

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Anna Edela

5-AASTASTE POISTE PIDURDUSKONTROLLI SEOS NENDE KÕNE ARENGUGA

Uurimistöö

Juhendajad:

Kenn Konstabel, PhD

Tiia Tulviste, PhD

Läbiv pealkiri: PIDURDUSKONTROLLI SEOS KÕNE ARENGUGA

Tartu 2019

5-aastaste poiste pidurduskontrolli seos nende kõne arenguga**Lühikokkuvõte**

Pidurduskontrolli tase näitab võimekust oma käitumist kontrollida. Keel ja sümbolisüsteemid on enesekontrolli keskseks protsessiks ning vahendiks, et õppida oma käitumist kontrollima. Juhtfunktsioonidest on varasemalt leitud kõige enam seoseid pidurduskontrolli või interferentsi kontrolli ja kõne arengu vahel. Käesolevas töös uurisin 5-aastaste poiste pidurduskontrolli seost nende kõne arenguga. Selle tarvis tegin nendega Reynelli kõne arengu testi ning kohandatud stoppsignaali ülesande. Pidurduskontrolli ja kõne arengu vahel seost ei olnud. Lisatulemusena selgus, et need, kelle Reynelli testi skoor oli parem, vastasid stoppsignaali ülesande *go*-stiimulitele täpsemalt.

Märksõnad: koolieelikud, pidurduskontroll, kõne areng

Connection between Inhibitory Control and Speech Development of 5-Year-Old Boys**Abstract**

The level of inhibitory control is the indicator of the ability of behavioral control. Language and symbol systems are the central processes of self-control and they are the medium for learning to control one's behaviour. Previously, the connections between inhibitory control or interference control and speech development have been found. In this paper I investigated the connection between inhibitory control and speech development of 5-year-old boys. I carried out the Estonian version of NRLDS among them and an adapted version of stop signal task. There was no connection between inhibitory control and speech development. As an additional result, the boys, whose NRLDS score was better, reacted more accurately to the go stimulus of stop signal task.

Keywords: preschoolers, inhibitory control, speech development

Sissejuhatus

Juhtfunktsioonid, pidurduskontroll ja frontaalsagar

Juhtfunktsioonide (ka täidesaatvad funktsioonid, kognitiivne kontroll, ingl *executive functions*, *executive control*, *cognitive control*) all mõistetakse kognitiivseid oskusi, mis võimaldavad käituda eesmärgile orienteeritult (Jurado & Rosselli, 2007). Nende hulka kuuluvad paindlik mõtlemine, info uuendamine ja sellega manipuleerimine, eesmärkidega mitte seotu pidurdamine, enesekontroll, käitumise planeerimine ja kohandamine vastavalt kontekstile (Jurado & Rosselli, 2007). Lehto, Juujärvi, Kooistra ja Pulkkineni (2003) järgi võib tuua välja kolm põhilist juhtfunktsiooni, milleks on pidurdamine (ingl *inhibition*, mis hõlmab pidurduskontrolli (ingl *inhibitory control*, *response inhibition*) ja interferentsi kontrolli (ingl *interference control*), töömälu (ingl *working memory*) ja kognitiivne paindlikkus (ka ümberlülitumine, ingl *cognitive flexibility*, *task swiching*). Nendest funktsioonidest moodustuvad järgnevad kõrgema taseme juhtfunktsioonid: mõtlemine, probleemilahendus ja planeerimine (Collins & Koechlin, 2012). Juhtfunktsioonid on olulisel kohal vaimses ja füüsilises tervises, neid on tarvis koolis ja elus üldiselt edukas olemiseks (Diamond, 2012).

Diamond (2012) kirjeldab pidurduskontrolli kui üht põhilist juhtfunktsiooni, mis on seotud võimekusega oma tähelepanu, käitumist, mõtteid ja emotsioone kontrollida, et mitte alluda tugevale sisemisele kalduvusele või välisele ahvatluse ning teha seda, mis on sobivam või vajalik. Ta toob välja, et ilma pidurduskontrollita järgiksime me vaid oma impulsse, vanu mõtlemise ja tegutsemise kogemusi ja alluksime keskkonnastiimulitele (Diamond, 2012).

Juhtfunktsioonide reguleerimisega tegeleb ajuosadest peamiselt frontaalsagar, kuid siiski on juhtfunktsioonid tulemuseks mitme ajupiirkonna komplekssele vastastiktoimele (Otero & Barker, 2014, lk 29-30). Otsmikusagara ja juhtfunktsioonide olulisusele viitab ka see, et inimestel on frontaalsagar kolm korda suurem kui inimahvidel (Semendefer & Damasio, 2000). Kõige enam mõjutab juhtfunktsioone aga prefrontaalsagar, mis moodustab umbes 1/3 uusajukoorest (Fuster, 2002) ning mis jagatakse dorsolateraalseks, mediaalfrontaalseks ning orbitofrontaalseks alaks (Otero & Barker, 2014, lk 31). Lateraalne ala, mis on inimestel maksimaalselt arenenud, võimaldab kognitiivset toetust käitumise, kõne ja mõtlemise organiseerimiseks (Otero & Barker, 2014, lk 31).

Frontaalsagara ja pidurduskontrolli areng

McCloskey, Perkins ja van Divner (2009) väidavad, et juhtfunktsioonid hakkavad arenema varases lapsepõlves ja jätkavad arenemist vähemalt kolmanda elukümnendini ning suure tõenäosusega ei lõpeta arenemist kogu eluaja jooksul (Otero & Barkeri, 2014, lk 32 kaudu). Juhtfunktsioonide areng toimub paralleelselt frontaalsagara arenguga (Otero & Barker, 2014, lk 33). Sowell jt (2004) leidsid MRI abil, et hallaine vähenemine ja müeliniseerumise suurenemine frontaalsagaras kestab kuni 30 eluaastani ning valgeaine tase tõuseb kuni 60 eluaastani või sealt ka edasi. Müelinisatsioonil on prefrontaalsagara arengus oluline osa: tänu sellele kantakse närviimpulsse sünapsites edasi kuni 100 korda kiiremini (Otero & Barker, 2014, lk 33). Yakovlev ja Lecours (1967) leidsid, et kuigi müelinisatsioon on sensoorses ja motoorses alas esimeste eluaastate jooksul lõppenud, toimub see viimasena inimese prefrontaalkoores veel kuni kahekümnendate eluaastate lõpuni (Otero & Barker, 2014, lk 33 kaudu).

Hughes, Graham ja Grayson (2004, lk 218) toovad välja, et kaheksakuustel imikutel pole juhtfunktsioonid veel välja arenenud ning seega tõmbab iga uus objekt, mis seisab eesmärgi saavutamisel ees, tähelepanu. Diamond (2002) leidis oma uuringus aga, et 9-10-kuused imikud näitavad oma tegevuses pidurduskontrolli olemasolu. Siiski on rohkem mõõdetud pidurduskontrolli üle kolmeaastaste laste puhul (Hughes jt, 2004, lk 221). Koolieelikutel on pidurduskontrolli, mis nõuab nii reageeringu pidurdamist kui ka reegli alusel tegevuse sooritamist, uurimiseks kasutatud käemängu, koputamise-puudutamise ülesannet (Hughes jt, 2004, lk 221) ja päeva või öö Stroopi ülesannet (Gerstadt, Hong & Diamond 1994). Uuringute põhjal selgub, et suurem osa 3-aastastest lastest eksib palju eelnevalt mainitud ülesannetes, kuid enamik 4-aastasi suudab need korrektselt sooritada. Pidurduskontrolli mõõtmiseks kasutatakse ka *go/no-go*-ülesannet (Motes jt, 2018), mille sooritus paraneb 3–6-aastaste laste seas vanuse kasvades (Hughes jt, 2004, lk 221). Carlson (2005) on leidnud, et selles vanuses toimub ka juhtfunktsioonide kasvuspurt. Kokkuvõtvalt võib öelda, et eelkoolieas areneb pidurduskontroll olulisel määral (Hughes jt, 2004, lk 221). Wisconsinis kaartide sorteerimise testi kasutamisel pidurduskontrolli uurimiseks on Chelune ja Baer (1986) leidnud, et pidurduskontroll paraneb pidevalt alates kuuendast eluaastast ning täiskasvanutega sarnane tase saavutatakse umbes kümnendaks eluaastaks. Stoppsignaali ülesannet kasutades tuvastasid Williams, Ponesse, Schachar, Logan ja Tannock (1999), küll väheste tõenditega, et täiskasvanuea jooksul pidurduskontroll aeglustub. Logan (1994, lk 192) ja Williams jt (1999) toovad välja, et

pidurdusprotsess üldiselt elu jooksul ei muutu, kuid muutub kiiremaks lapse täiskasvanuks saamisel ja aeglasemaks vanemas eas.

Diamond (2012) leiab, et pidurduskontrolli on võimalik harjutada. Seda tõestab näiteks Liu, Zhu, Ziegleri ja Shi (2015) uuring, kus treeniti koolieelikute pidurduskontrolli ning mõõtmiseks kasutati *go/no-go*-ülesannet. Uuringu tulemused kinnitavad, et harjutamine arendas katseisikute pidurduskontrollivõimet. Chavani, Mouthoni, Draganski, van der Zwaagi ja Spiereri (2015) tehtud uuringust selgub, et ka noorte täiskasvanute (22–33-aastased) pidurduskontrolli oli võimalik *go/no-go*-ülesandega treenides paremaks muuta.

Kõne areng ja selle mõõtmine

Lapsed alustavad keele õppimist juba emaülas (Harris, 2004, lk 65). Kõne arengut käsitletakse kõnest arusaamise (retseptiivse kõne) ja väljendusliku kõne (produktiivse kõne) osas eraldi. Enamik imikutest saab esimestest sõnadest aru seitsme- või kaheksakuuselt (Harris, 2004, lk 78). Esimesel sünnipäeval saadakse aru 75–100 sõnast, kuuteistkümnendaks elukuuks mõistavad poisid umbes 150 sõna ning tüdrukud rohkem kui 200 sõna (Harris, 2004, lk 79).

2. elukuu paiku hakkavad imikud koogama, seejärel lalisema, 4. elukuust alates kasutavad nad häälemängu, 6. elukuu ajal hakkavad moodustama äratuntavaid silpe ning oma esimesed sõnad ütlevad imikud umbes kümnenda elukuu paiku (Harris, 2004, lk 81, 84; Tulviste, 2008, lk 40–41). Eesti laste esimesed sõnad on *emme*, *aitäh*, *nämm-nämm*, *anna* ja *issi* (Tulviste, 2008, lk 42). Laste esimesed sõnad on pea alati täiskasvanute sõnade foneetilised lihtsustused ning alles 5.–6. eluaastaks omandavad nad keele foneemide ja foneemide kombinatsioonide korrektse häälduse (Harris, 2004, lk 83). Lapsed saavad alati aru rohkematest sõnadest, kui nad suudavad välja öelda (Harris, 2004, lk 84).

Esimese eluaasta jooksul esineb lastel ühesõnaliste lausungite periood ja 18. elukuust alates kahesõnaliste lausungite periood (Tulviste, 2008, lk 42–43). Varases eas on laste kõne arengus suured individuaalsed erinevused: 16-kuune laps võib mõista 100–270 sõna ja öelda 0–130 sõna (Harris, 2004, k 91). 2-aastaselt on laps omandanud umbes 250 sõna ja 30. elukuuks 500 sõna ning ta saab aru lihtsamatest küsimustest (Tulviste, 2008, lk 42–43). 3–4-aastaste laste keelelised oskused on juba suuresti omandatud: neil on suur sõnavara ja nad moodustavad grammatikareeglite alusel mitmesõnalisi lausungeid (Tulviste, 2008, lk 46). Merit Hallap ja Marika Padrik (2008) on pannud kirja lapse kõne arengu eeldatavad tulemused. Nende järgi oskab viieaastane laps enamiku nimisõnade käändevorme mitmuses kasutada, sõnu arvus ning käändes ühildada, lihtsamaid põimlauseid kasutada, omadussõna võrdlusastmeid ja tingivat

kõneviisi moodustada ning *nud-* ja *tud-*kesksõnu kasutada (Hallap & Padrik, 2008, lk 29). Nad on võimelised õigesti hääldama kõiki emakeele häälikuid, tuttavaid 3-4-silbilisi sõnu, kõiki häälikuühendeid 1-2-silbilistes tuttava tähendusega sõnades ja sageli kasutatavaid võõrsõnu (Hallap & Padrik, 2008, lk 31). Kuueaastane laps on omandanud umbisikulise tegumoe ning märkab täiskasvanute kõnes grammatikavigu, samuti kasutab ta õigesti aega väljendavaid määrsõnu ja samatähenduslikke sõnu (Hallap & Padrik, 2008, lk 29, 31). Ta mõistab samatüveliste sõnade tähenduste erinevusi, kasutab õigesti sihilisi ja sihituid tegusõnu, nimetab ühe õpitud kategooria piires vähemalt kahte sõna, nt lilled: tulp, roos (Hallap & Padrik, 2008, lk 31). Seitsmeaastane laps kasutab kõiki käändeid nii ainsuses kui ka mitmuses; käändevorme harva esinevates funktsioonides; osastava ja sisseütleva käände erinevaid lõpuvariante; kasutab enamasti õigesti laadivahelduslikke sõnu; põimlauseid, mis väljendavad põhjust, tingimust ja eesmärki (Hallap & Padrik, 2008, lk 29). Ta kordab õigesti järele ka tähenduselt võõraid sõnu ning hääldab õigesti võõrhäälikuid (f, š) tuttavates sõnades (Hallap & Padrik, 2008, lk 31). Seitsmeaastane laps oskab selgitada kuulnud kujundlike väljendite tähendust ja/või tuua enda kogemusest näiteid, kasutab abstraktse tähendusega sõnu, inimesi ja inimese tegevust iseloomustavaid sõnu, liidab ja tuletab sõnu analoogia alusel, kasutab õigesti aja- ja ruumisuhteid väljendavaid sõnu ja mõistab abstraktseid üldnimetusi õpitud valdkondades, nt sõidukid, kehaosad (Hallap & Padrik, 2008, 31).

Psühholoogidel ja logopeedidel tuleb sageli hinnata, kas lapse kõne on eakohane või mitte ja selleks on töötatud välja erinevaid kõne arengu teste, millest kaks on Eestis laialdaselt kasutusel (Tulviste, 2008, lk 48). 9–30-kuuste laste keele arengu tuvastamiseks on kasutatud MacArthuri Suhtlemise Arengu Testi (MacArthur Communicative Development Inventories, lühendina CDI), milles vanemad märgivad ära, millistest sõnadest laps aru saab ja mida ise öelda oskab (Fenson jt, 2000). 9–16-kuuste laste kõne arengu mõõtmiseks on kasutusel selle versioon „Sõnad ja žestid“ ning 16–30-kuustele „Sõnad ja laused“, esimeses on 383 sõna, teises 629 sõna (Tulviste, 2008, lk 48).

Eestis kasutatakse kõige sagedamini Reynelli testi (Reynell Developmental Language Scales, lühendina NRLDS, Edwards, Letts & Sinka, 2011; Tulviste, 2008, lk 48). Selle abil saab mõõta 2–7-aastaste laste kõnest arusaamist ja nende väljenduslikke oskusi. Retseptiivse kõne alatestis peab laps tuvastama testija öeldud sõna või lause, näidates õiget pilti või tegutsedes mänguasjaga vastavalt palutud viisil (Gibson, Peña & Bedore, 2013). Reynelli testis on 72 kõnest arusaamise ülesannet, mis jagunevad kaheksasse testiplokki (Letts, Edwards, Sinka, Schaefer & Gibbons, 2013). Produktiivse kõne alatestis peab laps ise sõna või lause välja

ütlemata, kui talle pilti või mänguasja näidatakse (Gibson jt, 2013). Reynelli testis on 64 produktiivse kõne ülesannet, mis jagunevad seitsmesse testiplokki (Letts jt, 2013). Mõlema alatesti ülesannetega mõõdetakse varast sõnavara (nimisõnad ja tegusõnad), objektide seostamist, lihtlausete ja liitlausete moodustamist ning käänamist (Letts jt, 2013). Retseptiivne osa katab ka asesõnu ja järeldamist ning produktiivne osa grammatilise korrektsuse hindamist (Letts jt, 2013). Mõlemas alatestis on üksteisega samaväärsed ülesanded (Letts jt, 2013). Reynelli test on usaldusväärne ja valiidne; hõlmab paljusid keele omandamise valdkondi; on arengulise lähenemisega; võimaldab määrata kindlaks spetsiifilised keelevaldkonnad, milles lapsel on raskusi; toob esile nüüdisaegse teadmise tüüpilise ja ebatüüpilise kõne arengu kohta; on teistesse keeltesse kohandatav ning testimisvahenditena kasutatakse nii pildiraamatut kui ka mänguasju (Woan & Tat, 2017).

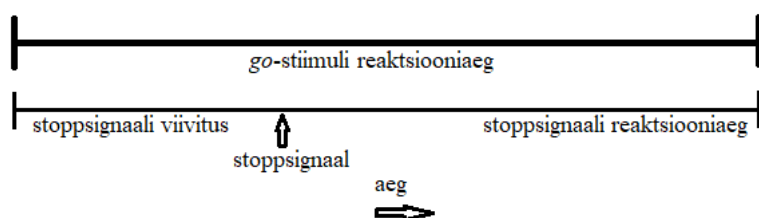
Kõne arengut uuritakse ka vaatluse, vanemate täidetud kõne arengu päeviku ning videosalvestuste abil (Tulviste, 2008, lk 48).

Stoppsignaali paradigma

Logani (1994, lk 193) järgi põhineb stoppsignaali paradigma võidujooksu mudelil (ingl *horse-race model*). Võidujooksu mudelis võistleb *go*-protsess aju tasemel stopp-protsessiga, millest mõlemad protsessid (ergutav ja pidurdav) toimuvad üksteisest sõltumatult. Kui pidurdusprotsess lõppeb enne kui *go*-protsess jõuab tagasiteed-pole-punktini, siis on võimalik reageeringut pidurdada. Kui aga pidurdusprotsess lõppeb pärast *go*-protsessi jõudmist tagasiteed-pole-punktini, ei ole võimalik reageeringut pidurdada. Lisaks toob Logan (1994, lk 195) välja, et mõned faktorid, mis mõjutavad *go*-protsessi staadiume enne tagasiteed-pole-punkti, võivad pidurdusprotsessile edukalt mõjuda, kuid kui need hakkavad *go*-protsessi pärast tagasiteed-pole-punkti mõjutama, siis ei ole neil pidurdusele enam mingit mõju. Tegemist on faktoritega, mis annavad katseisikule pidurdamiseks rohkem aega ning mis muudavad ka pidurdamise tõenäolisemaks.

Laboritingimustes on pidurduskontrolli uurimiseks kõige parem kasutada stoppsignaali ülesannet (Verbruggen & Logan, 2008). Selles ülesandes tuleb ülesande sooritajatel stoppsignaali järgselt oma reageeringut pidurdada (Logan, 1994, lk 190). Tüüpiliselt on põhiülesanne visuaalne valikreaktsioonitüüpi ülesanne, näiteks X-i eristamine O-st (Logan, 1994, lk 190) või noole suuna eristamine (Saoji, Raghavendra, Rajesh & Manjunath, 2018). Laste pidurduskontrolli mõõtmiseks on varasemates uuringutes kasutatud kohandatud stiimuleid, näiteks vasakule või paremale suunatud lennukeid (Janssen, Heslenfeld, Mourik, Logan &

Oosterlaan, 2015) ja karusid (Lee, Wu, Tsai & Yang, 2016). Neid stiimuleid nimetatakse *go*-stiimuliteks (Verbruggen & Logan, 2008) ning *go*-stiimuli ilmumisel ekraanile tuleb sellele võimalikult kiiresti õige klahvi vajutusega reageerida (Lee jt, 2016). Enamasti on stoppsignaali heli (Logan, 1994, lk 190), kuid visuaalse stoppsignaalinähtena on kasutatud ka risti, mis järgneb *go*-stiimulile (Janssen jt, 2015). Ülesande kaudu uuritakse seda, kas katseisik suudab reageeringut *go*-stiimulile tagasi hoida, kui stoppsignaali on kõlanud või ekraanile ilmunud (Logan, 1994, lk 190). Verbruggeni ja Logani (2009) järgi suudavad katseisikud enamasti oma reageeringut pidurdada, kui stoppsignaali esitatakse hetkel, mis on lähedal stiimuli esitamisele. Kui aga stoppsignaali esitatakse reageeringu täidesaatmisele lähedasel hetkel, siis ei suudeta reageeringut pidurdada.



Joonis 1. Stoppsignaali ülesande ülesehitus. Kohandatud Williamsi jt, 1999 põhjal.

Stoppsignaali reageerimise aeg (SSRT) on ülesande peamine muutuja, mis näitab pidurdusprotsessi kiirust, ja selleks, et SSRT oleks võimalik välja arvutada, peaksid katseisikud suutma 50% stoppsignaali üksikkatsetest oma reaktsiooni pidurdada (Williams jt, 1999). Logani, Schachari ja Tannocki (1997) järgi tuleb SSRT arvutamiseks lahutada keskmine stoppsignaali viivitus (SSD) keskmisest *go*-stiimuli reaktsiooniajast (vt joonis 1). Nende mudeli kohaselt tuleb selleks, et saavutada usaldusväärne SSRT, stoppsignaali viivitust ülesande vältel suurendada või vähendada (50 ms võrra), vastavalt sellele, kas pidurdus oli edukas või mitte. Logani (1994, lk 190) arvates võib selle väljaselgitamine anda teada pidurduskontrolli alusmehhanismist. Nimelt uuritakse pidurduskontrolli puhul sisemise protsessi mõju inimese käitumisele, samas kui tavaliselt keskendutakse sellele, kuidas mõjutab keskkond inimese käitumist.

Kõne arengu seos juhtfunktsioonidega

Kõne arengu ja juhtfunktsioonide seost on uuritud nii pidurdamise, tõenäoliselt kui ka ümberlülitumise kontekstis (Park, Ellis Weismer & Kaushanskaya, 2018) ning nii ükskeelseid uurides (Slot & von Suchodoletz, 2018), kakskeelseid uurides (Hartanto & Yang, 2018) kui ka üks- ja kakskeelseid võrreldes (Park jt, 2018). Nii kakskeelsete kui ka ükskeelsete puhul on

leitud seos just interferentsi kontrolliga ja pidurduskontrolliga ning kui üldse, siis palju vähesemal määral töömälu ja ümberlülitumisega (Park jt, 2018).

Blumstein ja Amso (2013) pakuvad välja dünaamilise neutraalse plastilisuse hüpoteesi, mis ütleb, et keele töötlemisel ja kognitiivsetel protsessidel on ühine neuraalne arhitektuur. Slot ja von Suchodoletz (2018) lisavad, et juhtfunktsioonid ja keelelised oskused on dünaamilised ning arenevad samaaegselt.

Slot ja von Suchodoletz (2018) leidsid 3-4-aastaseid lapsi uurides, et keel ennustab juhtfunktsioone paremini kui vastupidi, st juhtfunktsioonid keelt. Kummagi mõõtmiseks kasutatud ülesande tulemustes soolisi erinevusi ei esinenud. Uuringust selgus ka, et uurimisperioodi alguses olid paremate keeleliste võimetega laste juhtfunktsioonid perioodi lõpuks paremini arenenud ja ka paremini arenenud juhtfunktsioonidega lapsed saavutasid uurimisperioodi lõpuks parema keelelise võimekuse.

Parki jt (2018) uuringus ei ilmutanud kakskeelsed lapsed võrreldes ükskeelsetega erinevusi info uuendamise (töömälu) ülesandes, ümberlülitumise ülesandes erinesid üks- ja kakskeelsete tulemused viimaste kasuks segatud kulu (ingl *mixing costs*) indeksi poolest, mis on arvutatud selle põhjal, kuivõrd erineb mitme ülesande korruga tegemine vaid ühe ülesande tegemisest (Rubin & Meiran, 2005). Chrysochoou, Bablekou, Masoura ja Tsigilis (2013) leidsid aga kreeka lapsi uurides, et töömälu mõjutab sõnavara arengut varastes staadiumites, need olid omavahel seotud veel 5,5-aastaselt, kuid hiljem enam mitte.

Park jt (2018) leidsid oma uuringus, et kakskeelsete ja ükskeelsete pidurdamise areng on eri mustriga. Kakskeelsete pidurdusvõime arenes 1. ja 2. klassi vahel järsult, kuid ükskeelsete laste areng oli samas ajavahemikus stabiilne. Wolfe ja Belli (2004) uuringust selgus, et parema pidurduskontrolliga 4,5-aastastel lastel oli ka parem keeleline võimekus.

Mitmed uurijad on leidnud, et kakskeelsed on võrreldes ükskeelsetega juhtfunktsioonide arengus eelisseisus, st neil on *kakskeelsete eelis* (Park jt, 2018; Wimmer & Marx, 2014; Kudo & Swanson, 2014). Kakskeelsete eelis ei laiene kõigile juhtfunktsioonidele, vaid on kõige enam nähtav tähelepanulise konflikti lahendamise juures (Morton & Carlson, 2017, lk 113). Ka pidurduskontrolli puhul arvatakse, et kakskeelsetel on eelis, mis seisneb selles, et nad rakendavad pidurduskontrolli mehhanismi ehk valivad välja konteksti sobiva keele ja samal ajal suruvad teist keelt alla, kuigi mõlemad keeled on parasjagu aktiivsed (Green, 1998). Aja möödudes on kakskeelne laps oma pidurdusvõimet palju harjutanud ja on selles parem kui ükskeelne eakaaslane (Morton & Carlson, 2017, lk 111). Praegu on leitud aga tõendeid, et

kultuurilisi ja sotsiaalmajanduslikke erinevusi arvesse võttes võivad kakskeelsete eelised ükskeelsete ees ära tasanduda (Morton & Carlson, 2017, lk 111, 115).

Slot ja von Suchodoletz (2018) toovad kokkuvõtvalt välja, et laste keelelist arengut peaks toetama, et tõhustada nende juhtfunktsioonide arengut. Samas kehtib ka vastupidine: Rojas-Barahona, Förster, Moreno-Ríos & McClelland (2015) tõestavad, et juhtfunktsioonidesse sekkumine võib parandada koolieelikute keelega seotud võimeid.

Kõne kui tööriist käitumise kontrollimisel

Võgotski (1934) on öelnud, et keel ja sellega seotud sümbolisüsteemid on keskne protsess enesekontrolli saavutamiseks. Matte-Gagné ja Bernier (2011) lisavad, et keel on vahendajaks õppimaks seda, kuidas oma käitumist kontrollida. Nad selgitavad, et verbaalsed võimed mängivad kesket rolli enesekontrolli strateegiate arenemises probleemide lahendamisel. Toomela (2016, lk 464) toob välja, et „sihipärase tegevuse planeerimine eeldab omaenda käitumise kontrollile allutamist ning tahtlikku suunamist, mis on võimalik vaid kõnelise vahendatuse toel.“

Ka egotsentriline kõne on käitumise kontrollimisega seotud. Võgotski (1934, lk 69) kirjeldab egotsentrilist kõnet kui isendale suunatud kõnet, mis eristub sotsiaalsest kõnest ehk suhtlemiseks mõeldud kõnest. Egotsentriline kõne on väliskõne ehk valjuhäälnõne, mille eesmärk on tulevast tegu kavandada ja suunata (Võgotski, 1934, lk 67). Egotsentrilisest kõnest lähtuvalt on Hartigi ja Kanferi (1973) uuring tõestanud, et iseendale valjuhäälnõne instruksiooni andmine, kui tähelepanu köitvale mänguasjale vaatamast hoidutakse, aitab lapsel paremini ahvatlusele vastu panna ehk käitumist kontrollida kui lihtsalt vaikselt olemine. Kooliea lävel egotsentriline kõne kaob ning muutub koolieas sisekõneks, mis toimib sarnaselt egotsentrilise väliskõnega ja täidab samu ülesandeid (Võgotski, 1934, lk 67–69).

Eelnevaga seotult pakuvad Petersen, Bates ja Staples (2015) välja, et parema keelelise võimekusega lapsed on saavutanud rohkem arenenud sisekõne ja selle tulemusena parandanud oma eneseregulatsiooni ja käitumise kohandamise võimet.

Uurimuse olulisus, eesmärgid ja valimi põhjendus

Pidurduskontrolli ja kõne arengu seose uurimiseks viisin 5-aastaste poiste seas läbi stoppsignaali ülesande ning Reynelli kõne arengu testi, mis on standardsed vahendid eelmainitud võimekuste uurimiseks. Tegemist on uudse uuringuga, sest varem ei ole stoppsignaali ülesande ning kõne arengu seoseid uuritud. Suuremas pildis selgub, kas ja kuidas

on koolieelikute kõne areng seotud nende võimega oma loomulikku reageeringut pidurdada. Lisaks on vähe uurimusi, mis käsitleksid koolieelikute, eelkõige 5-aastaste motoorset inhibitsioonivõimet. Sellega seoses on üheks eesmärgiks ka kohandatud stoppsignaali ülesande katsetamine. Tänu uuringule saadakse täiendavad andmed koolieelikute keelelise arengu ning pidurduskontrolli kohta. Kõne arengu testi tulemusi kasutatakse Reynelli testi normide loomiseks. Töö põhiline eesmärk on teha kindlaks, kas ja kuidas on pidurduskontrolli nõudva stoppsignaali ülesande lahendamine ja kõne areng seotud. Uuringu hüpotees on järgmine: Reynelli testis vähem punkte saanud 5-aastaste poiste stoppsignaali ülesande sooritus on kehvem kui Reynelli testis rohkem punkte saanud samavanade poiste sooritus.

Otsustasin siinsesse uuringusse valida ainult poisid, et välistada soo võimalik mõju uuringu tulemustele. Nimelt on pidurduskontrolli uuringute puhul olnud nii tulemusi, kus tüdrukud on poistest edukamad (Memisevic & Biscevic, 2018), kui ka neid, kus sugudevahelisi erinevusi ei leitud (Macdonald, Beauchamp, Crigan & Anderson, 2014). Ka koolieelikute kõne arengu puhul on tõestatud, et tüdrukutel on kõne arengu testides sageli poistest paremad tulemused (Lange, Beuler & Zaretsky, 2016; Umek & Fekonja-Pekljaj, 2017).

Meetod

Valim

Kokku kutsusin uuringusse 63 last, arvestusega, et kõigi vanemad ei allkirjasta nõusolekulehte, lapsed puuduvad lasteaiast või ei ole nõus katseid lõpuni tegema. Äralangemiste tõttu kuuluvad seega valimisse 41 eesti keelt emakeelena rääkivat poissi, kes olid uuringu läbiviimise ajavahemikus 01.02.2019–06.03.2019 5-aastased (mõni 4 a ja 11 kuu vanune). Poisid käisid Tartu lasteaedades ning nende vanemad andsid nõusoleku uuringus osalemiseks. Kooskõlastasin uuringu Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega. Tartu linna lasteaedadega piirdusin seetõttu, et tagada laste sarnasem elukeskkond. Tegin koostööd nelja suurema Tartu lasteaiaga. Vanemate haridustaset ega pere majanduslikku seisu ma laste katsesse kutsumisel ei arvestanud.

Kolm last olid uuringu tegemise ajal 4-aastased (4 a 11 kuud) ning 38 5-aastased. Poiste mediaanvanus oli 67 kuud, keskmine vanus 66 kuud. Tulemuste analüüsimiseks jaotasin katseisikud kahte vanusegruppi, nooremateks (59–66 kuud) ja vanemateks (67–71 kuud), niiviisi jäi esimesse gruppi 20 ning teise 21 katseisikut.

Kolme poisiga ei saanud ma stoppsignaali ülesannet lõpuni teha. Kaks neist ei soovinud pärast harjutusplokki ülesandega jätkata ja ka pärast motiveerivat vestlust polnud nad nõus ülesandega edasi minema. Ühel poisil olid aga suured keskendumisprobleemid, mis takistasid tal stoppsignaali ülesande lõpuni lahendamist. Neid poisse pole varem mainitud valimisse kaasatud.

Protseduur

Stoppsignaali ülesande läbiviimiseks kasutasin sülearvutit Asus ZenBook UX430U, mille ekraan on diagonaaliga 14 tolli ning selle heleduse tase oli ülesande ajal kõige kõrgem. Klahvid *d* ja *k*, millega lapsel tuli reageerida vasakus või paremas ekraaniosas asuvale pardile, olid märgistatud spetsiaalsete kollaste kleebistega. Katse läbiviimiseks kasutasin Inquisiti programmi ning selle kohandatud stoppsignaali ülesande skripti. Katseisikud sooritasid ülesannet hommikupoolisel ajal, ajavahemikus 8–13, enamik poisse tegi katset kella 9 ja 12 vahel.

Stoppsignaali ülesanne koosnes kahest osast:

Esimeses osas oli vastaja ülesanne vaadata fikatsioonipunkti (vt lisa 2, joonis 5) ekraani keskel ning kohe, kui ekraanile ilmus stiimul (part ekraani paremas või vasakus osas, vt lisa 2, joonis 6), vajutada ühele spetsiaalse kleebisega klahvidest, milleks olid selles katses *d*- ja *k*-klahvid. Kleebisega *d*-klahvile tuli vajutada siis, kui stiimul ilmus ekraani vasakusse ossa ning kleebisega *k*-klahvile siis, kui stiimul ilmus ekraani paremasse ossa.

Teises osas oli vastaja ülesanne sama, kuid lisandus stoppsignaal (punane rist pardi peal, vt lisa 2, joonis 7), mille korral ei tohtinud ühelegi klahvile vajutada. Stoppsignaal ilmus kriitilisest stiimulist pisut hiljem (250 ms hiljem) ning see viivitus muutus järk-järgult pikemaks „õigete“ vastuste korral (st kui vastaja jättis stoppsignaali korral klahvile vajutamata) ning lühemaks „valede“ vastuste korral (st kui vastaja vajutas klahvile hoolimata stoppsignaalist).

Inquisiti skriptis oli kasutatud Verbruggeni, Logani ja Stevensi (2008) parameetreid ja nende kestust, mida kohandati koolieelikutele sobilikumaks Lee jt (2016) uuringu parameetrite alusel. Tähelepanu koondamiseks ekraani keskele ilmus sinna fikatsioonipunkt, mis oli ekraanil 250 ms. Enne fikatsioonipunkti ilmumist oli ekraan tühi 500 ms. Seejärel esitati *go*-stiimul, mis oli ekraanil 1250 ms. Stoppsignaal esitati 25% üksikkatsetest, mille kestus varieerus sõltuvalt viivisest, kuid ei ületanud 1245 ms. Selle esitamise ajaline viivis oli algoritmiga reguleeritud, alustati 250 millisekundiga pärast *go*-stiimuli esitamist ning viivis pikenes alati 50 ms võrra, kui oli vastatud valesti, ning lühenes 50 ms võrra, kui oli vastatud õigesti. Maksimaalselt võis viivis olla 1150 ms. See tagas usaldusväärse reageerimisaja stoppsignaalist (SSRT), sest ligi 50% kordadest oli jäetud stoppsignaalist reageerimata. Kokku oli katses lisaks harjutusplokile kuus katseplokki, millest igaüks sisaldas 32 üksikkatset. Katseisikud said pärast iga kahte katseplokki (64 üksikkatset) puhata ning nad jätkasid ülesandega, kui olid selleks valmis. Katse tegemine võttis poistel aega ligikaudu 20 minutit.

Enne katse algust selgitasin katseisikutele põhjalikult, kuidas ülesannet tegema peab (vt instruksiooni lisa 1). Esmalt oli katseisikul võimalik ülesanne läbi proovida. Kui ta ei saanud ülesandest aru, selgitasin talle veelkord reegleid, misjärel sai ta uuesti ülesannet harjutada. Pärast veendumist, et laps on ülesande põhimõtetest teadlik, algas mõõdetav katse.

Keelelise taseme väljaselgitamiseks tegin katseisikutega lasteaia ruumides ükshaaval Reynelli testi (The New Reynell Developmental Language Scales IV (NRDLS)), mis oli eesti keelde kohandatud Tiia Tulviste poolt. Normid on esialgu ainult 3-4-aastaste laste kohta. Testiga selgitati välja lapse kõnest arusaamise ning produktiivse kõne tase ning nende kahe koondskoor.

Arusaamise osa koosnes 72 osaülesandest ning väljenduslik osa 64 osaülesandest, mis hõlmasid näiteks sõnavara, verbide morfoloogiat, lausemoodustust ja asesõnu (Edwards jt, 2011; Letts, Edwards, Schaefer & Sinka, 2014).

Yogita Sharma (2017) tõi oma magistritöös välja Reynelli testi ülesannete eestikeelsed kirjeldused, millest annan järgnevalt ülevaate. Arusaamise osas oli kokku kaheksa ülesannet: nimisõnade tähenduse mõistmine (10 osaülesannet), kahe sõna vahelise seose mõistmine (10 osaülesannet), tegusõnade mõistmine (10 osaülesannet), lausete mõistmine (10 osaülesannet), tegusõnavormide mõistmine (6 osaülesannet), asesõnade mõistmine (6 osaülesannet), grammatiliste konstruktsioonide mõistmine (10 osaülesannet), järeldamine (10 osaülesannet). Kõneloome osas tuli vastajal sooritada seitse ülesannet. Nendeks olid nimisõnade nimetamine (10 osaülesannet), ruumisuhete väljendamine (10 osaülesannet), tegusõnade kasutamine (10 osaülesannet), lausete moodustamine (10 osaülesannet), tegusõnavormide kasutamine (6 osaülesannet), lausete kordamine ja lõpetamine (10 osaülesannet).

Reynelli testi ülesanded muutusid lihtsamast keerulisemaks. Ülesande lugemin lapsel ette vaid korra ning lisaabi talle ei andnud. Abivahenditena kasutasin mänguasju ning pildiraamatut. Katseisikud sooritasid Reynelli testi kella 8 ja 13 vahel ning kella 15 ja 18.30 vahel, enamasti tehti testi ajavahemikus 9–12 ning 15–17. Mitme poisiga jätkasin testi sooritamist nende väsimuse tõttu pärast lõunauinakut või ka mõne järgneva päeva jooksul. Reynelli test võttis katseisikutel aega ligikaudu tunni.

Vastavalt sellele, kuidas mul poistega ajaliselt stoppsignaali ülesannet ja Reynelli testi teha õnnestus, sooritasid 26 poissi esimesena kõnetesti ning 15 poissi esimesena stoppsignaali ülesande. Uuringu eri osad tegin poistega eri päevadel, et nad liigselt ära ei väsiks. Enamasti jäi Reynelli testi ja stoppsignaali ülesande vahele 1–4 päeva, kuid mõne üksiku katseisiku puhul ka rohkem.

Enne lasteaedades uuringuga alustamist tegin ühe 5-aastase poisiga tema kodus pilootuuringu.

Tulemused

Üldisi tähelepanekuid stoppsignaali ülesande sooritamise kohta

Katset tehes käitusid poisid erinevalt. Enamik suutis seda vaikuses sooritada, kuid nii mõnigi kommenteeris tehtavat või hakkas ülesandevälistel teemadel rääkima. Kui mitu poissi said pärast minu märkust aru, et tuleb ülesandele keskenduda, siis mõni ei suutnud kogu mängu vältel ainult ülesandele fookuseeruda, vaid hakkas mõttelelennust tingituna muust rääkima.

Katseid tehes selgus, et mõned poisid andsid ülesande lihtsustamiseks endale valjuhäälsed käsklusi, näiteks „tohin vajutada“, „ei tohi vajutada“, „vajutan“, „ei vajuta“. Samuti reageeriti punase risti ajal siiski klahvi vajutamisele kas käte klahvidelt ära tõmbamisega või „ups“, „oih“ ütlemisega.

Kirjeldav statistika

Tabel 1. Stoppsignaali ülesande oluliste tulemuste keskmised väärtused.

Vanus kuudes	n	SSRT		GoRT		Õiged %		Reliaablus poolitusmeetodil	
		M	SD	M	SD	M	SD	SSRT	GoRT
59–66	20	320,1	126,3	691,4	107,4	82,7	13,4	0,99	0,98
67–71	21	264,3	147,4	711,8	71,1	82,6	17,8	0,98	0,99
Kokku	41	291,5	138,7	701,8	90,1	82,7	15,6	0,99	0,99

Märkused. SSRT = GoRT - viivitus; GoRT = *go*-stiimuli reaktsiooniaeg (ms);

Õiged % = *go*-stiimulile vastamise täpsus, *go*-stiimulile reageerimise õigete vastuste protsent.

Tabelis 1 on välja toodud stoppsignaali ülesande oluliste tulemuste keskmised väärtused kahe vanusegrupi lõikes. Tabeli 1 põhjal saab öelda, et viieaastaste poiste keskmine stoppsignaali reageerimise aeg oli 291,5 ms, 4,9–5,6-aastastel poistel aga keskmiselt 320,1 ja 5,7–5,9-aastastel poistel 264,3 ms. Seega olid nooremad poisid 56 ms aeglasemad oma reaktsiooni pidurdamises võrreldes vanemate poistega, kuid selline erinevus pole statistiliselt oluline ($p=0,08$). Keskmiselt reageerisid poisid *go*-stiimulile 701,8 ms-ga, nooremad 691,4 ms-ga ja vanemad 711,8 ms-ga. *go*-stiimulile reageerimise erinevus vanusegruppide vahel pole aga statistiliselt oluline ($p=0,63$). Nii vanemad kui ka nooremad poisid reageerisid *go*-stiimulitele ligi 83% täpsusega. Tabeli 1 viimases kahes veerus on toodud SSRT ja GoRT poolitusmeetodil arvutatud reliaabluskoeffitsendid. Täpsemalt arvutati need välja nii, et korreleeriti 3. ja 5. ning 4. ja 6. testiploki keskmisi tulemusi. Neist kahes veerust selgub, et reliaabluskoeffitsendid on SSRT ja GoRT puhul nii kogu valimi kui ka vanusegruppide lõikes väga kõrged, 0,98 või 0,99.

Reliaabluskoeffitsendid näitavad seda, et saadud tulemusi võib usaldada ja et stoppsignaali ülesanne on sobiv vahend SSRT ja GoRT mõõtmiseks.

Tabel 2. Reynelli testi tulemuste keskmised väärtused.

Vanus kuudes	n	Kõnest arusaamise skaala (max 72)		Produktiivne skaala (max 64)		Koondskoor (max 136)	
		M	SD	M	SD	M	SD
59–66	20	61,4	4,9	50,3	6,6	111,7	10,2
67–71	21	64	3,8	53	5,5	116	8
Kokku	41	62,7	4,5	51,6	6,2	114,3	9,4

Tabelis 2 kajastuvad Reynelli testi tulemuste keskmised väärtused kahe vanusegrupi lõikes. Tabelist 2 selgub, et keskmiselt said 5-aastased poisid Reynelli testis 114,3 punkti, arusaamise osas 62,7 punkti 72-st ning väljenduse osas 51,6 punkti 64-st. Vanematel poistel oli Reynelli testi üldskoor keskmiselt 4,3 punkti, arusaamise osa skoor 2,6 punkti ja väljenduse osa skoor 2,7 punkti parem kui noorematel poistel. Arusaamise osa erinevus on statistiliselt oluline ($p=0,032$). Väljenduse osa erinevus pole aga statistiliselt oluline ($p=0,17$), koondskoori erinevus on statistilise olulisuse piirimail ($p=0,052$).

Regressioonianalüüsid

Tabel 3. Vanuse ja Reynelli testi tulemuse mõju SSRT-le.

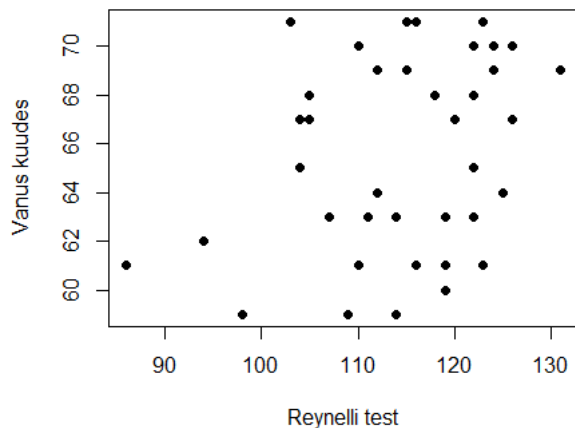
	B	SE(b)	t	p
Vabaliige	542,2	375,9	1,4	0,1574
Vanus kuudes	-10,6	5,5	-1,9	0,0597
Reynelli test	3,9	2,4	1,6	0,1086

Märkused. $R^2=0,11$

Tabel 3 kajastab vanuse ja Reynelli testi tulemuse seost stoppsignaali reaktsiooniajaga. Tabelist 3 on näha, et vanuse regressioonikordaja (-10,6) ei ole statistiliselt oluline ($p=0,06$). Ka Reynelli testi kordaja (3,9) pole statistiliselt oluline ($p=0,11$). Seega ei mõjutanud vanus ega Reynelli testi skoor SSRT-d. Reynelli testi produktiivset ja retseptiivset osa eraldi SSRT-ga korreleerides seost ei ilmnenu.

Pärast vanuse ja Reynelli testi tulemuse vahelise korrelatsiooni leidmist selgus, et nende kahe vahel on väike seos ($r=0,32$), mis on ka statistiliselt oluline ($p=0,042$). Arvestatavam ja

statistiliselt oluline ($p=0,02$) seos on aga vanuse ja Reynelli testi arusaamise osa vahel ($r=0,37$, vt joonis 2).



Joonis 2. Vanuse ja Reynelli testi vaheline seos.

Tabel 4. Vanuse ja Reynelli testi tulemuse mõju vastamisprotsendile *go*-stiimulite ajal.

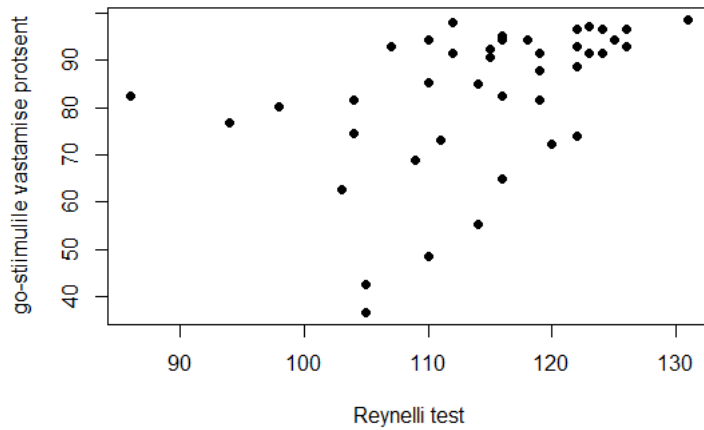
	b	SE(b)	t	p
Vabaliige	6,9	39,9	0,2	0,8643
Vanus kuudes	-0,2	0,6	0,4	0,6948
Reynelli test	0,8	0,3	3,1	0,0032

Märkused. $R^2=0,21$

Tabelis 4 on toodud vanuse ja Reynelli testi tulemuse seos *go*-stiimulitele vastamise protsendiga. Tabelist 4 selgub, et vanuse ja vastamistäpsuse (vastamisprotsent *go*-stiimulite ajal) vahel seost ei ole, sest regressioonikordaja on väike (-0,2) ja pole ka statistiliselt oluline ($p=0,69$). Küll aga on seos Reynelli testi tulemuse ja vastamistäpsuse vahel, kuna Reynelli testi regressioonikordaja (0,8) on statistiliselt oluline ($p=0,0032$). Reynelli testi regressioonikordaja näitab, et iga Reynelli testi punkt annab 0,8 protsendipunkti täpsust stoppsignaali ülesande vastamistäpsusele juurde.

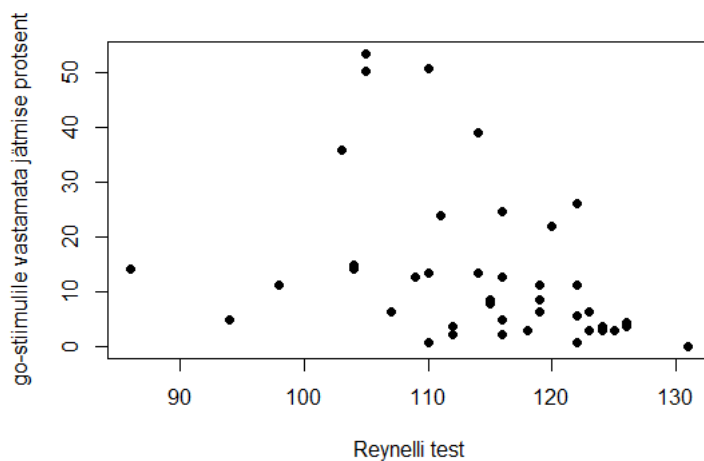
Pärast korrelatsioonide leidmist selgus, et Reynelli testi tulemuse ja vastamistäpsuse (õigele nupule vajutamise protsent *go*-stiimulite ajal) on arvestatav seos ($r=0,46$, vt joonis 3), mis on ka statistiliselt oluline ($p=0,0026$). Lisaks saab öelda, et nii arusaamise kui ka väljenduse osa

tulemus eraldiseisvalt on vastamistäpsusega seotud, korrelatsioonid on vastavalt 0,42 ($p=0,0067$) ja 0,39 ($p=0,01$).



Joonis 3. Reynelli testi ja *go*-stiimulile vastamise protsendi vaheline seos.

Lisaks vastamistäpsusele tuli pärast korrelatsioonide leidmist välja ka see, et Reynelli testi tulemuse ja *go*-stiimuli ajal reageerimata jätmise vahel on samuti arvestatav seos ($r=-0,36$, vt joonis 4), mis on ka statistiliselt oluline ($p=0,02$). Arusaamise ja väljenduse osa Reynelli testi tulemusega eraldi korreleerides selgus aga, et korrelatsioonikordajate väärtused jäävad alla 0,4 ehk seos on olemas, kuid järelduste tegemiseks liiga väike.



Tabel 5. Vanuse ja Reynelli testi tulemuse mõju stoppsignaale reageerimise tõenäosusele.

	B	SE(b)	t	p
Vabaliige	63,5	17,3	3,7	0,0757
Vanus kuudes	-0,2	0,3	-0,7	0,4935
Reynelli test	0	0,1	-0,1	0,9205

Märkused. $R^2=0,02$

Tabel 5 sisaldab andmeid vanuse ja Reynelli testi tulemuse ja stoppsignaale reageerimise tõenäosuse vahelise seose kohta. Tabelist 5 selgub, et vanus ja Reynelli testi tulemus kumbki pole seotud stoppsignaale valesti vastamise tõenäosusega ($p(\text{response/signal})$), p-väärtused on vastavalt 0,49 ja 0,92.

Tabel 6. Vanuse ja Reynelli testi tulemuse mõju *go*-stiimulile reageerimata jätmise osakaalule.

	b	SE(b)	t	p
Vabaliige	55,9	37,8	1,5	0,1479
Vanus kuudes	0,4	0,6	0,7	0,4742
Reynell	-0,6	0,2	-2,5	0,0165

Märkused. $R^2=0,14$

Tabelis 6 on toodud vanuse ja Reynelli testi tulemuse seos *go*-stiimulile reageerimata jätmise osakaaluga. Tabeli 6 põhjal võib öelda, et vanusel ei ole *go*-stiimulile reageerimata jätmise osakaaluga seost ($p=0,47$). Samas võib Reynelli testi negatiivsest regressioonikordajast (-0,6) lähtudes öelda, et parema Reynelli testi skooriga katseisikud jätavad *go*-stiimulile vähem reageerimata ning selline seos on ka statistiliselt oluline ($p=0,017$).

Arutelu ja järeldused

Uurimistöö eesmärgiks oli uurida kõne arengu seost pidurduskontrolliga ning selleks tegin 5-aastaste poistega Reynelli testi ja stoppsignaali ülesande. Töö hüpoteesiks seadsin väite, et Reynelli testis madalama skoori saanud 5-aastaste poiste stoppsignaali ülesande sooritus on kehvem kui Reynelli testis kõrgema skoori saanud sama vanade poiste sooritus. Seega peaks parema Reynelli testi tulemusega poistel olema stoppsignaali reageerimise aeg lühem.

Tulemusi analüüsid selgus aga, et seatud hüpotees osutus vääraks ning Reynelli testi ja stoppsignaali reageerimise aja vahel seost ei olnud. Kuigi Reynelli testi positiivne regressioonikordaja võis olla juhuslik, siis võib see tähendada ka seda, et keeleliselt võimekamad poisid tulid kergemini selle peale, et stoppsignaali mittereageerimiseks on kaval natuke kauem oodata. Põhitulemusele lisaks tuli välja, et poisid, kelle Reynelli testi skoor oli parem, vastasid *go*-stiimulitele täpsemalt.

Siinses uuringus oli keskmine *go*-stiimulile reageerimise aeg (GoRT) pikem kui keskmine stoppsignaali reageerimise aeg (SSRT) ning seda ka iga üksiku katseisiku puhul. Stoppsignaali ülesande keskmine GoRT on pea alati pikem kui keskmine stoppsignaali reaktsiooniaeg (SSRT), sest stoppsignaali viivituse (SSD) pikenedes kasutavad katseisikud ootamise strateegiat, mis ei pruugi olla teadvustatud, et suuta potentsiaalsele stoppsignaali reageerimata jätta (Logan & Cowan, 1984; Sylwan, 2004). Teiseks võimalikuks seletuseks reageerimissignaali pikema kestuse kohta pakuvad Aron ja Poldrack (2006), et võrreldes *go*-protsessiga võib stopp-protsessi aju närvijuhtetee olla lühem.

Lisaks tuli tulemusi analüüsid välja, et stoppsignaali reaktsiooniaja valem ($GoRT - SSD = SSRT$) ei toimi alati. Nimelt oli mõne katseisiku puhul SSRT negatiivne ning mõni katseisik ei suutnud end 50%l üksikkatsetest pidurdada, mis on eelduseks usaldusväärse SSRT arvutamiseks. Negatiivne SSRT võis olla seotud vastamisstrateegiaga: laps taipas, et *go*-stiimulile reageerimise ajal kauem oodates suudab ta stoppsignaali reageerimata jätta.

Williams jt (1999) uurisid pidurduskontrolli elukestvat arengut ning esimene vanusegrupp moodustus neil 29 6–8-aastasest lapsest, kellest 41% olid tüdrukud. Sellest uuringust tuli välja, et keskmiselt oli katseisikute SSRT 274,0 ms, mis on veidi parem kui siinses uuringus osalejatel (291,5 ms). Ka keskmine *go*-stiimulile reageerimise aeg (GoRT) oli Williamsi jt (1999) uuringus osalenutel lühem (674,8 ms) kui siinse uuringu katseisikutel (701,8 ms) ning õigete vastuste protsent kõrgem (94,8% vs 82,7%). Mainitud erinevused reaktsiooniasjas on põhjendatavad siinse uuringu nooremate katseisikutega (5-aastased poisid) ning samas näitavad

need pidurduskontrolli arengutrajektoori paikapidavust, sest need erinevused on vaid mõnekümne millisekundi suurused. 12,1% erinevus õigete vastuste osakaalus viitab sellele, et viieaastaste laste vastamistäpsus on veel arengujärgus.

Lee jt (2016) uurisid stoppsignaali ülesande sobivust aktiivsus-tähelepanuhäirega lastele ning võrdlesid nende tulemusi kontrollgrupiga, kuhu kuulus 31 5,1–6,8-aastast last, kelle keskmine vanus oli kuus aastat ning kellest 48% olid tüdrukud. Selle uuringu katseisikute keskmine SSRT oli 348,71 ms ning GoRT keskmiselt 714,52 ms. Võrreldes siinse uuringuga (SSRT 291,5 ms; GoRT 701,8 ms) olid mõlemad reaktsiooniajad pikemad, kuigi osalejad olid selles vanemad. Kuigi ligikaudu 60 ms pikem SSRT tundub üsnagi suur erinevus, siis pole see statistiliselt oluline ($t(68)=-1,78$, $p=0,66$). GoRT erinevus on aga väike ning mõlemad tulemused viitavad sellele, et sellises vanuses laste pidurduskontrolli ja reageerimisvõime on nii Eesti kui ka Taiwani samaealiste laste seas suhteliselt võrdsed.

Võrrelnud poiste stoppsignaali ülesande tulemusi kahes vanusegrupis (59–66- ja 67–71-kuused), tuli välja, et statistiliselt olulisi erinevusi vanusegruppide vahel polnud ning võib öelda, et 5-aastaste pidurdusvõime, reageerimisvõime ja reageerimistäpsus on kogu eluaasta vältel sarnane. Küll aga selgus, et vanemate 5-aastaste keeleline võimekus on veidi parem kui nooremate 5-aastaste oma.

Kuigi käesoleva uuringu tulemustest ei selgu, et stoppsignaali ülesande soorituse ja Reynelli testi tulemuse vahel oleks seos, siis ei saa seda kogu populatsiooni kohta üldistavalt öelda. Põhjuseid, miks jäi kehtima nullhüpotees, võib olla mitu. Üheks selliseks võis olla valimi väiksus, sest 40 katseisikut on tavaliselt uuringu tegemisel miinimumarvuks. Üldistatava ja parema statistilise võimsusega uuringu tegemisel võiks kasutada vähemalt 80 katseisikut. Samuti ei ole selge, kas Reynelli test mõõtis ikka neid kõne arengu aspekte, mis võiksid olla otseses seoses mõtlemise ning ülesande lahendamisega ja seega ka pidurduskontrolliga. Enamasti on stoppsignaali ülesandes kasutatud helilist stoppsignaali, kuid selles uuringus oli kasutusel visuaalne stoppsignaali. Kui selline uuring uuesti teha, võiks kasutada stoppsignaali ülesande paradigmasse rohkem kinnistunud helilist stoppsignaali või muuta stoppsignaali modaalsus sõltumatuks muutujaks ja poolte katseisikute puhul rakendada visuaalset ning poolte puhul helilist stoppsignaali. Lisaks, kõne arengu ja pidurduskontrolli vahelised seosed oleksid võinud paremini välja tulla, kui katseisikutega oleks pärast stoppsignaali ülesande sooritamist intervjuu tehtud. Lühikeses struktureeritud intervjuus oleks võinud koguda infot selle kohta, mida laps ülesande sooritamise ajal mõtles ja millist taktikat kasutas. Mõne poisi puhul tuli selline info ka käesolevas uuringus välja, kui endale valjuhäälselt käsklusi jagati ja

stoppsignaale reageerimisel käsi klahvidelt ära tõmmati või „ups“, „oih“ hõigati. Eelnevat täiendades võib seose puudumise ühe põhjusena tuua välja ka poiste vanuse: kolmanda kuni neljanda eluaastani on laste kõne arengu kiirus, sõnavara suurus ja koostis erinevad, tingituna laste suurtest individuaalsetest erinevustest, kuid viiendast eluaastast alates muutuvad erinevused väiksemaks (Tulviste, 2008, lk 48). Seega võiks 4-aastaste puhul tulla välja erinevam kõne arengu tase, mis oleks pidurduskontrolli võimega paremini võrreldav. Siiski tuleks 4-aastaste puhul kasutada lihtsustatud stoppsignaali ülesannet: valikreaktsiooniülesande asemel valida vaid üks *go*-stiimul, millele tuleb reageerida nupuvajutusega, kuid nupp ise on eraldiseisev ja arvutiga USB-liidese abil ühendatud; ka üksikkatsete arvu tuleks ehk vähendada, sest väiksemad lapsed väsivad kiiremini ära.

Kokkuvõtvalt selgus uuringu tulemusel, et pidurduskontrolli ja kõne arengu vahel pole selget seost. Lisaks saadi teada, et rohkem arenenud kõnega poisid on ülesandesoorituses täpsemad. Kõne arengu ja pidurduskontrolli seoseid tasub kindlasti eelnevaid ettepanekuid arvesse võttes edasi uurida.

Kasutatud kirjandus

- Aron, A., & Poldrack, R. A. (2006). Cortical and subcortical contributions to stop signal response inhibition: Role of the subthalamic nucleus. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 26(9), 2424-2433. doi:10.1523/JNEUROSCI.4682-05.2006
- Blumstein, S. E., & Amso, D. (2013). Dynamic functional organization of language: Insights from functional neuroimaging. *Perspectives on Psychological Science*, 8(1), 44-48. doi:10.1177/1745691612469021
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595-616. doi:10.1207/s15326942dn2802_3
- Chavan, C. F., Mouthon, M., Draganski, B., van der Zwaag, W., & Spierer, L. (2015). Differential patterns of functional and structural plasticity within and between inferior frontal gyri support training-induced improvements in inhibitory control proficiency. *Human Brain Mapping*, 36(7), 2527-2543. doi:10.1002/hbm.22789
- Chelune, G. J., & Baer, R. A. (1986). Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8(3), 219-228. doi:10.1080/01688638608401314
- Chrysochoou, E., Bablekou, Z., Masoura E., & Tsigilis, N. (2013). Working memory and vocabulary development in Greek preschool and primary school children. *European Journal of Developmental Psychology*, 10(4), 417-432. doi:10.1080/17405629.2012.686656
- Collins, A., & Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: Frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, 10(3). doi:10.1371/journal.pbio.1001293
- Diamond, A. (2002) A model system for studying the role of dopamine in the prefrontal cortex during early development in humans. In M. H. Johnson, Y. Munkata & R. O. Gilmore (Eds.), *Brain Development and cognition: a reader* (2nd ed.) (pp. 93-441). Oxford: Blackwell.
- Kasutatud 13.05.2019
- http://www.devcogneuro.com/Publications/Diamond_MITchapter.pdf

- Diamond, A. (2012). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Edwards, S., Letts, C., & Sinka, I. (2011). *The New Reynell Developmental Language Scales*. London: GL Assessment Ltd.
- Fenson, L., Pethick, S., Renda, C., Cox, J. L., Dale, P. S., & Reznick, J. S. (2000). Short-form versions of the MacArthur Communicative Development Inventories. *Applied Psycholinguistics*, 21(1), 95-116. doi:10.1017/S0142716400001053
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31(3-5), 373-385. doi:10.1023/A:1024190429920
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 3 1/2-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, 53(2), 129-153. doi:10.1016/0010-0277(94)90068-X
- Gibson, T. A., Peña, E. D., & Bedore, L. M. (2014). The relation between language experience and receptive-expressive semantic gaps in bilingual children. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 17(1), 90-110. doi:10.1080/13670050.2012.743960
- Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1(2), 67-81. doi:10.1017/S1366728998000133
- Hallap, M., Padrik, M. (2008). Valdkond „Keel ja kõne“. E. Kulderknup (Koost., Toim.), *Õppe- ja kasvatustegevuse valdkonnad* (lk 26–51). Tartu: Studium.
- Harris, M. First words. In J. Oates & A. Grayson (Eds.), *Cognitive and language development in children* (pp. 61-112). Milton Keynes: The Open University.
- Hartanto, A., & Yang, H. (2018). Does early active bilingualism enhance inhibitory control and monitoring? A propensity-matching analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45(2), 360-378. doi:10.1037/xlm0000581
- Hughes, C., Graham, A., & Grayson A. (2004). Executive functions in childhood: development and disorder. In J. Oates & A. Grayson (Eds.), *Cognitive and language development in children* (pp. 205-230). Milton Keynes: The Open University.

- Janssen, T. W., Heslenfeld, D. J., Mourik, R. V., Logan, G. D., & Oosterlaan, J. (2015). Neural correlates of response inhibition in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A controlled version of the stop-signal task. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 233(2), 278-284. doi:10.1016/j.psychresns.2015.07.007
- Kudo, M., & Swanson, H. L. (2014). Are there advantages for additive bilinguals in working memory tasks? *Learning and Individual Differences*, 35, 96-102. doi:10.1016/j.lindif.2014.07.019
- Lange, B., Euler, H., & Zaretsky, E. (2016). Sex differences in language competence of 3- to 6-year-old children. *Applied Psycholinguistics*, 37(6), 1417-1438. doi:10.1017/S0142716415000624
- Lee, H.-Y., Wu, T.-F., Tsai, J.-D., Yang, E.-L. (2016). Applicability of the stop-signal task for preschoolers with ADHD. *Perceptual and Motor Skills*, 123(1), 162-174. doi:10.1177/0031512516660715
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59-80. doi:10.1348/026151003321164627
- Letts, C., Edwards, S., Sinka, I., Schaefer, B., & Gibbons, W. (2013). Socio-economic status and language acquisition: Children's performance on the new Reynell Developmental Language Scales. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(2), 131-143. doi:10.1111/1460-6984.12004
- Letts, C., Edwards, S., Schaefer, B., & Sinka, I. (2014). The New Reynell Developmental Language Scales: Descriptive account and illustrative case study. *Child Language Teaching and Therapy*, 30(1), 103-116. <http://doi.org/10.1177/0265659013492784>
- Liu, Q., Zhu, X., Ziegler, A., & Shi, J. (2015). The effects of inhibitory control training for preschoolers on reasoning ability and neural activity. *Scientific Reports*, 5, 14200. doi:10.1038/srep14200
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295-327. doi:10.1037/0033-295X.91.3.295

- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A user's guide to the stop signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory and language* (pp. 189-239). San Diego: Academic Press. Kasutatud 13.05.2019
http://www.academia.edu/681536/On_the_ability_to_inhibit_thought_and_action_A_users_guide_to_the_stop_signal_paradigm
- Logan, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1997). Impulsivity and inhibitory control. *Psychological Science*, 8(1), 60-64. doi:10.1111/j.1467-9280.1997.tb00545.x
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213-233. doi:10.1007/s11065-007-9040-z
- Macdonald, J. A., Beauchamp, M. H., Crigan, J. A., & Anderson, P. A. (2014). Age-related differences in inhibitory control in the early school years. *Child Neuropsychology*, 20(5), 509-526. doi:10.1080/09297049.2013.822060
- Memisevic, H., & Bisevic, I. (2018). Exploring the link between inhibitory control and cognitive flexibility in preschool children. *Cognition, Brain, Behavior*, 22(1), 1-11. doi:10.24193/cbb.2018.22.01
- Morton, J. B., & Carlson, S. M. (2017). The bilingual advantage: Evidence and alternative views. In M. J. Hoskyn, G. Iarocci & A. R. Young (Eds.), *Executive Functions in children's everyday lives* (pp. 111-117). New York: Oxford University Press.
- Motes, M. A., Spence, J. S., Brier, M. R., Chiang, H.-S., DeLaRosa, B. L., Eroh, J., ... Hart, J., Jr. (2018). Conjoint differences in inhibitory control and processing speed in childhood to older adult cohorts: Discriminant functions from a Go/No-Go task. *Psychology and Aging*, 33(7), 1070-1078. doi: 10.1037/pag0000299
- Otero, T., & Barker, L. Goldstein. (2014). The frontal lobes and executive functioning. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of executive functioning* (pp. 29-44). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-8106-5
- Park, J., Ellis Weismer, S., & Kaushanskaya, M. (2018). Changes in executive function over time in bilingual and monolingual school-aged children. *Developmental Psychology*, 54(10), 1842-1853. doi:10.1037/dev0000562

- Petersen, I. T., Bates, J. E., & Staples, A. D. (2014). The role of language ability and self-regulation in the development of inattentive-hyperactive behavior problems. *Development and Psychopathology*, *27*(1), 221-237. doi:10.1017/S0954579414000698
- Rojas-Barahona, C. A., Förster, C. E., Moreno-Ríos, S., & McClelland, M. M. (2015). Improvement of working memory in preschoolers and its impact on early literacy skills: A study in deprived communities of rural and urban areas. *Early Education and Development*, *26*(5-6), 871-892. doi:10.1080/10409289.2015.1036346
- Rubin, O., & Meiran, N. (2005). On the origins of the task mixing cost in the cuing task - switching paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *31*(6), 1477-1491. doi:10.1037/0278-7393.31.6.1477
- Saoji, A. A., Raghavendra, B. R., Rajesh, S. K., & Manjunath, N. K. (2018). Immediate effects of yoga breathing with intermittent breath holding on response inhibition among healthy volunteers. *International Journal of Yoga*, *11*(2), 99-104. doi:10.4103/ijoy.IJOY_65_16
- Semendeferi, K., Damasio, H. (2000). The brain and its main anatomical subdivisions in living hominoids using magnetic resonance imaging. *Journal of Human Evolution*, *38*(2), 317-332. doi:10.1006/jhev.1999.0381
- Sharma, Y. (2017). *3–4-aastaste laste kõnetesti konstruktivaliidsuse hindamine*. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Slot, P. L., & von Suchodoletz, A. (2018). Bidirectionality in preschool children's executive functions and language skills: Is one developing skill the better predictor of the other? *Early Childhood Research Quarterly*, *42*, 205-214. doi:10.1016/j.ecresq.2017.10.005
- Sowell, E. R., Peterson, B. S., Thompson, P. M., Welcome, S. E., Henkenius, A. L., & Toga, A. W. (2003). Mapping cortical change across the human life span. *Nature Neuroscience*, *6*(3), 309-315. doi:10.1038/nn1008
- Sylwan, R. P. (2004). The control of deliberate waiting strategies in a stop-signal task. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *37*(6), 853-862. doi:10.1590/S0100-879X2004000600011
- Toomela, A. (2016). *Kultuur, kõne ja Minu Ise*. Tallinn: Eesti Keele Sihtasutus.
- Tulviste, T. (2008). Kõne areng. E. Kikas (Toim.) *Õppimine ja õpetamine koolieelses eas* (lk 39-52). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

- Umek, L., & Fekonja-Peklaj, U. (2017). Gender differences in children's language: A meta-analysis of Slovenian studies. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 7(2), 97-111.
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008). Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 418-424. doi:10.1016/j.tics.2008.07.005
- Verbruggen, F., Logan, G. D., & Stevens, M. A. (2008). STOP-IT: Windows executable software for the stop-signal paradigm. *Behavior Research Methods*, 40(2), 479-483. doi:10.3758/BRM.40.2.479
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2009). Models of response inhibition in the stop-signal and stop-change paradigms. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(5), 647-661. doi:10.1016/j.neubiorev.2008.08.014
- Võgotski, L. (1934). *Mõtlemine ja kõne: psühholoogilised uurimused* (P. Tulviste, tlk). Tartu: Ilmamaa.
- Williams, B. R., Ponsse, J. S., Schachar, R. J., Logan, G. D., & Tannock, R. (1999). Development of inhibitory control across the life span. *Developmental Psychology*, 35(1), 205-213. doi:10.1037/0012-1649.35.1.205
- Wimmer, M. C., & Marx, C. (2014). Inhibitory processes in visual perception: A bilingual advantage. *Journal of Experimental Child Psychology*, 126, 412-419. doi:10.1016/j.jecp.2014.03.004
- Woan, L. H., & Tat, L. S. (2017). Assessing children's native language in Mandarin using the adapted New Reynell Developmental Language Scales-Mandarin (NRDLS-M). *GEMA Online Journal of Language Studies*, 17(2), 123-145. doi:10.17576/gema-2017-1702-08
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2004). Working memory and inhibitory control in early childhood: Contributions from physiology, temperament, and language. *Developmental Psychobiology*, 44(1), 68-83. doi:10.1002/dev.10152

Lisad

Lisa 1. Stoppsignaali ülesande instruksioon.

Nüüd sa hakkad mängima ühte mängu. Kui sa seda enam ei taha mängida, siis ütle mulle! Selle mängu tegelasteks on pardid. Palun pane vasaku käe sõrm selle nupu peale (*osutab kleebisega „d“ klahvile*) ja parema käe sõrm selle nupu peale (*osutab kleebisega „k“ klahvile*). Palun ära võta oma sõrmi kogu järgneva mängu ajal nappudelt ära!

Vaata arvutiekraani keskele! Kui parte ei ole, siis on keskel väike must rist, vaata seda.

Varsti pärast risti tuleb ekraanile kollane part. Kui part vaatab vasakule ehk sinna poole (*katse korraldaja näitab käega vasakule poole*), siis vajuta selle sõrmega (*katse korraldaja paneb oma sõrme lapse vasaku nimetissõrme peale*) kleepsuga nuppu.

Kui part vaatab paremale ehk sinna poole (*katse korraldaja näitab käega paremale poole*), siis vajuta selle sõrmega (*katse korraldaja paneb oma sõrme lapse parema nimetissõrme peale*) kleepsuga nuppu.

Kui pardi peale tuleb suur punane rist, siis ära nupule vajuta! Oota lihtsalt, kuni part ära kaob!

Sa pead olema hästi tähelepanelik. Part on ekraanil väga lühikest aega. Vajuta õigele nupule kohe, kui part on ekraanile ilmunud! Kui tuleb punane rist, siis ära nupule vajuta!

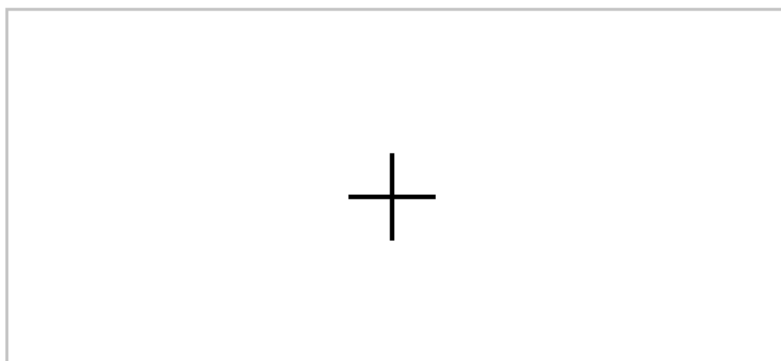
Kõigepealt saad sa harjutada. Ma ütlen sulle, kui õige mäng peale hakkab. Ole hästi kiire ja tähelepanelik!

Pärast harjutusplokki küsitakse lapse käest, kas ta sai ülesandest aru ning kui ei saanud, siis selgitatakse talle kõike uuesti eelneva instruksiooniga sarnaselt.

Lisaks öeldakse talle:

Mängus on sees pausid. Nende ajal võid sa puhata. Puhata saad sa siis, kui ekraanile enam ühtegi parti ei ilmu ja sinna tuleb hoopis kiri. Palun ütle mulle, kui sa oled valmis edasi mängima! Ma panen nüüd õige mängu käima.

Lisa 2. Stoppsignaali ülesande stiimulid.



Joonis 5. Fiksatsioonipunkt stoppsignaali ülesandes.



Joonis 6. Kriitiline stiimul (part ekraani vasakpoolses osas) stoppsignaali ülesandes.



Joonis 7. Kriitiline stiimul (part ekraani parempoolses osas) koos stoppsignaaliga (punane rist).

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

/Anna Edela/