eri keeltes saadud tulemused omavahel otseselt võrreldavad ning eeldavad keelespetsiifilisi norme. Lisaks mõjutab DDK-kiirust inimese vanus (Kent *et al.*, 2022; Tafiadis *et al.*, 2021; van Haaften *et al.*, 2021). Näiteks on teismeealiste DDK-sooritus kiirem kui eelkooliealistel (Modolo *et al.*, 2010; Tafiadis *et al.*, 2021; van Haaften *et al.*, 2021). Lapse kasvades muutuvad ka tema huulte ja lõualiigutuste täpsus ja koordineerimine, liigutused muutuvad kiiremaks ning nende ebakorrapärasus väheneb (Kent *et al.*, 2022). See viitab kõnemotoorse kontrolli arengulisele küpsemisele. Teisalt leidub uuringuid, milles ei avaldanud vanus DDK-kiirusele märgatavat mõju (Pierce *et al.*, 2013). Selline vastuolu viitab sellele, et

DDK-sooritust ei mõjuta üksnes vanus, vaid ka muud tegurid. Niisugune tulemus võib samuti viidata kultuurilise ja keelelise mõju võimalikkusele (Chu, Lee, *et al.*, 2021). Seega tuleb vanuse mõju tõlgendada koos keeleliste ja metodoloogiliste eripäradega.

Lapsi käsitlevates DDK-kiiruse uuringutes on tulemused soolise varieeruvuse puhul vastuolulised. Mitmete uuringute alusel ei mõjuta sugu DDK sooritamise kiirust (Icht & Ben-David, 2014; Modolo *et al.*, 2010; Zamani *et al.*, 2017). See viitab sellele, et sooline erinevus ei pruugi olla DDK-soorituse puhul universaalne tegur. Teisalt van Haaften jt (2021) on leidnud, et poistel oli DDK märkimisväärselt kiirem kui tüdrukutel. Van Haaften jt (2021) uuringus osales 1014 (531 poissi, 483 tüdrukut) hollandi keelt kõnelevat last vanuses 3-7 aastat. Uuringu tulemused näitasid, et poiste DDK-soorituste kiirused olid suuremad kui tüdrukutel. Nad järeldasid oma tulemuste põhjal, et kõnemotoorika ülesannetes, mis ei ole lingvistiliselt keerukad, on poisid kiiremad kui tüdrukud (van Haaften *et al.*, 2021).

Mõned uurijad on kahelnud selles, kas laste DDK-soorituse hindamisel on kõige otstarbekam kasutada pseudosõnu, sest pseudosõna võõrapärasus võib mõjutada lapse sooritust (Icht & Ben-David, 2015; Zamani *et al.*, 2017; Tafiadis *et al.*, 2021). Zamani jt (2017) võrdlesid laste DDK-soorituse kiirust, kasutades nii pseudosõna /pataka/ kui kahte kolmesilbilist pärisõna. Nende tulemustest selgus, et lapsed kordasid pärisõnu kiiremini kui pseudosõna (Zamani *et al.*, 2017). Sama tulemuseni jõudsid ka Tafiadis jt (2021), Icht ja Ben-David (2015) ning Zarokanellou jt (2024). Seega osutavad mitmed uuringud järjepidevalt sellele, et pärisõnade kasutamine annab kiirema soorituse kui pseudosõnad. DDK-sooritus võib olla kiirem pärisõnadega, sest tähendusega sõna kasutamisel aktiveeritakse varasemalt välja kujunenud motoorne programm, mida aga ei eksisteeri pseudosõnade korral (Icht & Ben-David, 2015). Seetõttu soovitatakse kasutada laste DDK-soorituse hindamisel nii pseudosõnu kui ka pärisõnu (Icht & Ben-David, 2015, 2021; Zamani *et al.*, 2017; Tafiadis *et al.*, 2022). Selline lähenemine võimaldab hinnata nii motorset sooritust kui ka keeleliste tegurite mõju.

Osad autorid on leidnud, et lastel on SMR-sooritus aeglasem kui AMR-sooritus (Modolo *et al.*, 2010; van Haaften *et al.*, 2021). Samas Granocchio jt (2021) tulemused näitasid, et lastel on mitmesilbilise DDK- (SMR-) sooritus kiirem ühesilbilise DDK- (AMR-) sooritusest. Lancheros jt (2023) jällegi leidsid oma tulemuste põhjal, et lastel vanuses 7-9 aastat olid AMR- ja SMR-soorituse kiirused sarnased, samas kui teismelised sooritasid SMR-ülesande tunduvalt kiiremini kui AMR-ülesande silpidega /de/ ja /go/.

Kokkuvõttes mõjutavad DDK-sooritust nii kasutatud stiimuli tüüp (pseudosõna vs pärisõna) kui ka ülesande struktuur (AMR vs SMR), kusjuures tulemused viitavad motoorsete ja keeleliste tegurite koosmõjule ning arengulisele muutlikkusele.

1.3 Korrelatsioon DDK-kiiruse ja kõnetempo vahel

DDK-kiiruse ning automaatse kõne või lugemiskiiruse vahelist seost on uuritud vähesel määral. Karlsson ja Hartelius (2019) leidsid, et DDK-sooritus on seotud artikulatsiooni täpsusega lugemisülesannetes. Samuti on leitud, et korrelatsioonimustrid DDK-kiiruse ja kõnetempo vahel võivad erineda sõltuvalt erinevatest kõnehäirete tüüpidest (Ziegler, 2002). Uuringutes on käsitletud ka seost DDK ja kõnerütmi vahel, kuid selget korrelatsiooni ei ole leitud (Lowit *et al.*, 2018). See viitab sellele, et DDK ei pruugi peegeldada kõiki kõne ajastuse aspekte, nagu rütm. Mitmed uuringud on rõhutanud vajadust täiendavateks uuringuteks, mis käsitleksid DDK seoseid teiste kõne komponentidega nagu kõnetempo ja lugemiskiirus (Karlsson & Hartelius, 2019; Lowit *et al.*, 2018; Ziegler, 2002). Kokkuvõttes viitavad senised uuringud sellele, et DDK seosed teiste kõne komponentidega (nt kõnetempo, lugemiskiirus ja rütm) ei ole üheselt selged, mis rõhutab vajadust edasisteks uuringuteks ning ettevaatlikkust nende seoste tõlgendamisel.

1.4 Hindamisprotokollid

DDK-soorituse kiirust saab hinnata kahel viisil, kas lastes uuritaval hääldada silpe nii kiiresti kui võimalik teatud ajavahemikus või anda ette hääldatavate silpide arv ning hinnata selleks kulunud aega (Kent *et al.*, 2022). Need kaks lähenemist peegeldavad erinevaid mõõtmisloogikaid ning võivad mõjutada saadud tulemuste võrreldavust. Erinevates uuringutes on kasutatud ka erinevaid hindamismeetodeid. Näiteks palusid Zamani jt (2017) uuringus osalejatel ette antud stiimulit 10 korda korrata, samas kui Ha (2023) uuringus kordasid lapsed stiimulit umbes 5 sekundi vältel. Lisaks soovitatakse lastel DDK korduste arvu valikul arvestada nende maksimaalse fonatsiooni kestusega (Diepeveen *et al.*, 2019). See viitab vajadusele kohandada metoodikat vastavalt lapse arengulisele võimetele.

Uuringud on välja toonud, et hindamisel on oluline uuritavale ette anda näide DDK-sooritusest ning proovikitse enne lindistamist (Ha, 2023; Kent *et al.*, 2022; Zamani *et al.*, 2017; Tafiadis *et al.*, 2021). Peegli kasutamist visuaalse tagasiside saamiseks ei soovitata, sest see võib mõjutada DDK-soorituse kiirust (Ben-David & Icht, 2018). Lisaks mängib olulist rolli esitatav

juhis, jälgida tuleb, et korraldus oleks igale osalejale ühtemoodi sõnastatud (Zamani *et al.*, 2017; Tafiadis *et al.*, 2021). Zamani jt (2017) kasutasid oma uuringus näiteks juhust „Palun korda /stiimul/ nii kiiresti ja õigesti kui sa suudad” (*“Please repeat /stimuli/ as fast and accurate as you can”*). Tulemuste arvutamisel tuleks arvesse võtta ainult korrektselt hääldatud DDK-sooritused (Ha, 2023). Seega sõltub DDK hindamise usaldusväärsus suurel määral standardiseeritud juhistest ja ühtsest protseduurist.

Lapse innustamiseks on kasutatud tegevuse käigus motiveerivaid tehnikaid, nt mänguasju (Zamani *et al.*, 2017). Lisaks näitasid Zamani jt (2017) oma uuringus pärissona järelekordamise puhul sõna illustreerivat pilti kindlustamaks, et laps sõna tähendust mõistab. See rõhutab motivatsiooni ja arusaamise rolli lapse soorituses.

Kõige täpsem meetod DDK-soorituse analüüsimiseks hõlmab akustilise signaali töötlemist lainekujuks või spektrogrammiks. See lähenemine võimaldab mitte ainult DDK-kiiruse täpset määramist, vaid ka ebaregulaarse ajastuse, artikuleerimise katkestuste ning silbitootmise varieeruvuse tuvastamist (Kent *et al.*, 2022). Seetõttu pakub akustiline analüüs võrreldes pelgalt kuuldelise hindamisega suuremat objektiivsust ja täpsust. Akustilise analüüsi kaasamine kliinilisse praktikasse võib seega suurendada DDK hindamise objektiivsust ja usaldusväärsust, eriti keerukate või piiripealsete juhtumite puhul.

Kuigi eesti logopeedid kasutavad DDK-ülesandeid kõnemotoorika hindamisel laialdaselt, puuduvad eesti keelt kõneleva elanikkonna kohta normatiivsed andmed. Arvestades, et DDK-ülesannetes mõjutavad häälduskiirust keele fonoloogiline struktuur ja artikulatsiooniharjumused, ei ole rahvusvahelised (nt inglise või heebrea keele) normid (Ben-David & Icht, 2017; Camargo-Mendoza *et al.*, 2023) rakendatavad eesti keelt kõnelevatele inimestele. Seetõttu ei ole olemasolevatele võõrkeelsetele normidele toetudes võimalik kliinilises praktikas usaldusväärselt hinnata eesti keelt kõnelevate patsientide kõnemotoorikat. Normide väljatöötamine annab võimaluse hinnata logopeedilise teraapia tulemuslikkust võimalikult objektiivselt.

Kokkuvõttes näitavad varasemad uuringud, et DDK hindamise tulemused sõltuvad tugevalt kasutatud meetodikast, juhistest ja analüüsiviisist, mistõttu on usaldusväärsete ja võrreldavate tulemuste saamiseks vajalik standardiseeritud lähenemine ning keelespetsiifiliste normide olemasolu.

Eelneva põhjal ilmneb uurimislünk, mis puudutab eesti keelt kõnelevate laste DDK normatiivseid andmeid. Käesoleva uurimistöö eesmärk on välja selgitada tavaarenguga

ükskeelsete eesti keelt emakeelena kõnelevate laste diadohhokineesi kiirus ja seda mõjutavad tegurid. Lähtuvalt uurimistöö eesmärgist püstitati neli uurimisküsimust ja kolm hüpoteesi.

Uurimisküsimused

1. Kas ja millisel määral esineb eesti laste DDK-kiiruses vanuselist ja/või soolist erinevust?
2. Kas ja millisel määral sõltub eesti laste DDK-soorituse kiirus stiimulmaterjalist (AMR, SMR, pärisõna)?
3. Millised on uuritavate vanusegruppide (4a 6k–6a 11k; 7a 0k–12a 11k; 13a 0k–17a 11k) keskmised DDK- (AMR-, SMR-) kiirused?
4. Kas ja kuidas korreleeruvad uuritavate laste DDK tulemused numbrite loendamise ja lugemiskiirusega?

Hüpoteesid

1. Vanemate laste DDK on statistiliselt oluliselt kiirem kui noorematel lastel (Modolo *et al.*, 2010; Tafiadis *et al.*, 2021; van Haaften *et al.*, 2021).
2. Poiste ja tüdrukute kõnetempo vahel ei ole statistiliselt olulist seost (Icht & Ben-David, 2015; Modolo *et al.*, 2010; Zamani *et al.*, 2017).
3. Kolmesilbilisi pärisõnu korratakse statistiliselt oluliselt kiiremini kui SMR-stiimulit (/pataka/) (Kent *et al.*, 2022; Zamani *et al.*, 2017; Zarokanellou *et al.*, 2024).

2. Metoodika

Uurimistöö jaoks taotleti eetikakomitee kooskõlastus Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteelt (nr 404T-21). Enne uuringus osalemist täitsid kõikide uuringusse kaasatud laste vanemad kirjaliku nõusolekuvormi. Uuringus osalemine oli vabatahtlik ning uuringus osalemisest oli võimalik igal ajahetkel loobuda.

2.1 Valim

Valim koosnes 127 tavaarenguga ükskeelsest lapsest, kelle emakeel oli eesti keel. Uuringus osales 51 poissi ja 76 tüdrukut vanuses 4 aastat 6 kuud kuni 17 aastat 11 kuud (keskmine vanus 10 aastat 2 kuud). Valim jaotati kolme vanusegruppi (Tabel 1). Esimesse vanusegruppi kuulusid lapsed vanuses 4 aastat 6 kuud kuni 6 aastat 11 kuud. Grupis oli kokku 41 osalejat keskmise

vanusega 6 aastat. Teise vanusegruppi kuulusid lapsed vanuses 7 aastat 0 kuud kuni 12 aastat 11 kuud. Valimis oli 46 osalejat keskmise vanusega 9 aastat 9 kuud. Kolmandasse vanusegruppi kuulusid lapsed vanuses 13 aastat 0 kuud kuni 17 aastat 11 kuud. Grupis oli kokku 40 osalejat keskmise vanusega 14 aastat 11 kuud.

Vanusegruppide moodustamisel on arvesse võetud laste kõne- ja psühhomotoorse arengu üldisi põhimõtteid. Lähtudes senistest teadmistest omandavad eesti keelt emakeelena rääkivad eakohase arenguga lapsed häälikute hääldustäpsuse 5-ndaks eluaastaks (Hallap & Padrik, 2009). Samas põhjalikke uuringuid sel teemal ei ole avaldatud. Seega moodustavad valimi noorema vanusegrupi eelkooliealised lapsed alates 4a 6k vanusest. Vanusegruppide moodustamisel on lähtutud ka varasemalt läbiviidud uuringutest (Nip & Green, 2013; Zarokanellou *et al.*, 2024).

Tabel 1. Osalejate andmed vanusegruppide kaupa

Vanusegrupp	n (kokku)	n (N)	n (M)	Keskmine vanus	SD	Vanusevahemik
4a 6k–6a 11k	41	20	21	6a 0k	11k	4a 9k–6a 11k
7a 0k–12a 11k	46	31	15	9a 6k	1a 9k	7a 11k–12a 11k
13a 0k–17a 11k	40	25	15	14a 11k	1a 10k	13a 9k–17 11k

Märkus. N – tüdrukud; M – poisid; SD – standardhälve

Valimi moodustamisel kasutati mugavusvalimi põhimõtet. Uuringusse kaasati osalejaid lasteaedadest (kaks lasteaeda), koolidest (kaks kooli) ning läbi autori isiklike tutvuste üle Eesti. Kõik uuringus osalenud lapsed olid teadaolevalt terved ehk neil ei olnud neuroloogilisi, sensoorseid või kõne- ega keelepuudeid. Uuringus osalemine oli vabatahtlik ning osalemisest oli võimalik igal ajahetkel otsust põhjendamata loobuda. Mugavusvalimi kasutamine võib piirata üldistatavust, seega käsitletakse seda käesolevas uurimistöös piiranguna.

2.1.1 Teadlik nõusolek

Uuringusse kaasamiseks küsiti kõigilt potentsiaalsetelt osalejatelt ja nende seaduslikelt esindajatelt nõusolek uuringus osalemiseks. Nii lastele kui ka laste seaduslikele esindajatele edastati info uuringu kohta esmalt suuliselt ja seejärel kirjalikus vormis (informeeritud nõusolek on leitav lisas 1). Info andmisel rõhutati uuringus osalemise vabatahtlikust ning informeeriti võimalusest uuringus osalemisest loobuda igal ajahetkel ilma põhjendamiseta. Otsust uuringus osalemise/mitteosalemise kohta ei pidanud langetama kohe, potentsiaalsel uuritaval oli võimalus

nõusolekulehega iseseisvalt tutvuda. Informeeritud nõusoleku allkirjastasid kõikide osalejate seaduslikud esindajad ning kõik osalejad alates 8. eluaastast.

2.2 Protseduur

Uuring viidi läbi vaiksetes ruumides, mille tagasid koolid, lasteaiad või uuringu läbiviija. Ülesannete täitmiseks kulus igal osalejal keskmiselt 10–15 minutit. Kõik ülesanded salvestati digitaalse diktofoniga, mis asetati osaleja suust umbes 10 cm kaugusele. Salvestisi analüüsiti Praat tarkvaraga (versioon 6.2.22).

2.2.1 Kõnetempo hindamine

Kõnetempo hindamiseks kasutati kahte ülesannet. Lapsed vanuses 4 aastat ja 6 kuud kuni 12 aastat ja 11 kuud (esimene ja teine vanusegrupp) loendasid numbreid ühest kümneni. Osalejad vanuses 13 aastat 0 kuud kuni 17 aastat 11 kuud lugesid teksti „Põhjatuul ja päike“ (lisa 2). Mõlema ülesande puhul jagati silpide arv (numbrite loendamisel oli kokku 17 silpi ning tekstis kokku 169 silpi) kogu ülesande kestusega sekundites. Saadud näitaja väljendas osaleja poolt sekundis hääldatud silpide arvu.

2.2.2 Diadohhokinees (AMR ja SMR)

AMR-i hindamiseks kasutati silpe /pa/, /ta/ ja /ka/. SMR-i hindamiseks kasutati kolmesilbilist pseudosõna /pataka/. Lisaks kasutati kolmesilbilisi pärisõnu /koputa/ ja /pikuta/, mis on struktuurilt sarnased kolmesilbilisele pseudosõnale /pataka/. Kõik stiimulid esitati osalejatele fikseeritud järjekorras: /pa/, /ta/, /ka/, /pataka/, /koputa/, /pikuta/. Kuigi fikseeritud esitusjärjekord tagas protseduurilise ühtsuse, võis tulemusi mõjutada varasemate ülesannete käigus kujunenud harjumus või õppimise efekt. Lisaks võis hilisemates ülesannetes sooritust mõjutada artikulaatorsest koormusest tulenev väsimus. Tabelis 2 on välja toodud korrektne stiimulite järjekord.

Enne iga ülesannet demonstreeris uurija vastava stiimuli korrektset hääldust. Osalejatel oli võimalus enne salvestamist iga stiimulit üks kord harjutada. Igal osalejal oli lubatud maksimaalselt kaks salvestatud sooritust, teist sooritust kasutati vaid juhul kui esimene kord ebaõnnestus. Kõik salvestatud esitused pidid kestma vähemalt 6 sekundit tagamaks piisava

materjali analüüsimiseks. Salvestisest valiti analüüsimiseks kõige stabiilsem 5-sekundiline lõik, kus ei esinenud artikulaatorseid eksimusi. Detailsem juhis ülesannete läbiviimiseks on lisas 3.

Tabel 2. Ülevaade DDK ja kõnetempo ülesannetest

Ülesanne	Kogu silpide arv	Ülesande tüüp	Vanusegrupp	Järjekord	Näide (IPA)
/pa/	1	AMR	Kõik	Fikseeritud	[pa]
/ta/	1	AMR	Kõik	Fikseeritud	[ta]
/ka/	1	AMR	Kõik	Fikseeritud	[ka]
/pataka/	3	SMR (pseudosõna)	Kõik	Fikseeritud	['pataka]
/koputa/	3	Pärissõna	Kõik	Fikseeritud	['koputa]
/pikuta/	3	Pärissõna	Kõik	Fikseeritud	['pikuta]
<i>Numbrite loendamine (1–10)</i>	17	Automaatne kõne	4a6k–12a11k	Enne DDK	—
<i>Tekst („Põhajuul ja päike“)</i>	169	Lugemise kiirus	13a0k– 17a11k	Enne DDK	—

2.3 Andmete säilitamine ja kaitse

Kõik osalejate andmed, helisalvestised ja kodeeritud ülesannete sooritused on talletatud REDCap andmebaasis. Pseudonüümitud uurimisandmeid ja koodivõtit säilitatakse kuni uuringu lõpuni (31. mai 2027). Koodivõtit hoitakse REDCap-i keskkonnas.

2.4 Reliaablus

Mõõtmiste usaldusväärsuse tagamiseks analüüsiti kõiki salvestusi tarkvara Praat abil. Hindajasisese usaldusväärsuse (*intra-rater reliability*) hindamiseks valiti juhuslikult 20% salvestustest ning analüüsiti need sama uurija poolt uuesti kahe nädala möödudes. Valitud 5-sekundilise lõigu jooksul toodetud silpide arv loeti uuesti üle ning selle põhjal arvutati osaleja DDK-kiirus (silpi/sekundis).

Hindajasisest usaldusväärsust hinnati intraklassi korrelatsioonikordaja (ICC) abil. Analüüs näitas suurepärase usaldusväärsust (ICC = 0,998, 95% usaldusvahemik), mis viitab akustiliste mõõtmiste väga kõrgele kooskõlale.

2.5 Andmeanalüüs

Kõik katsed salvestati eesmärgiga hilisemaks analüüsiks. Lõigu valik põhines spektrogrammi lainekuju visuaalsel hindamisel, et tagada rütmiline stabiilsus ja pauside puudumine.

Tarkvaraprogrammi Praat kasutades luges uurija valitud 5-sekundilises lõigus kokku silpide arvu ning selle põhjal arvutati osaleja kõnetempo (silbid sekundis). Kirjeldatud meetoodika tugines varasemalt avaldatud uuringutele (Gao *et al.*, 2023; Ha, 2023; Kent *et al.*, 2022; Zamani *et al.*, 2017; Zarokanellou *et al.*, 2024).

Kogututud andmeid analüüsiti kvantitatiivsel meetodil. Statistiline andmeanalüüs viidi läbi kasutades tarkvara JASP (versioon 0.19.3). Andmete normaaljaotust hinnati Shapiro-Wilki testiga, mille tulemused näitasid, et andmed vastavad normaaljaotusele ($p > 0,05$). DDK-kiiruse soolisi erinevusi analüüsiti kahe sõltumatu valimi t-testiga. DDK-kiiruse vanuserühmade vaheliste erinevuste analüüsimiseks kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi sõltumatute gruppidega. Stiimulitevaheliste erinevuste analüüsimiseks kasutati kahefaktorilist segadisainiga dispersioonanalüüsi. *Post-hoc* analüüsis kasutati *Tukey's* HSD testi, et selgitada välja, milliste vanuserühmade vahel esines statistiliselt olulisi erinevusi. DDK-kiiruse ja kõnetempo korrelatsiooni uurimiseks kasutati Pearsoni lineaarkorrelatsiooni koefitsienti. Statistilise olulisuse nivooks määrati $p < 0,05$.

3. Tulemused

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada tavaarenguga ükskeelsete eesti keelt emakeelena kõnelevate laste diadohhokineesi kiirus ja seda mõjutavad tegurid. Selles peatükis antakse uurimistulemustest ülevaade eesmärgi saavutamiseks püstitatud uurimisküsimustest lähtuvalt.

3.1 Sooline mõju DDK-sooritusele

DDK ja kõnetempo soorituste sugudevaheliste erinevuste uurimiseks kasutati kahe sõltumatu valimi t-testi. Tulemused näitasid, et statistiliselt olulist erinevust ($p > 0,05$) poiste ja tüdrukute soorituste vahel DDK-ülesannetes ei esine (Tabel 3).

Tabel 3. Sooline mõju DDK-sooritusele

Stiimul	Tüdrukud M (SD)	Poisid M (SD)	t (df=125)	p	Coheni d
/pa/	4,82 (0,91)	4,75 (1,06)	0,36	0,718	0,07
/ta/	4,91 (1,03)	4,83 (0,99)	0,42	0,672	0,08
/ka/	4,77 (0,99)	4,61 (0,90)	0,90	0,372	0,16
/pataka/	5,46 (1,08)	5,23 (1,23)	1,10	0,271	0,20
/koputa/	5,23 (1,12)	5,00 (1,25)	1,08	0,282	0,20
/pikuta/	5,39 (1,14)	5,13 (1,29)	1,18	0,240	0,21

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve; t – t-statistik; p – olulisustõenäosus; Coheni d – efekti suuruse mõõdik

Lisaks DDK-mõõdikutele uuriti soolisi erinevusi ka kõnetempo ülesannetes. Statistiliselt olulisi erinevusi ei täheldatud ei numbrite loendamisel ($t(85) = -0,39$, $p = 0,695$) ega teksti lugemise kiiruses ($t(39) = 0,01$, $p = 0,989$).

Statistiliselt olulisi soolisi erinevusi ei leitud üheski DDK ega kõnetempo mõõdikus (kõik $p > 0,05$). Tüdrukute ja poiste vaheliste erinevuste suurus oli väike ning statistiliselt ebaoluline. Saadud tulemused viitavad sellele, et nii DDK-sooritus kui ka üldine kõnetempo on tavaarenguga eesti keelt kõnelevatel lastel soost sõltumatu.

3.2 Vanuseline mõju DDK-sooritusele

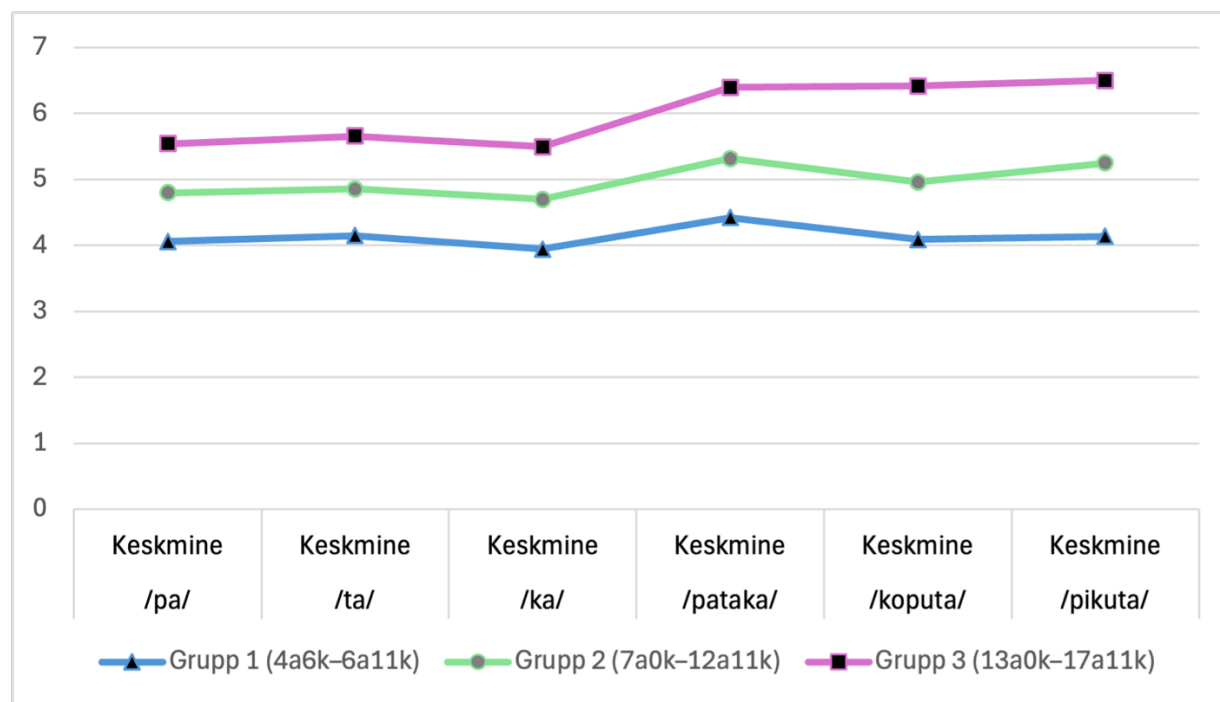
Vanuseliste erinevuste uurimiseks DDK-ülesannetes kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi sõltumatute gruppidega. Analüüs näitas, et kõikide stiimulite puhul esines statistiliselt oluline vanuseline erinevus ($p < 0,001$; vt Tabel 4). Lisaks p-väärtusele on tabelis 4 välja toodud ka partial η^2 väärtused, mis näitavad vanuse mõju suurust DDK-sooritusele. Tulemused viitavad sellele, et vanusel oli oluline mõju kõikide uuritud stiimulite sooritusele. Seega mõjutab vanus DDK-sooritust märkimisväärselt kõikide stiimulite puhul.

Tabel 4. Vanuse mõju DDK-sooritusele

Stiimul	F (df1, df2)	p	Partial η^2
/pa/	37,80 (2, 124)	< 0,001	0,379
/ta/	34,37 (2, 124)	< 0,001	0,357
/ka/	45,45 (2, 124)	< 0,001	0,423
/pataka/	57,72 (2, 124)	< 0,001	0,482
/koputa/	11,49 (2, 124)	< 0,001	0,647
/pikuta/	99,81 (2, 124)	< 0,001	0,617

Märkused. F – rühmadevahelise varieeruvuse suhe; df1 – võrdluses olevate rühmade arv miinus 1; df2 – võrdluses olevate osalejate koguarv miinus 3; p – olulisustõenäosus; Partial η^2 – efekti suuruse mõõdik

Joonis 1 illustreerib DDK keskmise skoori soorituse ühtlast kasvu esimesest vanusegrupist kolmandani, viidates kõnemotoorse võimekuse arengule vanuse kasvades. Keskmised DDK-skoorid demonstreerisid selget kasvavat trajektoori kõikide töös kasutatud stiimulite puhul.

Joonis 1. DDK keskmised skoorid

Kõige enam kasvasid kolme vanusegrupi võrdluses SMR-i keskmine sooritus (/pataka/) ja pärisõna /koputa/ keskmine sooritus. Iga vanusegrupp sooritas SMR-ülesande umbes sekundi

võrra kiiremini kui eelnev vanusegrupp (grupp 1: 4,4 silpi/sekundis; grupp 2: 5,3 silpi/sekundis; grupp 3: 6,4 silpi/sekundis). Leiud viitavad selgelt, et tavaarenguga eestikeelsete laste hulgas muutub vanusega DDK-sooritus kiiremaks.

3.3 Erinevate stiimulite mõju DDK-sooritusele

DDK-soorituste kiiruste erinevusi eri stiimulite lõikes uuriti igas vanuserühmas kahefaktorilise segadisainiga dispersioonanalüüsi abil. Tabel 5 illustreerib stiimultüüpide paariviisilisi võrdluseid eri vanuserühmades. Esimeses grupis (4a0k–6a11k) oli SMR-sooritus (/pataka/) oluliselt kiirem kui /ka/ ($p = 0,006$), kuid erinevused SMR-i ja teiste AMR-stiimulite vahel ei olnud statistiliselt olulised. Samuti ei leitud selles vanuserühmas statistiliselt olulisi erinevusi SMR-ülesande ja pärisõnade vahel.

Teises grupis (7a0k–12a11k) oli SMR-ülesande sooritus oluliselt kiirem võrreldes kõikide AMR-stiimulitega (kõik $p \leq 0,012$). Lisaks oli /pataka/ kordus oluliselt kiirem kui /koputa/ ($p = 0,016$), samas kui /pataka/ ja /pikuta/ vahel statistiliselt olulist erinevust ei täheldatud.

Kolmandas grupis (13a0k–17a11k) oli /pataka/ kordamise kiirus oluliselt kiirem võrreldes kõikide AMR-stiimulitega (kõik $p < 0,001$). Seevastu /pataka/ ning pärisõnade (/koputa/ ja /pikuta/) vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud.

Tabel 5. Stiimultüüpide paariviisilised võrdlused eri vanuserühmades

Võrdlusalus	GRUPP 1		GRUPP 2		GRUPP 3	
	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
/pa/ vs /ta/	-1,078	1	-0,715	1	-1,327	1
/ta/ vs /ka/	2,979	0,122	2,411	0,522	2,298	0,651
/pa/ vs /ka/	1,279	1	1,199	1	0,531	1
/pa/ vs /pataka/	-2,857	0,17	-4,345	0,002	-6,621	< 0,001
/ta/ vs /pataka/	-2,085	1	-3,761	0,012	-5,579	< 0,001
/ka/ vs /pataka/	-3,997	0,006	-5,505	< 0,001	-7,433	< 0,001
/pataka/ vs /koputa/	3,244	0,056	3,666	0,016	-0,192	1
/pataka/ vs /pikuta/	2,709	0,245	0,728	1	-0,993	1
/pikuta/ vs /koputa/	-0,56	1	-3,299	0,51	-0,918	1

Märkused. Statistiliselt oluline väärtus ($p < 0,05$) on märgitud paksus kirjas; *t* – t-statistik ; *p* – olulisustõenäosus

Kõikides vanusegruppides oli AMR /ta/ keskmine sooritus kõige kiirem ning kõige aeglasemaks AMR-silbiks osutus /ka/. Esimeses kahes vanusegrupis oli SMR-i keskmine sooritus kiirem kui pärisõnade sooritus, kuid kolmandas vanusegrupis kajastus vastupidine tulemus – pärisõnade keskmine sooritus oli kiirem kui SMR-i keskmine sooritus. Tabel 6 illustreerib keskmiseid DDK-skoore vanusegruppide lõikes.

Tabel 6. DDK keskmised skoorid (silpi/sekundis)

Stiimul	GRUPP 1	GRUPP 2	GRUPP 3
/pa/	4,059	4,796	5,542
/ta/	4,149	4,852	5,655
/ka/	3,944	4,696	5,495
/pataka/	4,422	5,317	6,395
/koputa/	4,088	4,961	6,415
/pikuta/	4,139	5,246	6,5

Kokkuvõttes näitavad need tulemused, et SMR-ülesanded (/pataka/, /koputa/, /pikuta/) andsid üldiselt kiirema kordamise kiiruse kui AMR-stiimulid (/pa/, /ta/, /ka/), eriti teises ja kolmandas vanusegrupis. SMR-ülesande ja pärisõnade vahelised erinevused olid väiksemad ning muutusid vanuse kasvades vähem väljendunuks.

3.4 Normatiivsed DDK-väärtused ja kliinilised piirväärtused

Normatiivsed väärtused iga stiimuli ja vanuserühma kohta on esitatud tabelites 7, 8 ja 9. Lisaks keskmisele skoorile ja standardhälbele on esitatud ka 10. protsentiil ning keskmisest skoorist lahutatud kahekordne standardhälve ($M - 2SD$), et hõlbustada võimalikku kliinilist tõlgendamist. Need orienteeruvad läviväärtused põhinevad käesoleval normvalimil ning on mõeldud esialgsete võrdlusväärtustena.

Kõigis vanuserühmades kasvas vanusega DDK-sooritus järk-järgult ning normatiivsed piirväärtused nihkusid vastavalt. 10. protsentiili läviväärtused kajastavad eakohast madalamat soorituspiiri tavaarenguga laste hulgas, samas kui keskmisest skoorist lahutatud kahekordne standardhälve ($M - 2SD$) tähistab väga madalaid tulemusi võrreldes normvalimiga. Kuigi need võrdlusväärtused võivad aidata spetsialistidel tuvastada lapsi, kes vajavad täiendavat hindamist, ei tohiks neid veel tõlgendada diagnostiliste kriteeriumidena. Saadud tulemused vajavad valideerimist kliiniliste patsientide hulgas.

Tabel 7. Normatiivsed DDK-väärtused ja kliinilised piirväärtused esimeses vanusegrupis (4a6k–6a11k)

Stiimul	M (silpi/sek)	SD	10. protsentiil (silpi/sek)	M - 2SD (silpi/sek)
/pa/	4,06	0,61	3,40	2,84
/ta/	4,15	0,76	3,20	2,63
/ka/	3,94	0,65	3,20	2,64
/pataka/	4,42	0,89	3,20	2,65
/koputa/	4,09	0,67	3,20	2,74
/pikuta/	4,14	0,80	3,00	2,55

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve; M – 2SD – keskmisest lahutatud kahekordne standardhälve

Tabel 8. Normatiivsed DDK-väärtused ja kliinilised piirväärtused esimeses vanusegrupis (7a0k–12a11k)

Stiimul	M (silpi/sek)	SD	10. protsentiil (silpi/sek)	M - 2SD (silpi/sek)
/pa/	4,80	0,62	4,00	3,56
/ta/	4,85	0,64	4,10	3,57
/ka/	4,70	0,61	4,00	3,48
/pataka/	5,32	0,66	4,30	4,00
/koputa/	4,96	0,78	4,00	3,40
/pikuta/	5,25	0,70	4,40	3,84

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve; M – 2SD – keskmisest lahutatud kahekordne standardhälve

Tabel 9. Normatiivsed DDK-väärtused ja kliinilised piirväärtused esimeses vanusegrupis (13a0k–17a11k)

Stiimul	M (silpi/sek)	SD	10. protsentiil (silpi/sek)	M - 2SD (silpi/sek)
/pa/	5,54	1,03	4,38	3,49
/ta/	5,65	1,03	4,60	3,60
/ka/	5,49	0,92	4,40	3,66
/pataka/	6,40	0,93	5,00	4,53
/koputa/	6,42	0,63	5,60	5,15
/pikuta/	6,50	0,76	5,40	4,97

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve; M – 2SD – keskmisest lahutatud kahekordne standardhälve

3.5 Korrelatsioon DDK ja kõnetempo vahel

DDK-soorituse ja kõnetempo vaheliste seoste uurimiseks kasutati igas vanuserühmas Pearsoni korrelatsioonikordajat. Kõige vanemas vanusegrupis (13a0k–17a11k), avastati nõrk, kuid statistiliselt oluline positiivne korrelatsioon lugemiskiiruse ja SMR-stiimuli (/pataka/) vahel ($r = 0,372$, $p = 0,018$). Samuti esines statistiliselt oluline positiivne korrelatsioon lugemiskiiruse ja /koputa/ ($r = 0,357$, $p = 0,024$) ning /pikuta/ ($r = 0,373$, $p = 0,018$) soorituse vahel. Saadud tulemused viitavad sellele, et kiirem DDK-sooritus on noorukite hulgas mõõdukalt seotud kiirema lugemiskiirusega või vastupidi aeglasem DDK-sooritus on seotud aeglasema lugemiskiirusega. DDK-soorituse ja numbrite loendamise vahel nooremates vanusegruppides statistiliselt olulist korrelatsiooni ei leitud ($p > 0,05$).

4. Arutelu

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada tavaarenguga ükskeelsete eesti keelt emakeelena kõnelevate laste diadohhokineesi kiirus ja seda mõjutavad tegurid. Selles peatükis arutletakse saadud uurimistulemuste üle eesmärgi saavutamiseks püstitatud uurimisküsimustest lähtuvalt ning hinnatakse, kas hüpoteesid leidsid kinnitust.

Esimese uurimisküsimuse raames uuriti, kas tavaarenguga ükskeelsete eesti keelt emakeelena kõnelevate laste DDK-kiiruses esineb soolisi ja/või vanuselisi erinevusi. Andmeanalüüs kinnitas varasemates uuringutes täheldatud arengumustrit, näidates, et DDK-kiirus suurenes kõigis vanuserühmades ja kõigi stiimulitüüpide lõikes (Ha, 2023; Kent *et al.*, 2022; van Haaften *et al.*, 2021). Seega sai kinnitust ka püstitatud hüpotees, mille kohaselt vanemate laste DDK-sooritused on statistiliselt oluliselt kiiremad võrreldes nooremate lastega.

Tulemused viitasid sellele, et sugu ei mõjutanud DDK-sooritust statistiliselt olulisel määral ühegi kõnestiimuli puhul (AMR, SMR ega pärisõnad). Täheldatud erinevuste suurused olid väikesed ning tõenäoliselt kliiniliselt ebaolulised. Saadud tulemused toetavad varasemaid DDK uuringuid, kuna mitmed uuringud ei ole lastel olulist soolist mõju DDK-sooritusele leidnud (Icht & Ben-David, 2014, 2015; Modolo *et al.*, 2010; Zamani *et al.*, 2017; Zarokanellou *et al.*, 2024). Samas leidub ka uuringuid, mis viitavad poiste kiiremale DDK-sooritusele (Tafiadis *et al.*, 2021; van Haaften *et al.*, 2021).

Käesoleva uurimistöö leiud toetavad püstitatud hüpoteesi ning viitavad sellele, et sugu ei mõjuta sisuliselt DDK-sooritust tavaarenguga eesti keelt kõnelevatel lastel. Võimalik, et

tulemused oleksid erinenud, kui mees- ja naissoost osalejate jaotus oleks olnud paremas tasakaalus (51 poissi vs 76 tüdrukut).

Teise uurimisküsimuse eesmärgiks oli välja selgitada stiimulmaterjali mõju DDK-sooritusele. Selgus, et erinevad stiimultüübid (AMR, SMR, päriisõnad) mõjutavad DDK-sooritust. Kõigis vanuserühmades osutus kiireimaks AMR-stiimuliks /ta/, samas kui /ka/ oli järjekindlalt kõige aeglasem silp. Kuigi erinevused olid väikesed, püsis muster stabiilsena kõigis vanusegruppides. Tulemus on kooskõlas van Haaften jt (2021) leidudega, kus /ka/ oli samuti kõige aeglasem silp. Erinevalt nende tulemustest ei olnud /pa/ käesolevas uuringus kiireim silp, vaid kõrgeimat kordamise kiirust näitas kõigis rühmades /ta/. Saadud tulemus viitab sellele, et lisaks varajasele lõualuu ja huulte liigutuste arenemisele võivad AMR-sooritust mõjutada ka keelespetsiifilised artikulaatorsed mustrid. Kuigi stiimulid esitati fikseeritud järjekorras, ei olnud esimesena esitatud silp (/pa/) üheski rühmas kõige kiirem, mis viitab sellele, et artikulaatorsed tegurid kaalusid tõenäoliselt üles võimaliku järjekorraefekti mõju AMR-sooritusele. Siiski võiksid tulevased uuringud esitada stiimuleid ka erinevas järjekorras, et neid mõjusid täpsemalt hinnata.

Üldiselt oli SMR-stiimuli /pataka/ kiirus teises ja kolmandas vanuserühmas oluliselt suurem kui kõikidel AMR-stiimulitel. Noorimas vanuserühmas ületas SMR vaid silbi /ka/ järelkordamise kiirust. Mitmed uuringud on kirjeldanud vastupidist mustrit, viidates, et kolmesilbilise järjestuse motoorne programm on keerukam kui ühesilbilise puhul (Modolo *et al.*, 2010; van Haaften *et al.*, 2021). Käesolevad tulemused viitavad seega sellele, et eesti keelt kõnelevate laste jaoks ei pruugi kolmesilbiline motoorne järjestus olla keerukam kui ühesilbilise stiimuli korduv hääldamine. Sama järelduseni jõudsid ka Granocchio jt (2021), kes töid itaalia keele kontekstis välja, et häälikute artikuleerimise ja koartikulatsiooni mehhanismid võivad keele arengu seisukohalt olla olulisemad kui suhtluse jaoks vähem funktsionaalsed ülesanded, näiteks nagu isoleeritud silpide kordamine (AMR-ülesanne).

Käesolevas uuringus ilmnes, et keskmises vanuserühmas oli /pataka/ kiirus suurem kui sõna /koputa/ kiirus, samas kui noorimas ja vanimas vanuserühmas ei leitud /pataka/ ja päriisõnade vahel statistiliselt olulisi erinevusi. Seega lükkavad uuringus saadud tulemused osaliselt ümber autori seatud hüpoteesi, mille kohaselt pidanuks eesti laste päriisõnade kordamise kiirus olema statistiliselt oluliselt suurem kui pseudosõna kordamise kiirus. Varasemad uuringud, milles on võrrelnud SMR-sooritust päriisõnade kordamisega, on näidanud

et pärisõnu korratakse kiiremini, tõenäoliselt tänu hästi kinnistunud leksikaalsete representatsioonide aktiveerimisele (Icht & Ben-David, 2014, 2015; Kent *et al.*, 2022; Zarokanellou *et al.*, 2024; van Haaften *et al.*, 2021).

Ühe võimaliku seletusena võib oletada, et sageli kasutatav SMR-stiimul /pataka/ kattub osaliselt eesti keeles olemasoleva sõnaga (ainsuse omastav kääne sõnast *patakas*). Siiski ei saa eeldada, et kõik osalejad töötlesid seda kui tähenduslikku sõna. Lisaks võib /pataka/ artikulaatorne struktuur olla vähem nõudlikum kui uuringus kasutatud pärisõnadel (/koputa/; /pikuta/), eriti konsonantide järjestuse ja vokaalide moodustuskoha osas.

Statistiliselt oluliste erinevuste puudumine vanimas rühmas võib viidata sellele, et vanuse ja motoorse automatiseerumise suurenedes väheneb leksikaalsete või artikulaatorsete tegurite mõju DDK-kiirusele. See tõlgendus toetab seisukohta, et DDK-sooritus peegeldab artikuleerimise ja keelespetsiifilise fonoloogilise struktuuri koosmõju (Icht & Ben-David, 2021). Need tulemused jätaavad õhku küsimuse, kas DDK-ülesanded peegeldavad peamiselt motoorset sooritust või mõjutavad maksimaalset kordamise kiirust ka leksikaalsed ja fonoloogilised representatsioonid.

Üks võimalik seletus pärisõnade aeglasemale kordamisele võib käsitleda stiimulite fikseeritud esitlusjärjekorda. Pärisõnad esitati hindamisel viimasena, seega on võimalik, et kumulatiivne artikulaatorne koormus mõjutas sooritust. Nooremad lapsed võivad olla sellistele mõjudele eriti vastuvõtlikud, arvestades kõnemotoorika jätkuvat arengut (Nip & Green, 2013). Kuna väsimust otseselt ei mõõdetud, tuleb seda tõlgendust käsitleda ettevaatlikult.

Samas on mitmed uuringud näidanud, et pärisõnade kordamise kiirus võibki olla aeglasem kui SMR-sooritus (Chu, Foong, *et al.*, 2021; Chu, Lee, *et al.*, 2021). Chu, Foong jt (2021) tõid välja, et pseudosõnade kordamise sooritus võib olla kiirem, kuna väiksem leksikaalse aktiveerimise vajadus võib hõlbustada motoorset järjestamist. Käesolevad tulemused on selle tõlgendusega kooskõlas ning toetavad täiendavalt keelespetsiifilise fonoloogilise struktuuri rolli DDK-sooritusel.

Analüüs näitas, et pärisõna /pikuta/ keskmine kiirus oli suurem kui /koputa/ puhul. See võib olla tingitud artikulaatorsetest teguritest, mis on seotud konsonantide ja vokaalide moodustuskohaga. Sõna alguses olev velaarne konsonant (/k/) võib nõuda keele tagumise osa suuremat liikumist, mis omakorda võib suurendada artikulaatorse liikumise ulatust võrreldes bilabiaalse konsonandiga (/p/). Lisaks võivad vokaalide erinevused (/o/ vs /i/) mõjutada liigutuste

amplituudi ja ajastuse koordineerimist. Siiski on need tõlgendused spekulatiivsed ning vajavad täiendavat empiirilist uurimist.

Kolmanda uurimisküsimuse vastusena otsiti uurimistöös normatiivseid DDK-soorituste kiiruseid erinevates vanusegruppides. Uuringus saadud normatiivsed andmed võivad olla abiks eesti keelt kõnelevate laste DDK-soorituse kliinilisel hindamisel. Käesolevate tulemuste põhjal võib kaaluda ka kahetasandilist tõlgendamist, mis tugineb saadud normatiivsetele väärtustele. Tulemused, mis jäävad alla 10. protsentiili viitavad sellele, et tuleks läbi viia täiendav hindamine. Väärtused, mis jäävad alla keskmisest lahutatud kahekordse standardhälbe ($M - 2SD$), viitavad suurematele kõrvalekalletele normist ning võivad olla seotud suurema ebatüüpilise soorituse tõenäosusega. Siiski tuleb arvestada, et neid norme ei ole võrreldud kõne- või keelepuuetega laste andmetega, kuna sellised andmed eesti keele kohta puuduvad. Seetõttu tuleks käesolevaid norme käsitleda esialgsete orientiiridena, mitte lõplike diagnostiliste piirväärtustena.

Mitmed autorid on rõhutanud, et ebatüüpiline DDK-sooritus võib olla oluline näitaja kõnehäirete diagnoosimisel (Kent *et al.*, 2022; Murray *et al.*, 2015; Peter *et al.*, 2018; Tafiadis *et al.*, 2021). Kõneprobleemidega laste DDK-soorituse hindamisel tuleb arvestada, et kiirus ei ole ainus oluline näitaja; erinevused võivad ilmned ka regulaarsuses ja täpsuses (Ha, 2023). Ha (2023) leidis, et kõneraskustega laste DDK-kiirus ei erine oluliselt tüüpiliselt arenevate laste omast, kuid neil esineb märkimisväärselt rohkem artikulatsioonivigu. Seevastu Kent jt (2022) ja Tafiadis jt (2021) on näidanud, et tüüpiliselt arenevad lapsed sooritavad DDK-ülesandeid oluliselt kiiremini kui kõnepuuetega lapsed. Need leiud viitavad, et hindamisel tuleks arvesse võtta nii kvantitatiivseid (kiirus) kui ka kvalitatiivseid (täpsus ja regulaarsus) DDK-soorituse aspekte.

Uurimistöös võrreldi saadud norme kreeka keelt kõnelevate laste omadega (Zarokanellou *et al.*, 2024), kuna nende vanuserühmad olid võrreldavad käesoleva uuringu vanusegruppidega. Kõigis vanuserühmades näitasid eesti keelt kõnelevad lapsed kõrgemat keskmist SMR-kiirust kui nende kreeka keelt kõnelevad eakaaslased. Esimeses vanusegrupis oli keskmine SMR-kiirus eesti lastel 4,4 silpi sekundis võrreldes 3,69-ga kreeka lastel. Teises vanusegrupis olid vastavad väärtused 5,3 ja 4,78 silpi sekundis ning kolmandas vanusegrupis vastavalt 6,4 ja 5,15 silpi sekundis. Need tulemused viitavad järjepidevalt kiiremale SMR-sooritusele eesti keelt kõnelevatel lastel kogu arengu vältel. Ka kahe erineva uuringu andmete võrdlemisel (Ha, 2023;

van Haaften *et al.*, 2021) selgub, et eri keeli kõnelevate laste SMR-sooritused võivad varieeruda. Uuringud on näidanud, et DDK-sooritust mõjutavad keelespetsiifilised tegurid (Ha, 2023; Icht & Ben-David, 2014; Modolo *et al.*, 2010; van Haaften *et al.*, 2021). Kuna keeled erinevad nii kasutatavate foneemide kui ka nende esinemissageduse poolest, võivad keeltevahelised fonotaktilised erinevused mõjutada ka DDK-sooritust (Ha, 2023; Icht & Ben-David, 2014). Kuna võrdlused põhinevad siiski erinevatest sõltumatutest uuringutest pärinevatel andmetel, tuleb tulemusi tõlgendada teatava kriitilisusega. Uuringud on kasutanud erinevaid DDK-stiimuleid, hindamismeetodeid ja vanuserühmi, mis võib mõjutada saadud tulemuste võrreldavust.

Neljanda uurimisküsimusega sooviti välja selgitada, kas ja kuidas korreleeruvad uuritavate laste DDK tulemused numbrite loendamise ja lugemise kiirusega. Käesolevas uuringus ilmnes nii lugemiskiiruse ja SMR-soorituse kui ka pärisõnade kordamise kiiruse vahel positiivne korrelatsioon. Kuna lastega ei ole varem sarnaseid uuringuid läbi viidud, ei saa neid tulemusi otseselt ühegi varasema uuringuga kõrvutada. Seetõttu tuleb tulemuste tõlgendamisse suhtuda kriitiliselt, eriti arvestades vanima rühma suhteliselt väikest valimit.

Lisaks tuleb arvestada, et lauseloome ja lugemine hõlmavad kõrgema taseme kõneplaneerimise protsesse, mistõttu DDK-kiirus üksi ei pruugi alati üldist kõnetempot ennustada (Ziegler, 2002). Seetõttu peaks kliiniline hindamine hõlmama nii DDK-ülesandeid kui ka lauseloome ja/või lugemisülesandeid. Arvestades, et ilmnesid statistiliselt olulised tulemused, on vaja edaspidi läbi viia suurema valimiga uuringuid, et hinnata, kas leitud seosed püsivad ka suurema statistilise usaldusväärsusega valimites. Tulemuste usaldusväärsuse parandamiseks tuleks tulevastes uuringutes kaasata ka kõne- või keelepüuetega laste rühm. Kuna numbrite loendamise ja DDK-soorituse vahel seost ei leitud, võiks automaatkõne ülesannet tulevastes uuringutes täiendada või asendada kõnemõõdikuga, mis peegeldab loomulikku kõnetempot, näiteks pildiseeria põhjal jutustamine (Nip & Green, 2013).

Kokkuvõtlikult viitavad uurimistulemused sellele, et eesti keeles kasvab DDK-kiirus vanusega ning ei esine statistiliselt olulisi sugudevahelisi erinevusi DDK-sooritusel. Lisaks mõjutavad DDK-soorituse kiirust ka erinevad stiimulid (AMR, SMR, pärisõnad). Uurimistööst kajastub vajadus täpsemalt uurida kõnetempo ning DDK-ülesannete omavahelist seost. Käesolevad tulemused toetavad veelgi keelespetsiifiliste normatiivsete andmete väljatöötamise olulisust DDK hindamisel, kuna teiste keelte normidele tuginemine võib viia ebatäpse tõlgenduseni.

Käesoleva uuringu tulemusi tuleb tõlgendada teatud piirangute valguses. Mugavusvalimi kasutamine võib piirata tulemuste üldistatavust kogu eesti keelt kõneleva laste populatsiooni suhtes. Kuigi Eesti on keeleliselt suhteliselt homogeenne ning ei esine nii tugevat murdelist varieeruvust kui paljudes teistes keeltes, ei saa piirkondlikku foneetilist varieeruvust täielikult välistada. Lisaks võis vanuserühmade ebavõrdne sooline jaotus mõjutada võimalike sooliste erinevuste tuvastamist DDK-soorituses.

Tulevased uuringud peaksid hõlmama eesti keelt kõnelevaid lapsi, kellel on diagnoositud kõne- ja keelepuuded, et luua kliiniliselt tähenduslikud võrdlusandmed ning arendada diagnoosispetsiifilisi võrdlusväärtusi. Samuti oleks tulevikus oluline läbi viia pikilõikeuuringuid, et uurida DDK-soorituse arengut lapsepõlvest noorukieani ning hiljem ka täiskasvanu- ja vanemaeani eesti keelt kõnelevas populatsioonis. Lisaks DDK-kiirusele tuleks tulevastes uuringutes uurida ka DDK-soorituse kvalitatiivseid aspekte, sealhulgas regulaarsust ja artikuleerimise täpsust, et saada terviklikum ülevaade kõnemotoorsest kontrollist.

Tänuõnad

Soovin tänada oma juhendajat Lagle Lehest asjalike nõuannete ja konstruktiivse tagasiside eest. Lisaks tänan kõiki lasteaedu, koole ning tuttavaid, kelle kaudu õnnestus koguda uurimistöö valim.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö ning toonud korrektselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.

Teele Kanarbik

/allkirjastatud digitaalselt/

19.05.2026

Kasutatud kirjandus

- Ben-David, B. M., & 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>
- Ben-David, B. M., & 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>
- Camargo-Mendoza, M., Nöth, E., Mekyska, J., & Orozco-Arroyave, J. R. (2023). Oral-diadochokinesis rates for Spanish, German and Czech: Reference values for normotypical adults. *Revista de Investigación En Logopedia*, 13(2), e85834–e85834. <https://doi.org/10.5209/rlog.85834>
- Chu, S. Y., Foong, J. H., Lee, J., Ben-David, B. M., Barlow, S. M., & Hsu, C. (2021). Oral diadochokinetic rates across languages: Multilingual speakers comparison. *International Journal of Language & Communication Disorders (John Wiley & Sons, Inc.)*, 56(5), 1026–1036. (153003647). <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12653>
- Chu, S. Y., Lee, J., Barlow, S. M., Ben-David, B., Lim, K. X., & Foong, J. H. (2021). Oral-diadochokinetic rates among healthy Malaysian-Mandarin speakers: A cross linguistic comparison. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 23(4), 419–429. <https://doi.org/10.1080/17549507.2020.1808701>
- Diepeveen, S., van Haaften, L., Terband, H., de Swart, B., & Maassen, B. (2019). A Standardized Protocol for Maximum Repetition Rate Assessment in Children. *A* 71(5/6), 238–250. (vdc.100091096930.0x000001).

<https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=f773c61c-1e4e-377a-b04b-a73426769f0c>

Gadesmann, M., & 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>

Gao, R., Yuen, J. T. W., Li, X. X., & 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

Granocchio, E., Gazzola, S., Scopelliti, M. R., Criscuoli, L., Airaghi, G., Sarti, D., & Magazù, S.

(2021). Evaluation of oro-phonatory development and articulatory diadochokinesis in a sample of Italian children using the protocol of Robbins & Klee. *Journal of*

Communication Disorders, 91, 106101. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2021.106101>

Ha, S. (2023). Oral diadochokinetic production in children with typical speech development and speech–sound disorders. *International Journal of Language & Communication*

Disorders, 58(5), 1783–1798. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12908>

Hallap, M., & Padrik, M. (2009). Keel ja Kõne. *Õppe- ja kasvatustegevuse valdkonnad* (lk 26–

43). Kirjastus Studium. [https://oppekava.ee/wp-](https://oppekava.ee/wp-content/uploads/2015/07/Oppevaldkonnad_Alusharidus.pdf)

[content/uploads/2015/07/Oppevaldkonnad_Alusharidus.pdf](https://oppekava.ee/wp-content/uploads/2015/07/Oppevaldkonnad_Alusharidus.pdf)

Icht, M., & Ben-David, B. M. (2014). Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *Journal of Communication Disorders*, 48, 27–37.

<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.02.002>

- Icht, M., & Ben-David, B. M. (2015). Oral-diadochokinetic rates for Hebrew-speaking school-age children: Real words vs. non-words repetition. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 29(2), 102–114. (100488667). <https://doi.org/10.3109/02699206.2014.961650>
- Icht, M., & 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>
- Karlsson, F., & Hartelius, L. (2019). How Well Does Diadochokinetic Task Performance Predict Articulatory Imprecision? Differentiating Individuals with Parkinson’s Disease from Control Subjects. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 71(5/6), 251–260. (139194971). <https://doi.org/10.1159/000498851>
- Kent, R. D., Kim, Y., & Chen, L. (2022). Oral and Laryngeal Diadochokinesis Across the Life Span: A Scoping Review of Methods, Reference Data, and Clinical Applications. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 65(2), 574–623. https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-21-00396
- Lancheros, M., Friedrichs, D., & 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>
- Lowit, A., Marchetti, A., Corson, S., & Kuschmann, A. (2018). Rhythmic performance in hypokinetic dysarthria: Relationship between reading, spontaneous speech and diadochokinetic tasks. *Journal of Communication Disorders*, 72, 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2018.02.005>

- McLeod, S., & Crowe, K. (2018). Children's Consonant Acquisition in 27 Languages: A Cross-Linguistic Review. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(4), 1546–1571. (133216853). https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0100
- Modolo, D. J., Berretin-Felix, G., Genaro, K. F., & Brasolotto, A. G. (2010). Oral and Vocal Fold Diadochokinesis in Children. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 63(1), 1–8. <https://doi.org/10.1159/000319728>
- Murray, E., McCabe, P., Heard, R., & Ballard, K. J. (2015). Differential Diagnosis of Children with Suspected Childhood Apraxia of Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(1), 43–60. https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-S-12-0358
- Nip, I. S. B., & 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>
- Peter, B., Lancaster, H., Vose, C., Middleton, K., & Stoel-Gammon, C. (2018). Sequential processing deficit as a shared persisting biomarker in dyslexia and childhood apraxia of speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 32(4), 316–346. <https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1375560>
- Pierce, J. E., Cotton, S., & Perry, A. (2013). Alternating and sequential motion rates in older adults. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(3), 257–264. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12001>
- Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Badin, P., & Sawallis, T. R. (2012). Grounding stop place systems in the perceptuo-motor substance of speech: On the universality of the labial–coronal–velar stop series. *Journal of Phonetics*, 40(1), 20–36. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2011.10.004>

- Zamani, P., Rezai, H., & 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>
- Zarokanellou, V., Tafiadis, D., Gryparis, A., Prentza, A., Voniati, L., & Ziavra, N. (2024). The effect of real word stimuli versus non-word stimuli on oral diadochokinetic rates across the life span: An item discrimination analysis. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 59(2), 728–743. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12962>
- Ziegler, W. (2002). Task-Related Factors in Oral Motor Control: Speech and Oral Diadochokinesis in Dysarthria and Apraxia of Speech. *Brain and Language*, 80(3), 556–575. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2614>
- Tafiadis, D., Zarokanellou, V., Prentza, A., Voniati, L., & Ziavra, N. (2021). Oral diadochokinetic rates for real words and non-words in Greek-speaking children. *Open Linguistics*, 7(1), 722–738. <https://doi.org/10.1515/opli-2020-0178>
- Tafiadis, D., Zarokanellou, V., Prentza, A., Voniati, L., & Ziavra, N. (2022). Diadochokinetic rates in healthy young and elderly Greek-speaking adults: The effect of types of stimuli. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 57(5), 1085–1097. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12747>
- van Haaften, L., Diepeveen, S., Terband, H., De Swart, B., Van Den Engel-Hoek, L., & 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>

Lisad

Lisa 1. Informeeritud nõusolekud

Lugupeetud lapsevanem / seaduslik esindaja!

Uuringu nimetus: Neuroloogilise häireta laste ja täiskasvanute diadohhokineesi sooritus

Tartu Ülikool kutsub Teie last osalema uuringus, mille eesmärk on kirjeldada tervete eesti laste diadohhokineesi sooritust (kõneliigutuste ümberlülitumist). Uuringusse kaasame kokku 120 last vanuses 4a6k - 17a11k, kellel on täidetud alljärgnevad tingimused:

1. Lapsel ei esine kaasuvana neuroloogilist haigust ega kõne- ega keelepuudeid
2. Lapsel ei ole pooleli logopeedilist ega eripedagoogilist sekkumist
3. Lapse emakeel on eesti keel

Uuringus osalemine on vabatahtlik. Teil ja Teie lapsel on võimalik uuringus osalemisest loobuda igal ajal. Loobumist ei pea põhjendama.

Palun lugege läbi alljärgnev info. Küsimuste tekkimise korral saate lisainfot uuringu läbiviijatelt.

Lühikokkuvõtte uuringust. Tegemist on esimese uuringuga Eestis, mis uurib laste diadohhokineesi (DDK) ehk häälduselundite ümberlülituvuse kiirust ja sujuvust. Uuringu eesmärgiks on välja töötada eesti laste DDK normid. DDK-d kasutatakse kliinilises praktikas oraalmotoorika funktsiooni hindamiseks neuroloogilisest kahjustusest või haigusest tingitud liigutushäirete korral.

Informatsioon uuringu kohta: Uuringu käigus tuleb Teie lapsel korrata erinevaid silpe ning loendada numbreid või lugeda teksti. Ümberlülituvuse hindamiseks kasutatakse silpide /pa/, /ta/, /ka/, pseudosõna /pataka/ ja pärisõnade /koputa/ ja /pikuta/ järele kordamist võimalikult kiires tempos. Laps saab võimaluse enne katse sooritamist ühe korra harjutada. Sellele järgneb maksimaalselt kaks soorituskatset (teist katset rakendatakse vaid siis, kui esimene ebaõnnestub). Kõnetempo hindamiseks kasutatakse nooremate vanusegruppide hindamisel numbrite loendamist ja vanemate laste hindamisel teksti lugemist. Heli salvestatakse diktofoniga ning analüüsimiseks kasutatakse PRAAT tarkvara. Uuring võtab aega ligikaudu 15 minutit. Leitud norme saavad logopeedid kasutada laste hindamisel.

Andmete kaitse ja konfidentsiaalsus:

Uurimisrühma jaoks on väga oluline, et Teie ja Teie lapse andmed on kaitstud ja kõrvalistele isikutele kättesaamatud. Kõikide kogutud andmete identifitseerimiseks kasutatakse Teie lapse nime asemel numbrilist koodi, mis ei ole Teie lapse isikuga seostatav. Andmeid hoitakse Tartu Ülikooli parooliga kaitstud serveris. Teie lapse andmetele on ligipääs ainult uuringuga otseselt seotud isikutel.

Allkirjastamine nõusoleku korral

Mind,, on informeeritud ülalmainitud uuringust ja ma olen teadlik läbiviidava uurimistöö eesmärgist. Kinnitan oma nõusolekut, et (lapse nimi), sündinud (kuupäev), osaleb käesolevas uurimuses. Annan nõusoleku tema isikuandmete töötlemiseks.

Tean, et uuringu käigus tekkivate küsimuste kohta saan mulle vajalikku täiendavat informatsiooni vastutavalt uurijalt:

Lagle Lehes, Tartu Ülikool, logopeedia lektor, e-post: lagle.lehes@ut.ee, telefoninumber: 5561 6054

Oma lapse kui uuritava õigusi puudutavate küsimustega saan pöörduda Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee poole (tel 737 6215, e-post eetikakomitee@ut.ee)

Andmekaitset puudutavate kaebustega saan pöörduda Tartu Ülikooli Kliinikumi andmekaitespetsialisti poole (marite.piho@kliinikum.ee, 7319002).

Lapsevanema / seadusliku esindaja allkiri
Kuupäev
Uuritavale informatsiooni andnud isiku nimi
Uuritavale informatsiooni andnud isiku allkiri
Kuupäev

Informeeritud nõusolek uuringus osalejale

Uuringu nimetus: Neuroloogilise häireta laste ja täiskasvanute diadohhokineesi sooritus

Tartu Ülikool kutsub Sind osalema uuringus, mille eesmärk on kirjeldada tervete eesti laste kõneliigutuste kiirust ja sujuvust. Uuringusse kutsume osalema 120 last vanuses 4a6k - 17a11k. Kutsume Sind uuringusse, kui

- oled terve
- ei käi logopeedi ega eripedagoogi vastuvõttudel
- Sinu emakeel on eesti keel

Uuringus osalemine on vabatahtlik. Uuringus osalemisest loobuda igal ajal. Loobumist ei pea põhjendama. Palun loe läbi alljärgnev info. Küsimuste tekkimise korral saate lisainfot uuringu läbiviijatelt.

Lühikokkuvõte uuringust. Uuringu eesmärgiks on välja selgitada, kui kiiresti eesti lapsed kõneliigutusi sooritavad. Nendest tulemustest on kasu logopeedidel, kes töötavad kõnehäirega lastega. Uuringu käigus tuleb Sul korrata erinevaid silpe ning lugeda teksti. Sa saad võimaluse harjutada. Heli salvestatakse diktofoniga ning hiljem analüüsitakse. Uuring võtab aega ligikaudu 15 minutit. Sinu nime uurimistöös ei kasutata. Sinu nimi asendatakse numbriga ning ainult uurija saab Sinu nime ja numbriga kokku viia.

Allkirjastamine nõusoleku korral

Mind,, on informeeritud uuringust ja ma olen teadlik selle uurimistöö eesmärgist. Kinnitan oma nõusolekut selles osalemiseks allkirjaga.

Tean, et uuringu käigus tekkivate küsimuste kohta saan mulle vajalikku täiendavat informatsiooni vastutavalt uurijalt:

Lagle Lehes, Tartu Ülikool, logopeedia lektor, e-post: lagle.lehes@ut.ee, telefoninumber: 5561 6054

Enda kui uuritava õigusi puudutavate küsimustega saan pöörduda Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee poole (tel 737 6215, e-post etikakomitee@ut.ee)

Andmekaitset puudutavate kaebustega saan pöörduda Tartu Ülikooli Kliinikumi andmekaitse spetsialisti poole (marite.piho@kliinikum.ee, 7319002).

Lapse nimi/ allkiri

Kuupäev

Uuritavale informatsiooni andnud isiku nimi

Uuritavale informatsiooni andnud isiku allkiri

Kuupäev

PÕHJATUUL JA PÄIKE

Ükskord vaidlesid põhjatuul ja päike selle üle, kumb neist on tugevam. Just siis tuli mööda teed rändaja, seljas soe mantel. Põhjatuul ja päike leppisid kokku, et see, kellel esimesena õnnestub sundida rändajat mantlit seljast võtma, on teisest tugevam. Põhjatuul puhuski kõigest jõust, aga mida rohkem ta puhus, seda enam koomale tõmbas rändaja oma mantli hõlmad. Lõpuks loobus põhjatuul katsest. Siis hakkas aga päike nii soojalt paistma, et rändaja kohe oma mantli seljast võttis. Ja nõnda pidigi põhjatuul tunnistama, et päike on tast tugevam.

Lisa 3 Hindamisprotokoll

Numbrite loendamine 1-10 (viiakse läbi vanusegruppides 4a6k-6a11k ja 7a0k-12a11k)

Loenda numbreid ühest kümneni.

Teksti lugemine (viiakse läbi vanusegrupis 13a0k-17a11k)

Korraldus: *Loe mulle see tekst oma loomulikus tempos ette, nii nagu sa tavaliselt loed.*

Tekst “Päike ja põhjatuul”

AMR (Silpide *pa, ta ja ka* kordamine)

Korraldus: *Korda minu järel /stiimul/ nii kiiresti ja täpselt kui saad. Teen sulle näite ette. Kuula! pa-pa-pa (ta-ta-ta, ka-ka-ka). Proovi nüüd sina ka! Tubli! Teeme nüüd uuesti, kui ütlen ALUSTA, siis alustad. Sobib? ALUSTA*

Kui sooritus ebaõnnestus (ei olnud piisavalt pikk, esines liiga palju eksimusi), siis lindistatakse uus katse. Maksimaalselt saab iga osaleja kaks katset salvestamiseks.

Uuriija poolt pakutav näide peaks kestma umbes 5 sekundit.

SMR (Silbijada *pataka* kordamine)

Korraldus: *Korda minu järel /pataka/ nii kiiresti ja täpselt kui saad. Teen sulle näite ette. Kuula! Pataka-pataka-pataka-pataka. Proovi nüüd sina ka! Tubli! Teeme nüüd uuesti, kui ütlen ALUSTA, siis alustad. Sobib? ALUSTA*

Kui sooritus ebaõnnestus (ei olnud piisavalt pikk, esines liiga palju eksimusi), siis lindistatakse uus katse. Maksimaalselt saab iga osaleja kaks katset salvestamiseks.

Uuriija poolt pakutav näide peaks kestma umbes 5 sekundit.

Sõnade *pikuta ja koputa* kordamine

Korraldus: *Korda minu järel /stiimul/ nii kiiresti ja täpselt kui saad. Teen sulle näite ette. Kuula! Pikuta-pikuta-pikuta-pikuta (koputa-koputa-koputa-koputa). Proovi nüüd sina ka! Tubli! Teeme nüüd uuesti, kui ütlen ALUSTA, siis alustad. Sobib? ALUSTA*

Kui sooritus ebaõnnestus (ei olnud piisavalt pikk, esines liiga palju eksimusi), siis lindistatakse uus katse. Maksimaalselt saab iga osaleja kaks katset salvestamiseks.

Uuriija poolt pakutav näide peaks kestma umbes 5 sekundit.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Teele Kanarbik,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Diadohhokineesi sooritus tavaarenguga ükskeelsetel eesti keelt emakeelena kõnelevatel lastel, mille juhendaja on Lagle Lehes, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi ADA kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi ADA kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Teele Kanarbik
19.05.2026