



**TURUN
YLIOPISTO**

**KIELELLISEN HARJAANTUNEISUUDEN VAIKUTUS
TOIMINNANOHJAUKSEN MERKITYKSEEN
KIELENVAIHTOTILANTEISSA**

Fanni Laine ja Sirkka Uutela-Lynd

Pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Minna Lehtonen

Psykologian ja logopedian laitos,

Logopedia, Turun yliopisto

2026

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO

Psykologian ja logopedian laitos/Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

LAINÉ, FANNI & UUTELA-LYND, SIRKKA: Kielellisen harjaantuneisuuden vaikutus toiminnanohjauksen merkitykseen kielenvaihtotilanteissa

Pro gradu -tutkielma, 42 s., 10 liites.

Logopedia

Helmikuu 2026

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli tutkia toiminnanohjauksen merkitystä eri tasoisten kielten kielenvaihdossa. Aiemmissä tutkimuksissa kaksikielisen toiminnan, kuten kielenvaihdon, on usein esitetty nojaavan toiminnanohjaukseen kaikilla kaksikielisillä. Tieteellinen näyttö toiminnanohjauksen ja kaksikielisen toiminnan välisistä yhteyksistä on kuitenkin vaihtelevaa, minkä vuoksi aiheita on lähestytty nk. toimintojen eriytymisen teorian näkökulmasta. Tämän teorian mukaan kaksikielisen toiminnan taidot kehittyvät ja automatisoituvat kokemuksen myötä, jolloin kaksikielinen toiminta nojautuisi näihin kaksikielisyyden tehtäväkohtaisiin taitoihin yleisen toiminnanohjauksen sijaan. Kokemattomilla kaksikielisillä, joilla nämä taidot eivät ole vielä automatisoituneet, kaksikielinen toiminta nojautuisi aiempien teorioiden tapaan yleiseen toiminnanohjaukseen. Toimintojen eriytymisen teorian perusteella toisen kielen harjaantuneisuus vaikuttaisi kielenvaihdon ja yleisen toiminnanohjauksen välisiin yhteyksiin.

Tutkimuksessa tarkasteltiin toisen kielen harjaantuneisuuden vaikutusta toiminnanohjauksen ja kielenvaihdon väliseen yhteyteen tutkimalla suomea äidinkielenään puhuvia terveitä aikuisia, jotka hallitsevat hyvin englantia sekä tätä huomattavasti heikommin ruotsia. Tutkittavat suorittivat verkkotutkimuksen, joka sisälsi toiminnanohjausta, erityisesti inhibitiota, mittaavan Simon-tehtävän sekä kielenvaihtoa sisältävän kaksikielisen nimeämistehtävän. Näin saatiin eritasoisia kielenvaihtotilanteita, joissa tutkittavat vaihtoivat kieltä nimeten kuvia joko suomeksi ja ruotsiksi, tai suomeksi ja englanniksi. Näiden lisäksi tutkittavat suorittivat ruotsin- ja englannin kielen sanastotestit sekä täyttivät kielitaustakyselyn. Suoriutumista nimeämistehtävän ja toiminnanohjaustehtävän välillä vertailtiin eri kieliparien kohdalla rakentamalla lineaarisia sekamalleja.

Tuloksissamme emme havainneet kielenvaihdon ja yleisen toiminnanohjauksen olevan yhteydessä toisiinsa koko otoksen osalta, kuten toiminnanohjauksen ja kaksikielisyyden yhdistävät teorat odottaisivat. Emme myöskään havainneet yhteyttä harjaantumattomilla kaksikielisillä, kuten toimintojen eriytymisen teorian nojalla olisimme odottaneet. Tuloksemme eivät siis anna tukea kummallekaan vertailemалlemme teorialle kaksikielisen toiminnan taustaprosesseista. Yhteyksien puute tuloksissamme alleviivaa kuitenkin kaksikielisen toiminnan taustaprosessien tutkimuksen tärkeyttä, sillä kaksikielinen toiminta ei näytä selittyvän yleisen toiminnanohjauksen prosesseilla, kuten aiemmin on ajateltu.

Asiasanat: kaksikielisyyys, monikielisyyys, toiminnanohjaus, kahden kielen välinen kontrolli, inhibitio, kielenvaihto

Sisällysluettelo

1 Johdanto	1
1.1 Yleisen toiminnanohjauksen teoria	2
1.2 Toimintojen eriytymisen teoria	5
2 Tutkimuskysymykset	8
3 Menetelmät.....	10
3.1 Tutkittavat	10
3.2 Kokeen kulku	12
3.2.1 Vihjeistetty kuvannimeämistehtävä	12
3.2.2 Simon-tehtävä	15
3.2.3 Sanastotehtävät	16
3.2.4 Kielitaustakysely	17
3.3 Aineiston analyysi.....	17
3.4 Tutkimuksen eettisyys.....	20
4 Tulokset.....	21
4.1 Normaalijakaumatestaus ja korrelaatioanalyysit	21
4.2 Kolmisuuntainen yhdysvaikutus; lineaarinen sekamalli.....	22
4.3 Kielenvaihdon suunnan vaikutus	24
4.3.1 Matalan harjaantuneisuuden kielipari: suomi-ruotsi	25
4.3.2 Korkean harjaantuneisuuden kielipari: suomi-englanti.....	27
5 Pohdinta	30
5.1 Päätulokset ja niiden merkitykset	30
5.2 Tutkimuksen rajoitukset.....	33
5.3 Jatkotutkimusehdotukset ja yhteenveto	34
Lähteet.....	37
Liitteet	42
Liite 1: R-skripti.....	42

1 Johdanto

Arviolta yli 50 % maailman väestöstä on vähintään kaksikielisiä, eli jokapäiväisessä elämässään kahta tai useampaa kieltä käyttäviä henkilöitä (Grosjean 2021; Romaine 1994). Kaksikielisyyden määritelmä on laaja, ja kahden kielen arkikäytön lisäksi määrittelyssä on hyvä huomioida useita tekijöitä, kuten kielten omaksumisikä, altistuminen, kielitaito ja olosuhteet, joissa kielet ovat opittu (Gottardo & Grant, 2008). Kaksikielisyyden määritelmä ei rajaudu siis vain niihin henkilöihin, jotka ovat oppineet kahta kieltä samanaikaisesti lapsesta asti, vaan se käsittää laajemmin aktiivisesti kahta kieltä käyttäviä henkilöitä. Kaksikielisellä toiminnalla tarkoitetaan esimerkiksi tarkoituksellista kielenvaihtoa sekä kielten monitorointia. Abutalebin ja Greenin (2007) mukaan kahden kielen väliseen kontrolliin (*engl. bilingual language control*) vaikuttavia kognitiivisia prosesseja ovat aikomus käyttää kohdekieltä, kohdekielen sanojen valinta, toisen kielen sanaston aktiivinen vaimentaminen ja puheen monitorointi kielten sekaannuksilta. Kaksikielisillä molempien kielten on havaittu olevan jatkuvasti aktiivisina (Colomé & Miozzo, 2010), jolloin kaksikielisen täytyy pystyä kontrolloimaan eri kielten sanojen aktivaatiota tuottaakseen tilanteeseen sopivaa kieltä. Esimerkiksi suomi-englanti-kaksikielisen tulee pystyä joko estämään suomenkielisen ”omena”-sanan aktivaatiota, tai lisäämään englanninkielisen sanan aktivaatiota, jos tarkoituksena on nimetä kyseinen hedelmä englanniksi sanalla ”apple”. Myös Suomessa niiden henkilöiden määrä, jotka toimivat arjessaan kahdella eri kielellä, on lisääntynyt globalisoitumisen myötä (Tammenmaa, 2020). Esimerkiksi vuoden 2024 lopussa vieraskielisten osuus Suomen väestössä oli jopa 10,8 % (Tilastokeskus, 2024). Kaksikielisen väestön yleistyessä on tärkeää tutkia ja tuntee kaksikielisyyden ainutlaatuisia piirteitä ja onnistuneen kaksikielisen toiminnan taustaprosesseja.

Tutkimuksissa kaksikielisen toiminnan on usein nähty nojautuvan yleiseen toiminnanohjaukseen (Bialystok, 2017; Green, 1998; Green & Abutalebi, 2013). Toiminnanohjaus on yläkäsite, joka sisältää useita ihmisen toimintaa ohjaavia prosesseja, kuten esimerkiksi inhibition, kognitiivisen joustavuuden ja työmuistin (Miyake ym., 2000). Inhibitiolla tarkoitetaan kykyä tarkoituksellisesti sivuuttaa häiritseviä ärsykeitä, ja kognitiivisella joustavuudella tarkoitetaan kykyä vaihdella tarkkaavaisuutta esimerkiksi eri tehtävien ja ajatusten välillä. Kaksikielisessä toiminnassa inhibitiota voidaan oletuksen mukaan hyödyntää toisen kielen aktivaation estämisessä, ja kognitiivista joustavuutta kielen vaihtamisessa (Green, 1998). Käytännön tasolla toiminnanohjausta tarvitaan monenlaisessa älyllisessä toiminnassa, kuten matematiikan laskemisessa, tunteiden ja käytöksen hillinnässä, sekä virheiden havaitsemisissa. Toiminnanohjauksen eri prosesseja tarvitaan silloin, kun valmiit toimintamallit, kuten rutiininomaiset toiminnot, eivät riitä tehtävän suorittamiseen.

Esimerkiksi autolla ajaminen on useimmilla kokeneilla kuskeilla rutinoitunut omaksi toimintamallikseen, mutta aloittelevilla kuskeilla ja vieraammassa tilanteessa, esimerkiksi liikennevalojen ollessa epäkunnossa, vaatii liikenteessä toimiminen yleistä toiminnanohjausta. Yleisen toiminnanohjauksen teorioiden (engl. *Domain-general theory*) pohjalta on esitetty yleisen toiminnanohjauksen myös kohenevan kaksikielisen toiminnan aiheuttaman kuormituksen seurauksena (Bialystok, 2017; Green, 1998; Green & Abutalebi, 2013). Tästä niin kutsutusta kaksikielisyysedusta esiintyy tutkimuksissa kuitenkin ristiriitaista näyttöä (Lehtonen ym., 2018). Vaihtelevat tulokset ovat saaneet tutkijat kiinnittämään huomiota vallitsevan teorian perusoletukseen toiminnanohjauksen merkityksestä kaksikielisessä toiminnassa. Yleisen toiminnanohjauksen teorian kilpailevaksi teoriaksi onkin esitetty toimintojen eriytymisen teoria (myös tehtäväspesifisyyden tai taitojen oppimisen teoria, engl. *Task-specificity theory*, *Skill learning theory*, Chein & Schneider, 2012; Lehtonen ym., 2023), mikä esittää kaksikielisen toiminnan nojautuvan kokemuksen myötä kehittyviin tehtäväkohtaisiin taitoihin yleisen toiminnanohjauksen sijaan. Tässä tutkimuksessa vertailemme näitä kahta kilpailevaa teoriaa toiminnanohjauksen merkityksestä kaksikielisessä toiminnassa.

1.1 Yleisen toiminnanohjauksen teoria

Yleisen toiminnanohjauksen teoria on pitkään kaksikielisyysden tutkimuksissa vallinnut näkökulma, jossa onnistuneen kaksikielisen toiminnan nähdään vaativan erilaisia yleiseen toiminnanohjaukseen nojautuvia kognitiivisen kontrollin prosesseja (Green, 1998; Green & Abutalebi, 2013). Kaksikielisyysden ja toiminnanohjauksen yhteydestä on muodostettu malleja, joista yleisimpinä tunnetaan Greenin (1998) inhibitorisen kontrollin malli (engl. *Inhibitory Control Model*) sekä Greenin ja Abutalebin (2013) adaptiivisen kontrollin malli (engl. *Adaptive Control Hypothesis*). Inhibitorisen kontrollin mallissa yleisen toiminnanohjauksen nähdään monitoroivan ja muokkaavan kielitoimintamalleja (engl. *Language task schema*) ja niiden aktivaatiota. Nämä kielitoimintamallit taas säätelevät sanojen aktivaation ja inhibition määrää kaksikielisen eri sanastoissa ja mahdollistavat ilmaisuuden tuottamisen halutulla kielellä sekä estävät tahatonta kielten sekoittumista. Adaptiivisen kontrollin mallin mukaan kognitiivisen kontrollin prosessit mukautuvat kaksikielisen vuorovaikutustilanteen vaatimusten mukaan. Nk. yksikielisessä vuorovaikutustilanteessa (engl. *single-language context*) kuormittuu tavoitteiden ylläpidon sekä sekoittumisen kontrolloinnin prosessit, kun kaksikielinen pitäytyy yhdessä kielessä ja estää toisen kielen sekoittumista. Kahden kielen välillä toimiessa (engl. *dual-language context*) lisäkuormitusta aiheuttaa tarve havainnoida ympäristön kielivihjeitä sekä vaihtaa tavoitteesta sekä kielitoimintamallista toiseen kielivaatimusten vaihtuessa. Tilanteessa, jossa kahta kieltä yhdistellään (engl. *dense code-switching context*)

kognitiivisen kontrollin tarve taas laskee, sillä keskustelukumppanin jakaessa kaksikielisen molemmat kielet, voi kaksikielinen tuottaa sanan kummalla kielellä tahansa, eikä kielten sekaantumista tarvitse kontrolloida. Vaikka adaptiivisen kontrollin teoria esittää kognitiivisen kontrollin tarpeen mukautuvan vuorovaikutustilanteen mukaan, näkevät molemmat edellä kuvatut mallit kognitiivisen kontrollin tarpeen pysyvän näissä tilanteissa lähes samanlaisena niin kokemattomilla kuin kokeneillakin kaksikielisillä. Viittamme jatkossa kaikkiin tämän tyyppisiin yleisen toiminnanohjauksen ja kaksikielisyyden yhdistäviin malleihin yhteisesti yleisen toiminnanohjauksen teoriana.

Yleisen toiminnanohjauksen teorian ohjailemana kaksikielisyyden tutkimuksissa käytetään usein kielenvaihtotehtäviä sekä toiminnanohjaustehtäviä. Kun tutkitaan, missä määrin kielenvaihto nojautuu toiminnanohjaukseen, voidaan kielenvaihto- ja toiminnanohjaustehtävien välisiä yhteyksiä tutkimalla tehdä johtopäätöksiä kaksikielisen toiminnan taustaprosesseista. Kielenvaihtotehtävissä saadaan vertailtua yhdellä kielellä toimimista kielenvaihtoa vaativiin tilanteisiin ja havainnoitua esimerkiksi kielenvaihdon vaikutusta nimeämisnopeuteen. Yksi suosituimmista kielenvaihtotehtävistä on vihjeistetty kuvannimeämistehtävä (engl. *cued picture naming task*), jossa tutkittavan tulee nimetä kuvia tehtävän osion mukaan joko yhdellä kielellä tai useampaa kieltä vaihdellen. Kielen vaihtelua vaativissa osioissa koehenkilölle esitetään jokaisen kuvan kohdalla nimeämiskieltä kuvaava vihje, kuten esimerkiksi Suomen tai Ruotsin lippu. Kielenvaihto on tehtävän kaksikielisissä osioissa ennakoimatonta. Tehtävä mittaa kahden kielen välillä toimimista, joka adaptiivisen kontrollin mallin mukaan kuormittaa kontrolliprosesseja kaksikielisistä vuorovaikutustilanteista eniten (Green & Abutalebi, 2013). Tehtävässä voidaan mitata kielenvaihdon aiheuttamaa viivettä nimeämisnopeudessa kielenvaihtokustannuksilla (engl. *Switch cost*). Kielenvaihtokustannus tarkoittaa kuvan nimeämisessä havaittavaa viivettä silloin, kun nimeämiskieli on vaihtunut edellisestä kuvasta (vaihtotilanne), verrattuna tilanteeseen, jossa peräkkäisten kuvien nimeämiskieli on pysynyt samana (toistotilanne). Kielenvaihtokustannusten on havaittu olevan epäsymmetrisiä kaksikielisillä, joiden kielet ovat eri tasoisia (Meuter & Allport, 1999). L1-kielenä viitataan vahvempaan, mahdollisesti ensimmäisenä opittuun kieleen, kun taas kaksikielisen toista, usein heikompa, kieltä kutsutaan L2-kieleksi. Kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyys tarkoittaa, että koehenkilöt nimeävät kuvia hitaammin vaihtaessaan kieltä L1-kieleensä kuin vaihtaessaan kieltä L2-kieleen. Epäsymmetrisyyttä selittää esimerkiksi aiemmin kuvattu Greenin (1998) inhibitorisen kontrollin malli. Mallissa halutun kielen tuottamisen esitettiin vaativan ”väärän” kielen inhibiointia. Koska L1-kieli on L2-kieltä vahvempi, vaatii L1-kielen poissa pitäminen suurta inhibitiokykyä kaksikielisen toimiessa heikompa L2-kieltään käyttäen. L2-kielestä takaisin L1-

kieleen vaihtaessa kaksikielisen tulee päihittää L1-kielen voimakas inhibitio, josta aiheutuu nimeämisessä havaittava viive. Heikomman L2-kielen poissa pitäminen ei taas vaadi niin suurta inhibition määrää, jolloin kielenvaihtokustannusten ei havaita olevan yhtä suuria koehenkilön siirtyessä vahvemmassa L1-kielestä käyttämään L2-kieltään.

Kaksikielisyyden tutkimuksissa toiminnanohjaustehtävillä voidaan mitata esimerkiksi inhibitiokykyä tai kognitiivista joustavuutta. Muun muassa inhibitorisen kontrollin teorian (Green, 1998) selittämiseksi usein käytettyihin tehtäviin kuuluvat erilaiset inhibitiota mittaavat tehtävät, kuten Simon-tehtävä (Simon & Rudell, 1967). Simon-tehtävässä koehenkilön tulee nappia painamalla raportoida havaitsemansa laatikon väri. Laatikko voidaan esittää joko samalla puolella näkökenttää kuin sen väriä vastaava painike (kongruentti tilanne), tai vastakkaisella puolella sen väriä vastaavasta painikkeesta (inkongruentti tilanne). Tehtävässä suoriutumista mitataan Simon-efektillä, joka tarkoittaa reaktioajassa havaittavaa viivettä laatikon ja oikean vastauspainikkeen ollessa näkökentän vastakkaisilla puolilla, verrattuna niiden ollessa näkökentän samalla puolella. Pienempi Simon-efekti tarkoittaa pienempää eroa kongruenttien ja inkongruenttien tilanteiden välillä ja täten parempaa inhibitiokykyä. Yleisen toiminnanohjauksen teorian mukaisesti kielenvaihtotehtävien ja toiminnanohjaustehtävien tulisi korreloida keskenään, jolloin esimerkiksi koehenkilön pienemmät kielenvaihtokustannukset tarkoittaisivat myös pienempää Simon-efektiä, kun taas suurempien kielenvaihtokustannusten tulisi olla yhteydessä suurempaan Simon-efektiin.

Tutkimustulokset toiminnanohjauksen ja kaksikielisen toiminnan välisistä yhteyksistä ovat vaihtelevia. Myös inhibitorisen kontrollin mallin (Green, 1998) mukainen kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyyden ilmeneminen on tutkimuksissa vaihtelevaa, eikä ilmiö saa nykytutkimuksissa vahvaa tukea (Gade ym., 2021). Lehtonen ja kumppanit (2023) toteuttivat katsauksen, jossa he tarkastelivat suoraan kaksikielisen toiminnan ja yleisen toiminnanohjauksen yhteyksien ilmenemistä kaksikielisyyden tutkimuksissa. Katsauksessa useat, erityisesti harjaantuneisuus kaksikielisiin keskittyneet tutkimukset eivät havainneet toiminnanohjauksen ja kaksikielisyyden välistä yhteyttä, eivätkä täten antaneet tukea yleisen toiminnanohjauksen teorialle. Teoriaa tukevien empiiristen yhteyksien puuttuessa Lehtonen ja kumppanit (2023) ovat kyseenalaistaneet yleisen toiminnanohjauksen teorian perusoletuksen toiminnanohjauksen merkityksestä kaksikielisessä toiminnassa. He ovatkin esittäneet kilpailevaksi teoriaksi toimintojen eriytymisen teorian selittämään kahden kielen välillä toimimiseen vaadittavia prosesseja.

1.2 Toimintojen eriytymisen teoria

Toimintojen eriytymisen teoria esittää, että ihmisen tiedonkäsittely sopeutuu jopa erittäin monimutkaisiin ongelmanratkaisua vaativiin prosesseihin, jotka automatisoituvat harjoittelun myötä (Chein & Schneider, 2012). Tehtävien ja toimintojen automatisoitumisen pohjalla on kolme kognitiivista järjestelmää: metakognitiivinen järjestelmä, jonka avulla muodostetaan uusia toimintamalleja sekä selvitetään tapoja suorittaa erilaisia tehtäviä; kognitiivisen kontrollin järjestelmä, joka vastaa tarkkaavaisuuden säätelystä sekä toimintojen jäsentelystä; pitkäkestoisen muistin representaatiojärjestelmä, johon muodostetut uudet toimintamallit varastoidaan. Metakognitiivinen järjestelmä sekä kognitiivisen kontrollin järjestelmä pohjautuvat yleiseen toiminnanohjaukseen, kun taas representaatiojärjestelmän toimintamalleja hyödynnetään tehtäväkohtaisesti. Ajatusta toimintojen automatisoitumisesta on hiljattain sovellettu kaksikielisyystutkimukseen toimintojen eriytymisen teoriassa (Lehtonen ym., 2023) Toimintojen eriytymisen teoria mukailee yleisen toiminnanohjauksen teoriaa siinä, mikä on toiminnanohjauksen merkitys kokemattoman kaksikielisen toiminnan suhteen. Teorian mukaan kokemattomilla kaksikielisillä esimerkiksi kielen vaihtaminen vaatii metakognitiivista järjestelmää tehtävästä suoriutumiseksi sekä toimivan, uuden toimintamallin rakentamiseksi, ja kognitiivisen kontrollin järjestelmää oikean toimintamallin hyödyntämiseksi. Teoriat eroavat toisistaan kuitenkin kokeneen kaksikielisen toiminnan osalta. Yleisen toiminnanohjauksen teoria näkee toiminnanohjauksen roolin kaksikielisessä toiminnassa pysyvänä, kun taas toimintojen eriytymisen teoria esittää kaksikielisen toiminnan eriytyvän kokemuksen ja kielten harjaantumisen myötä tehtäväkohtaiseksi taidokseen representaatiojärjestelmään. Tällöin kokenut kaksikielinen toiminta, kuten kielenvaihto, ei nojautuisikaan enää yhtä vahvasti kognitiivisen kontrollin prosesseihin, vaan automaattisesti hyödynnettäviin tehtäväkohtaisiin taitoihin. Toimintojen eriytymisen teorian mukaan yhteyksiä kaksikielisen toiminnan, kuten kielenvaihdon, ja yleisen toiminnanohjauksen välillä voitaisiin siis havaita pääasiassa kokemattomilla kaksikielisillä. Kokeneilla kaksikielisillä tällaisia yhteyksiä ei pääsääntöisesti olisi havaittavissa. Kokemus ja harjaantuneisuus voidaan kuitenkin nähdä jatkumona heikosta vahvaan kielitaitoon niin L1- kuin L2-kielessäkin, eikä tarkkaa rajaa kokeneen ja kokemattoman kaksikielisen välille voida määrittää.

Tutkimustuloksia harjaantuneisuuden vaikutuksesta kaksikielisen toiminnan ja toiminnanohjauksen yhteyksiin on havaittu esimerkiksi Wangin ja kumppaneiden (2022) tutkimuksessa. Wang ja kumppanit tutkivat, miten kielellinen harjaantuneisuus L2-kielessä vaikuttaa Simon-efektin ja kielenvaihtokustannusten välisiin yhteyksiin kiina-englanti-kaksikielisillä. Tuloksissaan he havaitsivat, että Simon-efekti oli yhteydessä kielenvaihtokustannuksiin matalan taitotason

kaksikielisillä, mutta ei korkean taitotason kaksikielisillä. Harjaantuneisuuden merkitystä tukien myös Costan ja Santestebanin (2004) tutkimuksessa kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyyden havaittiin ilmenevän vain heikon taitotason kaksikielisillä, kun taas korkean taitotason kaksikielisillä ei havaittu kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyyttä. Johtopäätöksenä tuloksistaan niin Wang ja kumppanit (2022) kuin Costa ja Santesteban (2004) totesivat, että kaksikielinen toiminta näyttäisi nojautuvan eri mekanismeihin harjaantuneiden ja harjaantumattomien kaksikielisten välillä.

Toimintojen eriytymisen teoria on kaksikielisyytutkimuksen alalla suhteellisen uusi käsite. Kokeellisia tutkimuksia, joissa tutkimuskysymyksenä olisi suoraan toimintojen eriytymisen teorian ja yleisen toiminnanohjauksen teorian vertailu, ei ole montaa (Lehtonen ym., 2023). Omassa kandidaatintutkielmassamme (Laine & Uutela-Lynd, 2024) toteutimme systemaattisen kirjallisuuskatsauksen, jossa tutkimme käytettyjen kielenvaihto- ja toiminnanohjaustehtävien rakenteellista samankaltaisuutta korkean taitotason kaksikielisillä, ja tämän samankaltaisuuden vaikutusta tehtävien välillä havaittaviin yhteyksiin. Vaikka toimintojen eriytymisen teorian perusteella kokenut kaksikielinen toiminta ei pääsääntöisesti nojautu yleiseen toiminnanohjaukseen, teoria ennustaa kuitenkin myös tilanteita, joissa kokeneenkin kaksikielisen toiminnan voidaan havaita olevan yhteydessä yleiseen toiminnanohjaukseen. Tällaisia tilanteita ovat tutkittavalta uusilta taito- ja vaativat tehtävät, joissa automatisoituneita taitoja ei pystytä hyödyntämään ja tehtävä suoritetaan toiminnanohjaukseen nojaten, sekä tehtävät, joilla mitataan esimerkiksi toiminnanohjausta, mutta muistuttavat rakenteellisesti niin paljon kaksikielistä toimintaa, että kaksikielinen pystyy hyödyntämään tehtävässä kaksikielisyyden tehtäväkohtaisia taitoja. Katsauksessamme tuloksissa yleisen toiminnanohjauksen teorian mukaisesti tehtävien välisiä yhteyksiä olisi pitänyt ilmetä kaikissa tehtävissä riippumatta tehtävien rakenteellisesta samankaltaisuudesta, kun taas toimintojen eriytymisen teorian mukaan yhteyksiä voitaisiin nähdä vain rakenteellisesti samankaltaisten tehtävien välillä. Katsauksemme tulokset eivät antaneet tukea yleisen toiminnanohjauksen teorialle, sillä tutkimukset olivat havainneet yhteyksiä kielenvaihto- ja toiminnanohjaustehtävien välillä vain harvoin. Tällainen yhteyksien puute ei kuitenkaan riitä tukemaan kilpailevana teoriana esitettyä toimintojen eriytymisen teoriaa, vaan aihetta on tarpeellista tutkia suoremmin myös kokeellisin menetelmin.

Toimintojen eriytymisen teorian tutkimusaukkoon tarttuneet González ja kumppanit (2025) toteuttivat kokeellisen tutkimuksen, jonka tavoitteena oli suoraan testata toimintojen eriytymisen teoriaa. Tutkimuksessaan he analysoivat, miten vaihteleva taitotaso ruotsin kielessä vaikutti yhteyksiin Simon-efektin ja kielenvaihtokustannusten välillä suomea äidinkielenään puhuvilla koehenkilöillä. Hypoteesina tutkimuksessa oli, että toimintojen eriytymisen teorian mukaisesti

korkean taitotason ryhmillä ei havaittaisi yhteyksiä näiden tehtävien välillä, sillä kaksikielinen toiminta olisi heillä jo automatisoitunutta. Matalan taitotason ryhmillä yhteyksiä taas olisi havaittavissa, sillä kaksikielinen toiminta ei olisi heillä vielä automatisoitunutta, ja nojaisi täten yleiseen toiminnanohjaukseen. Hypoteesiensa mukaisesti González ja kumppanit (2025) eivät havainneet yhteyksiä harjaantuneilla kaksikielisillä toiminnanohjauksen ja kuvannimeämistehtävän välillä, mutta matalan taitotason ryhmällä oli havaittavissa merkittäviä yhteyksiä tehtävien välillä. Tulokset antoivat siis tukea toimintojen eriytymisen teorialle.

Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tutkimus oli yksi ensimmäisistä toimintojen eriytymisen teoriaa kokeellisesti lähestyneistä tutkimuksista. Testataksemme tutkimuksen tulosten toistettavuutta, aiomme lähestyä samaa aihetta omassa Pro gradu -tutkielmassamme koehenkilön sisäistä asetelmaa hyödyntäen, eli vertaamme kielenvaihtoa heikkoon ja vahvaan kieleen samoilla koehenkilöillä. Näin koehenkilöiden väliset erot eivät aiheuta tutkimusaineistoa häiritsevää vaihtelua. Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tutkimuksen tapaan koehenkilöidemme äidinkieli on suomi ja matalan taitotason kieli ruotsi, mutta koehenkilön sisäisen asetelman mahdollistamiseksi lisäämme korkean taitotason kieleksi englannin.

2 Tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa testaamme kahta kilpailevaa teoriaa tutkiessamme toiminnanohjauksen merkitystä kahden kielen välillä toimimisessa. Tällä hetkellä tutkimuskentällä vallitseva teoria on yleisen toiminnanohjauksen teoria, minkä mukaan kaksikielinen toiminta vaatii yleistä toiminnanohjausta kaikilla kaksikielisillä taitotasosta riippumatta (Green, 1998; Green & Abutalebi, 2013). Toisen testaamamme teorian, eli toimintojen eriytymisen teorian, näkemyksen mukaan kielen harjaantuneisuus vaikuttaisi toiminnanohjauksen ja kielenvaihdon välisiin yhteyksiin (Lehtonen ym., 2023). Testaamme näitä teorioita tutkimalla, miten koehenkilöt, joilla on vahva englannin ja suomen kielen osaaminen ja heikko ruotsin kielen osaaminen, suoriutuvat kielenvaihtoa vaativassa nimeämistehtävässä suhteessa toiminnanohjausta mittaavaan Simon-tehtävään. Tutkimuksen tavoitteena on vastata seuraaviin kysymyksiin:

1. Kun kielenvaihto tapahtuu äidinkielen ja toisen kielen välillä, vaikuttaako harjaantuneisuus toisessa kielessä kielenvaihtokustannusten ja toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välisiin yhteyksiin?
2. Vaikuttaako kielenvaihdon suunta kielenvaihtokustannusten ja toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välisiin yhteyksiin, ja muuttuuko tämä vaikutus toisen kielen harjaantuneisuuden mukaan?

Toimintojen eriytymisen teorian mukaan kielen vaihtamisen prosesseista tulee vahvemmin rutiininomaisia harjoituksen myötä ja näin vähemmän yleisen toiminnanohjauksen ohjaamia (Lehtonen ym., 2023). Teorian mukaan kokemuksen ja kielitaidon kehittyessä kaksikieliseen toimintaan vaadittavat toiminnot eriytyvät omaksi tehtäväkohtaiseksi taidokseen erilleen yleisestä toiminnanohjauksesta. Sen sijaan yleisen toiminnanohjauksen teorian (engl. *Domain-general theory*) (Green, 1998; Green & Abutalebi, 2013) mukaan kaksikielinen toiminta vaatii yleistä toiminnanohjausta kaikilla kaksikielisillä, jolloin kaksikielinen käyttää toiminnanohjausta valitessaan tilanteeseen sopivan kielen. Teorian perusteella on muodostettu toinen hypoteesi, jonka mukaan kaksikielisyyden aiheuttama kuormitus toiminnanohjaukselle kehittäisi toiminnanohjausta, luoden niin kutsutun kaksikielisyydedun (Bialystok, 2017). Kaksikielisyyden ja toiminnanohjauksen yhteyksiä tutkineiden tutkimusten tulokset ovat olleet vaihtelevia, jolloin vaihtoehtoisena näkemyksenä on esitetty, ettei kaksikielinen toiminta aina vaadi toiminnanohjausta (Lehtonen ym., 2023). Näkemyksen mukaan kaksikielinen toiminta automatisoituu harjaantuneisuuden kasvaessa, jolloin toiminnanohjauksen merkitys vähenee. Tällöin harjaantunut kaksikielinen toiminta ei kehittäisi toiminnanohjausta pitkäaikaisesti.

Ensimmäisen tutkimuskysymyksemme hypoteesina esitämme, että löydämme tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä nimeämis- ja Simon-tehtävän välillä koehenkilön vaihtaessa kieltä heikon kieliparin sisällä, sillä heikon kielen osalta kaksikielisen toiminnan prosessit eivät ole automatisoituneet. Toisena hypoteesina esitämme, että emme löydä lainkaan yhteyksiä tai löytämämme yhteydet ovat heikompia vahvan kieliparin kielenvaihdossa nimeämis- ja Simon-tehtävän välillä, sillä kielenvaihto on automatisoitunutta vahvojen kielten osalta. Hypoteesimme mukailevat toimintojen eriytymisen teorian näkemystä kaksikielisen toiminnan prosesseista. Yleisen toiminnanohjauksen teorian pohjalta tuloksissa tulisi havaita yhteyksiä kielenvaihto- ja Simon-tehtävän välillä kaikissa tilanteissa, riippumatta toisen kielen taitotasosta.

Toinen tutkimuskysymyksemme liittyy joissain tutkimuksissa havaittuun kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyyteen (Green, 1998; Meuter & Allport, 1999). Costa ja Santesteban (2004) havaitsivat kielenvaihtokustannusten olevan epäsymmetrisiä ainoastaan heikon taitotason kaksikielisillä, ja johtopäätöksenä he esittivät kaksikielisen toiminnan nojautuvan eri mekanismeihin harjaantuneiden ja harjaantumattomien kaksikielisten välillä. Inhibitorisen kontrollin (Green, 1998) mallin mukaan huomattavasti vahvemman L1-kielen poissulkeminen vaatii suurta inhibitiota, jonka ”ylitse pääseminen” aiheuttaa viiveen vaihtaessa kieltä L2-kielestä L1-kieleen. Voisikin olla, että kielenvaihtokustannukset ovat epäsymmetrisesti yhteydessä yleiseen toiminnanohjaukseen harjaantumattomilla kaksikielisillä, koska heillä kaksikielisen toiminnan taidot eivät ole vielä automatisoituneet. Toisen tutkimuskysymyksemme hypoteesina esitämme, että harjaantumattomilla kaksikielisillä kielenvaihtokustannukset L2-kielestä L1-kieleen vaihtaessa olisivat vahvemmin yhteydessä yleiseen toiminnanohjaukseen kuin harjaantuneilla kaksikielisillä. Esitämme myös, että havaitsemme kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyyden olevan suurempaa harjaantumattomilla kaksikielisillä kuin harjaantuneilla kaksikielisillä.

3 Menetelmät

Tässä tutkimuksessa tarkastelimme kielellisen harjaantuneisuuden vaikutusta toiminnanohjaustehtävän ja kielenvaihtotehtävän väliseen yhteyteen. Tutkimus toteutettiin osana Turun yliopiston ja Oslon yliopiston välistä hanketta, joka käsittelee kaksikielisyyden ja oppimisen kognitiivista perustaa.

3.1 Tutkittavat

Rekrytoimme tutkimukseen koehenkilöitä lähettämällä rekrytointi-ilmoituksen jakelupyynnön sähköpostitse useammalle Turun korkeakouluopiskelijoiden ainejärjestölle sekä kaikille Suomen logopedian opiskelijoiden ainejärjestöille. Rekrytoimme myös Turun yliopiston psykologian opintojen kautta koehenkilövelvollisia opiskelijoita Turun yliopiston psykologian ja logopedian laitoksen koehenkilöjärjestelmän kautta. Lisäksi rekrytoimme koehenkilöitä jakamalla rekrytointi-ilmoitusta omille tuttavillemme. Tarkoituksena oli rekrytoida äidinkieleltään suomenkielisiä tutkittavia, joiden englannin kielitaito oli merkittävästi vahvempi kuin ruotsin kielitaito. Tutkimukseen osallistumisesta tutkittava sai palkkioksi halutessaan 10 euron arvoisen GoGift-lahjakortin tai vaihtoehtoisesti psykologian opintoihin kuuluvasta koehenkilövelvollisuudesta tunnin suoritettua.

Tutkittavien sisäänottokriteereinä olivat: 1) tutkittavan yhden äidinkielen tulee olla suomi, 2) tutkittava on 18-40-vuotias, 3) tutkittavan englannin kieli on CEFR-viitekehyksen (Common European Framework of Reference for Languages) mukaisella C1-B2-tasolla, jolloin tutkittavan tulee saada englannin kielitaitoa mittaavassa LexTALE-testissä oikein 60-100 % (Lemhöfer & Broersma, 2011) ja 4) tutkittavalla on heikko ruotsin kielen taito, jolloin hänen tulee saada ruotsin kielitaitoa mittaavasta Swedish Levels Test -sanastotestin (SweLT 1.0; Bokander, 2016) lyhennetyin version täydestä 30 pisteestä alle 18 pistettä. Poissulkukriteereinä olivat tutkittavan neurologiset sairaudet tai häiriöt, kuulovaikeudet tai kehitykselliset kielihäiriöt. Jokainen koehenkilö vakuutti tutkimuksen alussa täyttävänsä tutkimuksen osallistumiskriteerit sekä antavansa suostumuksensa tutkimukseen osallistumiseen.

Tutkimuksen linkin avasi yhteensä 150 ihmistä, joista 98 ihmistä jatkoi tutkimusta alun ohjeistusten läpi. Tutkimuksen suoritti loppuun asti 92 ihmistä. Analyyseistä jätettiin pois 36 koehenkilöä, joko liian korkean ruotsin kielitaidon tai heikon englannin kielitaidon vuoksi. Lisäksi yksi tutkittavista jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle Simon-tehtävässä saatujen matalien pisteiden vuoksi. Tutkittavana oli siis 56:n koehenkilön otos, joista valtaosa oli naisia ($n=50$), neljä miestä ja kaksi

muunsukupuolisia. Kaikki tutkittavat opiskelivat korkeakoulussa tai olivat vastikään suorittaneet korkeakoulututkinnon. Otoksen iän keskiarvo oli 23.6 vuotta ja keskihajonta 3.4. Ikäjakauma oli 19–36 vuotta. Lisäksi kaikki tutkittavat olivat äidinkieleltään suomenkielisiä, joiden englannin- ja ruotsin kielitaitotasot olivat vaihtelevia. Taulukkoon 1 on koottu tutkittavien kielitaitoa kuvaavia tunnuslukuja.

Taulukko 1

Keskiarvot ja keskihajonnat tutkittavien iästä, kielten omaksumisistä, kielitaidon itsearviosta, kielenvaihtoaktiivisuudesta ja sanastotehtävien pisteistä.

Muuttujat	Keskiarvo (kh.)
Otoskoko	56
Ikä (vuosina)	23.57 (3.39)
Suomen kielen omaksumisikä	0.13 (0.94)
Englannin kielen omaksumisikä	8.32 (1.86)
Ruotsin kielen omaksumisikä	12.40 (1.14)
Suomen kielen itsearvio (1–7) ¹	7.0 (0)
Englannin kielen itsearvio (1–7)	
Puhuminen	5.34 (0.84)
Lukeminen	5.75 (0.84)
Puheen ymmärtäminen	5.79 (0.80)
Kirjoittaminen	5.46 (0.93)
Ruotsin kielen itsearvio (1–7)	
Puhuminen	2.88 (1.05)
Lukeminen	3.45 (1.17)
Puheen ymmärtäminen	3.14 (1.09)
Kirjoittaminen	2.93 (1.16)
Itsearvio tarkoituksellisesta suomi-englanti kielenvaihdosta (1–4)	2.18 (0.94)
Itsearvio tarkoituksellisesta suomi-ruotsi kielenvaihdosta (1–4)	1.09 (0.29)
Englannin sanastotesti LexTALE %	78.0 (12.0)
Ruotsin sanastotesti SweLT (0–30)	12.32 (3.24)

¹Suomen kielen itsearvioiden osa-alueita ei ole eritelty, sillä koehenkilöt arvioivat kaikki osa-alueet samantasoisiksi.

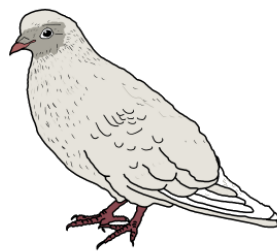
3.2 Kokeen kulku

Toteutimme tutkimuksen noin tunnin mittaisena verkkotutkimuksena, jonka teimme Gorilla Experiment Builder -alustalle. Verkkotutkimus pilotoitiin kahdella henkilöllä tammikuussa 2025. Tutkimus oli suoritettavissa vain tietokoneella, eli ei puhelimella tai tabletilla, ja tutkittavia pyydettiin suorittamaan koe rauhallisessa ympäristössä, jossa ääntä pystyisi nauhoittamaan. Tutkimus alkoi lyhyellä esittelyvideolla tutkimuksen sisällöstä. Tämän jälkeen tutkimus koostui kielenvaihtotehtävästä, toiminnanohjaustehtävästä, englannin ja ruotsin kielen sanastotehtävistä sekä kielitaustakyselystä. Tutkittavat suorittivat ensimmäisenä kielenvaihtotehtävän sekä toiminnanohjaustehtävän, joiden esittämisjärjestys oli satunnaistettu tutkittavien välillä. Seuraavaksi tutkittavat suorittivat englannin ja ruotsin kielen sanastotehtävät, joiden järjestys oli myös satunnaistettu koehenkilöiden välillä. Viimeisenä suoritettavana oli kielitaustakysely. Tutkimuksen päätymissivulla oli linkki lahjakortin vastaanottamiseksi täytettävään Webropol-lomakkeeseen. Vaihtoehtoisesti tutkittavan oli mahdollista osallistumisellaan hyväksilukea yhden tunnin koehenkilövelvollisuutta psykologian perustutkinto-opintoihin.

3.2.1 Vihjeistetty kuvannimeämistehtävä

Käytimme kielenvaihdon tarkasteluun vihjeistettyä kuvannimeämistehtävää. Kuvannimeämistehtävässä koehenkilöille esitettiin kuvia, jotka koehenkilön tuli nimetä oikealla kielellä annetun vihjeen perusteella. Koehenkilöitä ohjeistettiin nimeämään kuvat mahdollisimman nopeasti samalla kun ääntä nauhoitettiin. Nimeämiskielen vihjeinä toimivat maiden liput, eli Suomen lippu, Ruotsin lippu ja Iso-Britannian lippu. Tehtävässä oli 20 mahdollisimman yksiselitteistä kuvaa, jotka valitsimme Multipic -alustalta (Duñabeitia ym., 2018). Haimme kuvia vastaavat sanat ja niiden frekvenssit englannin kielen osalta Iweb corpora -tietokannasta (Davies, 2008), ruotsin osalta WordMill-ohjelmalla Göteborgs-posten -lehden pohjalta tehdystä tietokannasta (Laine & Virtanen, 1999) ja suomen osalta Lastu -ohjelmalla Finnish Internet Parsebank -tietokannasta (Itkonen ym., 2024; Luotolahti ym., 2015). Sanojen valinnassa kriteereinämme oli, että sanat eivät saaneet olla sukulaissanoja kielten välillä (esimerkiksi book/bok, sänky/säng), sekä sanojen tuli olla yhtäläisiä kielten kesken sanojen pituuden sekä lemma- ja pintafrekvenssien suhteen. Tarkastelimme sanojen pituutta sekä frekvenssejä t-testeillä, joiden perusteella emme havainneet merkitseviä eroja suomen ja englannin kielen sanojen välillä (pituus, $p = 0.80$; lemmafrekvenssi, $p = 0.27$; pintafrekvenssi, $p = 0.13$), suomen ja ruotsin sanojen välillä (pituus, $p = 0.31$; lemmafrekvenssi $p = 0.38$; pintafrekvenssi, $p = 0.55$) ja ruotsin ja englannin kielen sanojen välillä (pituus, $p = 0.51$; lemmafrekvenssi, $p = 0.89$; pintafrekvenssi, $p = 0.42$).

Toteutimme nimeämistehtävän niin kutsutulla voileipärungolla (*engl.* Sandwich design), jossa kaksikieliset osiot olivat yksikielisten osioiden välissä. Ensin koehenkilöille esitettiin kolme 20 trialin eli nimeämistilanteen yksikielistä osiota (suomi, ruotsi ja englanti), sitten kuusi 40 trialin kaksikielistä osiota (3 x suomi-englanti, ja 3 x suomi-ruotsi) ja lopuksi kolme 20 trialin yksikielistä osiota. Kielien esiintymisjärjestys satunnaistettiin osioiden sisällä koehenkilöiden kesken. Ennen jokaista ensimmäistä yksikielistä osiota oli viiden trialin harjoitteluosio, jossa nimeämistehtävää harjoiteltiin tehtävän ulkopuolisilla sanoilla. Harjoitteluosioiden jälkeen oli tutustuttamisvaihe, jossa koehenkilöille esitettiin yksitellen varsinaisen kuvannimeämistehtävän kuvat ja niiden nimet osion kielellä, jotta voitiin varmistua koehenkilöiden tulkitsevan kuvia oikein. Kuvassa 1 näkyy yksikielisen osion tutustuttamisvaiheen esimerkki. Ennen kaksikielisiä osioita oli 16 trialin harjoitusosiot kaksikielisestä nimeämisestä, joiden jälkeen kuvat esitettiin koehenkilöille vielä kertaalleen yhteen koottuna. Kuvassa 2 näkyy esimerkki suomi-ruotsi-osion tutustuttamisvaiheesta. Jälkimmäisten yksikielisten osioiden edellä ei ollut enää harjoitus- tai tutustuttamisosioita. Tehtävä koostui kokonaisuudessaan 360 koetrialista sekä 47 harjoitustrialista.



fågel

Next

Kuva 1. *Esimerkkikuva yksikielisen osion tutustuttamisvaiheesta. Kuvan alla sitä vastaava sana ruotsiksi.*



dog | koira



chicken | kana



fox | kettu



squirrel | orava



bird | lintu



car | auto



bear | karhu



frog | sammakko



tooth | hammas



cloud | pilvi

Kuva 2. *Esimerkkikuva kaksikielisen osion tutustuttamisvaiheesta. Kunkin kuvan alla sana sekä englanniksi että suomeksi.*

Kuvannimeämistehtävän nimeämistilanne alkoi valkoisesta ruudusta, johon ilmestyi 1500 millisekunnin ajaksi fiksaatiomerkki (+). Tämän jälkeen ruudun keskelle ilmestyi nimettävä kuva ja ruudun vasempaan yläreunaan nimeämiseen käytettävän kielen vihje, eli kyseisen maan lippu. Lippu ja kuva näkyivät ruudulla 2000 millisekunnin ajan, jolloin ääntä nauhoitettiin. Ennen uutta nimeämistilannetta ruutu oli valkoinen 500 millisekunnin ajan. Alkuperäisestä Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tutkimuksesta poiketen päädyimme pidentämään äänittämissaikaa 1500 millisekunnista 2000 millisekuntiin, sillä huomasimme tutkimuksen pilotointivaiheessa 1500 millisekunnin vastausajan aiheuttavan tehtävään keskimäärin 58 % virheprosentit. Pidentämällä vastausaikaa 500 millisekunnilla saimme virheprosentin laskemaan huomattavasti, pidentämättä kuitenkaan tutkimuksen kokonaiskestoa turhan pitkäksi. Kuvassa 3 näkyy esimerkki nimeämistilanteesta.



Kuva 3. *Esimerkkikuva nimeämistilanteesta. Kuvan vasemmalla puolella oleva lippu ilmaisee millä kielellä kuva tulee nimetä. Kuvan yläosassa oleva harmaa palkki ilmaisee tehtävän etenemiskohtaa.*

3.2.2 Simon-tehtävä

Tutkimme toiminnanohjausta inhibitiota mittaavan Simon-tehtävän avulla (Simon & Rudell, 1967). Tehtävässä tietokoneen näytöllä esitettiin ärsykeinä sinisiä ja punaisia laatikoita, joiden sijainnit olivat joko ruudun vasemmassa tai oikeassa reunassa. Koehenkilöiden tuli painaa laatikon värin perusteella joko vasemmanpuoleista F-näppäintä (sininen laatikko) tai oikeanpuoleista J-näppäintä (punainen laatikko), samalla kun koehenkilö jätti laatikon sijainnin huomioimatta. Kuvassa 4 näkyy esimerkki nk. kongruentista tilanteesta, jossa laatikko sijaitsee samalla puolella näyttöä kuin sen väriä vastaava vastauspainike. Nk. inkongruenteissa tilanteissa laatikko ja sen väriä vastaava vastauspainike ovat vastakkaisilla puolilla. Arvioimme koehenkilön inhibitiokykyä havainnoimalla Simon-efektiä, joka tarkoittaa eroa reaktionopeuksien keskiarvoissa kongruenttien ja inkongruenttien tilanteiden välillä. Pienempi ero reaktionopeuksien keskiarvoissa eri tilanteiden välillä viittaa parempaan inhibitiokykyyn.

Jokaista ärsykettä edelsi fiksaatiomerkki, joka näkyi ruudulla 1000 millisekunnin ajan. Tämän jälkeen ärsyke oli näkyvissä enintään 1000 millisekuntia tai siihen asti, kunnes koehenkilö antoi vastauksen. Harjoitusosio koostui 10 ärsykkeestä, joissa tutkittava sai palautetta siitä, vastasiko hän oikein vai väärin. Varsinaisessa kokeessa ärsykeitä oli yhteensä 100, joiden aikana tutkittava ei saanut palautetta vastauksistaan.



Kuva 4. *Esimerkkikuva Simon-tehtävästä. Tutkittavan tuli sinisen neliön nähdessään painaa F-näppäintä riippumatta siitä, esiintyikö neliö kuvaruudun oikeassa vai vasemmassa reunassa. Kuvassa on kongruentti tilanne, sillä ärsyke esiintyy samalla puolella näyttöä, kuin sen väriä vastaava vastauspainike.*

3.2.3 Sanastotehtävät

Tutkittavien kielitaidot ruotsin ja englannin kielessä arvioitiin käyttämällä sanastotestejä, sillä katsoimme objektiivisten sanastotestien olevan validimpia kielitaidon mittareita kuin koehenkilöiden itsearviot kielitaidostaan. Koehenkilöiden ruotsin kielen taso selvitettiin 30 sanan sanastotestin avulla. Sanastotesti on Bokanderin (2016) kehittämä lyhyt versio Swedish Levels Test -testistä (SweLT 1.0). Testissä esitettiin 30 virkettä, joihin tuli täydentää oikea sana. Jokaisen virkkeen kohdalla tutkittavalle annettiin neljä vaihtoehtoa, joista oikea sana tuli valita. Ennen varsinaista sanastotestiä näytettiin yksi esimerkkitehtävä.

Englannin kielen osaaminen arvioitiin LexTALE (Lexical Test for Advanced Learners of English) -sanastotestillä (Lemhöfer & Broersma, 2011). Englannin kielen sanastotestissä tutkittaville esitettiin yksitellen 60 kirjainjonoa, josta tutkittavan tuli valita, onko kyseessä englannin kielen sana, vai ei. Jos kyseessä oli englanninkielinen sana, tuli tutkittavan vastata painamalla ”Kyllä”-painiketta, ja jos kyseessä ei ollut tutkittavan mielestä englanninkielinen sana, tuli tutkittavan vastata valitsemalla ”Ei”-painike.

3.2.4 Kielitaustakysely

Tutkimuksen viimeisessä vaiheessa oli kielitaustakysely, jossa kartoitimme osallistujien kielten omaksumisikää, perheessä käytettyjä kieliä, koulunkäyntikieltä sekä pidempiä oleskeluaikoja ulkomailla. Näitä tietoja ei kuitenkaan hyödynnetty lopullisessa analyysissä. Kyselyssä kartoitettiin myös, mitä kieltä tutkittavat käyttävät tällä hetkellä kotonaan, opinnoissaan, vapaa-ajallaan, töissään ja sosiaalisessa mediassa. Lisäksi kysyimme koehenkilöiden muita taustatietoja, kuten osallistujan ikä, sukupuoli ja koulutustausta. Tutkittavia pyydettiin näiden lisäksi arvioimaan osaamisensa suomen, englannin, ruotsin ja mahdollisesti neljännen kielen suhteen asteikolla 1–7 (1=hyvin heikko, 7=erinomainen –vastaa äidinkieltä), jonka osa-alueina oli puhuminen, ymmärtäminen, lukeminen ja kirjoittaminen. Tutkittavien kielenvaihtoaktiivisuutta kartoitettiin pyytämällä tutkittavia arvioimaan, kuinka usein he tällä hetkellä kokevat vaihtavansa kieltä tahattomasti ja tahallisesti suomen ja englannin tai suomen ja ruotsin välillä. Itsearvioiden ja kielten omaksumisikien keskiarvot ja keskihajonnat ovat esitettyinä Taulukossa 1.

3.3 Aineiston analyysi

Aloitimme aineiston analyysin lajittelemalla kuvannimeämistehtävän puhevastaukset oikeellisuuden perusteella manuaalisesti oikeisiin ja väriin (oikein=1, väärin=0). Lisäksi oikeita vastauksia koodattiin tunnisteella H (hesitation) mikäli oikeaa vastausta edelsi epäröintiä tai tunnisteella N (noise), mikäli oikean vastauksen aikana kuului taustahälyä. Epäröintiä tai taustahälyä sisältäneet vastaukset koodattiin siltä varalta, että ne vaikuttaisivat Matlab-skriptin laskemiin nimeämisaikoihin. Kaksikielisten osioiden vastauksista yhteensä 11.81 % olivat väriä vastauksia. Taulukossa 2 raportoimme eri tilanteiden aiheuttamat virheprosentit kaksikielisten osioiden vastauksista. Suomi-ruotsi-kielipari tuotti suuremman osan kaksikielisten osioiden virheistä, ja molempien kieliparien kohdalla heikompi kieli tuotti enemmistön kieliparin virheistä. Suomi-ruotsi-kieliparilla toistotilanteet aiheuttivat vaihtotilanteita enemmän virheitä, kun taas suomi-englanti kieliparin kohdalla vaihtotilanteet vastasivat virheiden enemmistöstä. Molempien kieliparien kohdalla vaihtaminen suomesta heikompaan kieleen aiheutti enemmän virheitä kuin toisesta kielestä takaisin suomeen vaihtaminen. Simon-tehtävälle Gorilla-tutkimusalusta lajitteli vastaukset painallusten perusteella oikeisiin ja väriin automaattisesti. Rajasimme myöhemmin analyyseistä pois koehenkilöt, jotka olivat saaneet kuvannimeämistehtävässä oikein alle 50 % vastauksista tai Simon-tehtävässä oikein alle 80 % vastauksista.

Taulukko 2.

Eri tilanteiden aiheuttamat virheprosentit kaksikielisten osioiden vastauksista kieliparikohtaisesti.

Tilanne	Suomi-ruotsi-osio	Suomi-englanti-osio
Koko kielipari	7.7 %	4.1 %
Nimeäminen suomeksi	1.7 %	1.7 %
Nimeäminen toisella kielellä	6.0 %	2.4 %
Toistotilanteet	4.1 %	1.9 %
Vaihtotilanteet	3.6 %	2.2 %
Kielenvaihto L1-kielestä L2-kieleen	2.5 %	1.3 %
Kielenvaihto L2-kielestä L1-kieleen	1.0 %	1.0 %

Seuraavaksi määritimme kuvannimeämistehtävän nimeämisajat. Aloitimme määrittämällä kuuden satunnaisen koehenkilön nimeämisajat kuvannimeämistehtävässä manuaalisesti. Käytimme Audacity-ohjelmistoa, jonka avulla laskimme vastaamiseen kuluneen ajan koehenkilön aloittaessa sanan ääntämisen. Manuaalisesti tehtyjen mittausten jälkeen määritimme näiden kuuden koehenkilön kuvannimeämistehtävän nimeämisajat käyttäen Matlab-skriptiä Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tutkimuksen sekä alun perin Jylkän ja kumppaneiden (2018) tutkimuksen tapaan. Matlab-skripti laskee äänitiedostosta nimeämisajan valitun parametrin mukaan, esimerkiksi 0.3 parametrillä nimeämisajaksi saadaan kohta, jossa äänenvoimakkuus on 30 % äänitiedoston suurimmasta äänenvoimakkuudesta. Skripti ajettiin parametreilla 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 ja 1. Tutkimme korrelaatioita manuaalisesti määritettyjen nimeämisaikojen sekä Matlabin eri parametreilla saatujen nimeämisaikojen välillä valitaksemme parametrin, jolla koko aineiston kuvannimeämistehtävien nimeämisajat määriteltäisiin. Vahvin korrelaatio koko aineistosta saatiin parametrillä 0.6 ($r=.898$). Lisäksi tarkastelimme korrelaatioita suodattamalla taustahälyä ja epäröintiä

sisältävät puhevastaukset pois korrelaatiovertailuista. Myös tällöin vahvin korrelaatio saatiin parametrilla 0.6 ($r=.903$). Koska taustahälyä ja epäröintiä sisältävien puhevastausten pois suodattaminen ei vaikuttanut huomattavasti korrelaatioon, päädyimme määrittämään kaikkien tilanteiden nimeämisaajat Matlab-skriptiä hyödyntäen. Korrelaatiovertailujen perusteella nimeämisaikojen mittauspisteeksi valittiin siis 60 % äänitiedoston suurimmasta äänenvoimakkuudesta, ja koko aineiston kuvannimeämistehtävän nimeämisaajat saatiin Matlab-skriptin parametriä 0.6 käyttäen. Simon-tehtävälle Gorilla-tutkimusalusta laski reaktioajat automaattisesti.

Ennen analyysien toteuttamista poistimme aineistosta väärin vastausten nimeämisaajat, sekä myös ne oikeiden vastausten nimeämisaajat, jotka poikkesivat ± 3 keskihajontaa tutkittavan nimeämisaajan keskiarvosta. Sisällytimme analyyseihin ainoastaan kuvannimeämistehtävän kaksikielisten osioiden aineistot. Lisäksi tässä tutkielmassa tarkastelimme ainoastaan kielenvaihtokustannuksia ja kielten sekoituskustannukset (engl. *mixing costs*) jätettiin tämän tutkielman ulkopuolelle. Seuraavaksi laskimme kuvannimeämistehtävän nimeämisaajoista kielenvaihtokustannukset. Ensin laskimme jokaiselle koehenkilölle nimeämisaikojen keskiarvon kaksikielisen osion tilanteille, joissa nimeämiskieli oli ollut sama aiemmassa nimeämistilanteessa (toistotilanne). Seuraavaksi laskimme nimeämisaikojen keskiarvon tilanteille, joissa nimeämiskieli oli vaihtunut aiemmasta nimeämistilanteesta (vaihtotilanne). Kielenvaihtokustannukset jokaiselle koehenkilölle saimme vähentämällä vaihtotilanteen keskimääräisestä nimeämisajasta kaksikielisen osion toistotilanteen keskimääräisen nimeämisaajan. Laskimme kielenvaihtokustannukset suomi-ruotsi- sekä suomi-englanti-kielipareille. Ennen analyysijä laskimme vielä jokaiselle tutkittavalle Simon-efektin, jonka saimme vähentämällä kongruenttien tilanteiden keskimääräisen reaktioajan inkongruenttien tilanteiden keskimääräisestä reaktioajasta.

Analysoimme aineistoa alustavasti IBM SPSS Statistics 29 -tilasto-ohjelmalla toteutetuilla korrelaatioanalyyseillä. Tutkimme korrelaatioita Simon-efektin ja kielenvaihtokustannusten välillä ensin koko aineiston osalta ja seuraavaksi ryhmittelymuuttujan, eli harjaantuneisuuden, pohjalta. Tarkempia analyysija toteutimme tekemällä aineistolle lineaariset sekamallit R-ohjelmistolla (lme4-paketin, Bates ym., 2015, lmer-funktiolla), käyttämämme skripti on esitetty ensimmäisessä liitteessä. Ensimmäisen tutkimuskysymyksemme osalta tarkastelimme, miten kuvannimeämistehtävän tilanne, Simon-efekti ja harjaantuneisuus sekä näiden yhdysvaikutus ennustavat kuvannimeämistehtävän nimeämisaikojaja tehtävän kaksikielisissä osioissa. Mallissa huomioitiin satunnaismuuttujina koehenkilöiden ja ärsykkeiden väliset erot sekä kiinteänä muuttujana ärsykkeiden esiintymisjärjestys. Toisen tutkimuskysymyksemme osalta halusimme tarkastella, vaikuttaako kielenvaihdon suunta

nimeämisaajan ja toiminnanohjauksen välisiin yhteyksiin, ja eroavatko matalan ja korkean harjaantuneisuuden kieliparit toisistaan kielenvaihdon suunnan vaikutusten osalta. Tätä varten rakensimme lineaariset sekamallit vielä kielipareille erikseen. Malleissa selitettävänä tekijänä olivat nimeämisaajat ja selittävinä tekijöinä kuvannimeämistehtävän tilanne, Simon-efekti sekä nimeämiseen käytetty kieli. Satunnaismuuttujina mallissa huomioitiin taas koehenkilöiden ja ärsykkeiden väliset erot ja kiinteänä muuttujana ärsykkeiden esiintymisjärjestys. Malleihin mukaan otetut muuttujat valikoituivat tutkimuskysymysten pohjalta sekä erilaisten mallien selitysasteita vertailemalla.

3.4 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksella oli Turun yliopiston ihmistieteiden eettisen toimikunnan myöntämä lupa. Tutkimuksessa koehenkilöistä kerättiin tunnistettavana tietona vain sähköpostiosoite mahdollisen lahjakortin saamiseksi. Koehenkilöistä ei kerätty muita tunnistettavia tietoja ja tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Koehenkilöille esitettiin tutkimuksen alussa tutkimustiedote ja suostumusasiakirja. Tutkimustiedotteessa kerroimme tutkimuksen osallistumiskriteerit, jotka koehenkilön tuli täyttää tutkimukseen osallistumisen hetkellä. Kerroimme tutkimustiedotteessa myös tutkimuksen sisällöstä ja kestosta, osallistumisen vapaaehtoisuudesta sekä osallistumispalkkioista. Ohjeistimme koehenkilön suorittamaan tutkimuksen rauhallisessa ympäristössä, jossa koehenkilön oli mahdollista nauhoittaa ääntään. Tutkimustiedotteessa oli linkki myös tutkimuksen tietosuojalomakkeeseen, joka käsitteli koehenkilön henkilötietojen käsittelyä tutkimuksessa. Koehenkilön tuli vakuuttaa täyttävänsä osallistumiskriteerit sekä antaa suostumuksensa osallistumiseen, jotta hän pystyi siirtymään suorittamaan tutkimuksen tehtäviä.

Jokainen koehenkilö sai tutkimuksen alussa yksilöllisen koehenkilönumeron, jonka alle kunkin koehenkilön aineistot tallennettiin. Aineisto koostui nimeämistehtävän äänitallenteista, Simon-tehtävän reaktioajoista sekä kielitaustakyselyn vastauksista. Aineistoon oli pääsy vain pro gradu -tutkielman tekijöillä, tutkimuksen vastuuhenkilöllä ja Oslon yliopiston väitöskirjatutkijalla. Lisäksi aineisto tallentui automaattisesti Gorilla Experiment Builder -palvelimeen, joka on yhteensopiva Euroopan Unionin GDPR-tietoturvasäännösten kanssa. Tutkimuksesta mahdollisesti palkkiona saatavan GoGift -lahjakortin vastaanottamisen ja verottajan vaatimat tunnistettavat tiedot (nimi, osoite, henkilötunnus ja työskenteleminen yliopistolla) kerättiin sähköisellä Webropol-lomakkeella, joka ei ollut yhdistettävissä tutkimusaineistoon. Vaihtoehtoisesti tutkittavan oli mahdollista osallistumisellaan hyväksilukea yhden tunnin koehenkilövelvollisuutta psykologian perustutkinto-opintoihin.

4 Tulokset

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, vaikuttaako kielitaidon harjaantuneisuus kielenvaihtotehtävässä ja Simon-tehtävässä suoriutumisen välillä havaittaviin yhteyksiin. Tutkimme harjaantuneisuuden vaikutusta tarkastelemalla kielenvaihtokustannuksia suomi-ruotsi- ja suomi-englanti-kielenvaihtotehtävissä sekä inhibitiota mittaavaa Simon-efektiä. Käytimme tutkimuksessamme korkean harjaantuneisuuden kielenä englantia ja matalan harjaantuneisuuden kielenä ruotsia. Sisäänottokriteerien sekä liian suurten virheprosenttien pohjalta tehdyn tutkittavien poiston jälkeen lopullisen aineiston koko oli 56 koehenkilöä.

4.1 Normaalijakaumatestausta ja korrelaatioanalyysit

Aloitimme analyysit tarkastelemalla kielenvaihtokustannusten ja Simon-efektien jakaumien normaalisuutta. Otokseen ollessa yli 50 koehenkilön suuruinen tarkastelimme normaalijakaumia Kolmogorov-Smirnovin testillä. Kielenvaihtokustannukset olivat jakautuneet normaalisti koko kielenvaihtotehtävässä ($p=.200$). Tarkastelimme kielenvaihtokustannusten normaalisuutta myös erikseen korkean ja matalan harjaantuneisuuden kielen osalta. Kielenvaihtokustannukset olivat normaalisti jakautuneet sekä korkean harjaantuneisuuden kieliparin (suomi-englanti) kohdalla ($p=.200$), että matalan kieliparin (suomi-ruotsi) kohdalla ($p=.200$). Simon-efektit olivat myös normaalisti jakautuneet ($p=.200$). Aineiston jakautuminen normaalisti tuki parametristen tilastollisten menetelmien käyttöä.

Seuraavaksi tarkastelimme alustavasti kielenvaihtokustannusten ja Simon-efektien välistä yhteyttä korrelaatioanalyysillä. Esittelemme kielenvaihtotehtävän kaksikielisten osioiden tilastollisia tunnuslukuja nimeämisaikojen ja virheprosenttien osalta Taulukossa 3. Kuten oli odotettavissa, suomi-ruotsi-osioissa havaittiin pidempiä nimeämisaikoja ja enemmän virheitä verrattuna suomi-englanti osioihin. Lisäksi vaihtotilanteissa oli enemmän virheitä ja niiden nimeämisaikat olivat pidempiä kuin toistotilanteissa. Simon-tehtävässä Simon-efektin keskiarvo oli 24.3 ja keskihajonta 22.4. Simon-tehtävän virheprosentin keskiarvo oli 4.2 % ja keskihajonta 3.1 %. Koska aineisto oli normaalisti jakautunutta, tarkastelimme korrelaatioita Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimella. Koko kuvannimeämistehtävän kielenvaihtokustannusten ja Simon-efektien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota $r(65) = -.122, p = .370$. Tarkastelimme korrelaatioita lisäksi jakamalla kielenvaihtokustannukset jälleen korkean ja matalan harjaantuneisuuden perusteella kahteen osaan. Korkean harjaantuneisuuden kieliparin kielenvaihtokustannusten ja Simon-efektien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä $r(56) = -.093, p = .493$. Myöskään matalan

harjaantuneisuuden kieliparin kielenvaihtokustannusten osalta yhteyttä ei ollut havaittavissa $r(56) = -.084, p = .537$.

Taulukko 3.

Kuvannimeämistehtävän keskiarvot ja keskihajonnat eri tilanteiden nimeämisaajoista ja vaihtokustannuksista millisekunteinä sekä nimeämisvirheistä prosentteina.

	Suomi-ruotsi	Suomi-englanti
Vaihtotilanteet ka. (kh)	1142.3 (117.5)	1128.6 (124.8)
Toistotilanteet ka. (kh)	1083.1 (115.1)	1059.5 (120.5)
Vaihtokustannukset ka. (kh)	59.2 (56.8)	69.1 (45.5)
Nimeämisvirheet ka. % (kh)	16.3 (10.4)	8.3 (6.5)

4.2 Kolmisuuntainen yhdysvaikutus; lineaarinen sekamalli

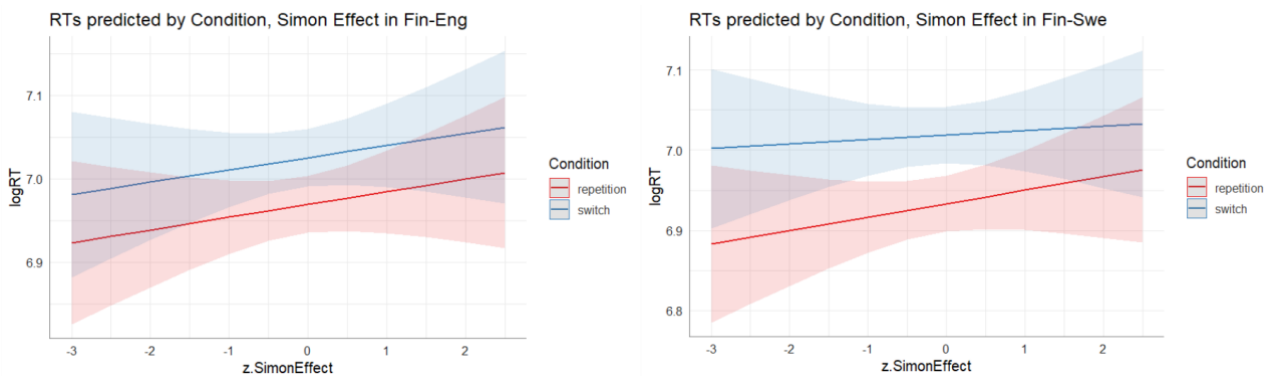
Hyödyntääksemme analyyseissa koko aineistoa pelkästään kielenvaihtokustannusten keskiarvojen sijaan, toteutimme aineistolle tarkempia analyysejä R-ohjelmiston lineaarisilla sekamalleilla. Nimeämisaajoista käytimme logaritminmuunnettuja arvoja ja Simon-efektistä z-standardoituja arvoja. Lineaarisella sekamallilla tutkimme, miten kuvannimeämistehtävän tilanne, Simon-efekti ja harjaantuneisuus sekä näiden yhdysvaikutus ennustavat kuvannimeämistehtävän nimeämisaikoja. Mallissa selitettävänä tekijöinä olivat siis logaritminmuunnetyt nimeämisaajat kuvannimeämistehtävän kaksikielisistä osioista, ja selittävinä tekijöinä olivat tehtävän tilanne, Simon-efekti ja kielipari sekä näiden yhdysvaikutus. Kiinteänä muuttujana mallissa huomioimme ärsykkeiden esiintymisjärjestyksen sekä satunnaismuuttujina koehenkilöiden ja ärsykkeiden väliset erot. Mallimme selitti tuloksia paremmin kuin tyhjä, pelkät satunnaismuuttujat sisältävä malli, tai sellaiset mallit, joissa jokin muuttujista oli jätetty pois. Käyttämämme malli oli muotoa:

logaritminmuunnetyt nimeämisaajat \sim *tilanne* * *z Simon-efekti* * *kielipari* + *ärsykkeiden esiintymisjärjestys* + (*I*|*tutkittava*) + (*I*|*ärsyke*)

Kuvaajassa 1 näkyy, että käyttämässämme mallissa Simon-efekti ennustaa hieman eri tavoin matalan ja korkean harjaantuneisuuden kieliparin vaihtotilanteiden nimeämisaikoja. Emme kuitenkaan

havainneet mallin pohjalta tilastollisesti merkitsevää kolmisuuntaista yhdysvaikutusta ($E = -0.003$, $SE = 0.006$, $t = -0.48$, $p = .631$). Toisen kielen harjaantuneisuuden ei siis tuloksissamme havaittu vaikuttavan toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin ja kaksikielistä toimintaa mittaavien kielenvaihtokustannusten välisiin yhteyksiin. Mallin ennustamat muutuskertoimet luottamusväleineen on raportoitu Taulukossa 4. Tuloksissamme toiminnanohjaus ei näyttänyt olevan yhteydessä kielenvaihtoon myöskään molempia kielipareja yhdessä tarkasteltaessa, sillä emme havainneet tilastollisesti merkitsevää Simon-efektin ja tilanteen yhdysvaikutusta ($E = -0.004$, $SE = 0.004$, $t = -0.89$, $p = .374$). Päävaikutuksina havaitsimme ärsykkeiden esiintymisjärjestyksen ($E = -0.00007$, $SE = 0.00002$, $t = -2.73$, $p = .006$), kuvannimeämistehtävän tilanteen ($E = 0.07$, $SE = 0.005$, $t = 14.54$, $p < .001$) sekä harjaantuneisuuden ($E = 0.02$, $SE = 0.004$, $t = 5.022$, $p < .001$) vaikuttavan tilastollisesti merkitsevästi nimeämisaikoihin. Vaihtotilanteissa nimeämisaajat olivat noin 7 % toistotilanteita hitaampia. Matalan harjaantuneisuuden suomi-ruotsi-kieliparilla nimeämisaajat olivat noin 2 % hitaampia kuin korkean harjaantuneisuuden suomi-englanti-kieliparilla. Ärsykkeiden esiintymisjärjestyksen vaikutus oli äärimmäisen pieni, mutta nimeäminen nopeutui hieman tehtävän edetessä.

Kuvaaja 1. *Kuvannimeämistehtävän tilanteen, kieliparin ja Simon-efektin vaikutus nimeämisaikoihin lineaarisella sekamallilla ennustettuna. Vasemmassa kuvassa suomi-englanti-kielipari ja oikeassa kuvassa suomi-ruotsi-kielipari.*



Huom. logRT = logaritmuunnetut nimeämisaajat, Simon effect = Simon-efekti, Condition = tilanne, repetition = toistotilanne, switch = vaihtotilanne, Fin-Eng = suomi-englanti-kielipari, Fin-Swe = suomi-ruotsi-kielipari

Taulukko 4. Eri ennustajien pää- ja yhdysvaikutukset sekä kolmisuuntainen yhdysvaikutus kieliparin, kuvannimeämistehtävän tilanteen sekä toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välillä.

Ennustajat	Estimaatti	95 % CI¹	p-arvo
Tilanne			
toisto	—	—	
vaihto	1.07	1.06, 1.08	<0.001
Simon-efekti	1.02	0.99, 1.05	0.2
Kielipari			
Suomi-englanti, korkea harjaantuneisuus	—	—	
Suomi-ruotsi, matala harjaantuneisuus	1.02	1.01, 1.03	<0.001
Ärsykkeiden esiintymisjärjestys	1.00	1.00, 1.00	0.006
Tilanne * Simon-efekti			
vaihto * Simon-efekti	1.00	0.99, 1.01	0.4
Tilanne * Kielipari			
vaihto * suomi-ruotsi	0.99	0.98, 1.01	0.3
Simon-efekti * Kielipari			
Simon-efekti * suomi-ruotsi	0.99	0.98, 1.00	0.11
Tilanne * Simon-efekti * Kielipari			
vaihto * Simon-efekti * suomi-ruotsi	1.00	0.98, 1.01	0.6

¹CI = luottamusväli

4.3 Kielenvaihdon suunnan vaikutus

Aiemmalla mallilla arvioimme kielenvaihtoa molempiin suuntiin L1- ja L2-kielen välillä ensimmäisen tutkimuskysymyksemme mukaisesti. Toisen tutkimuskysymyksemme kohdalla halusimme tarkastella, onko kielenvaihdon suunnalla havaittavissa vaikutuksia

kielenvaihtokustannusten ja toiminnanohjauksen välisiin yhteyksiin, ja ovatko nämä vaikutukset erilaisia matalan ja korkean harjaantuneisuuden kielipareilla. Kielenvaihdon suunnan huomioimiseksi toteutimme seuraavaksi aineistolle lineaariset sekamallit, joihin sisällytimme kieliparin sijaan nimeämiskielen selittäväksi muuttujaksi. Kielikohtaiset vertailut toteutettiin kielipareille erikseen, jotta pystyimme huomioimaan suomen olevan toisena kielenä sekä korkean että matalan harjaantuneisuuden kieliparissa.

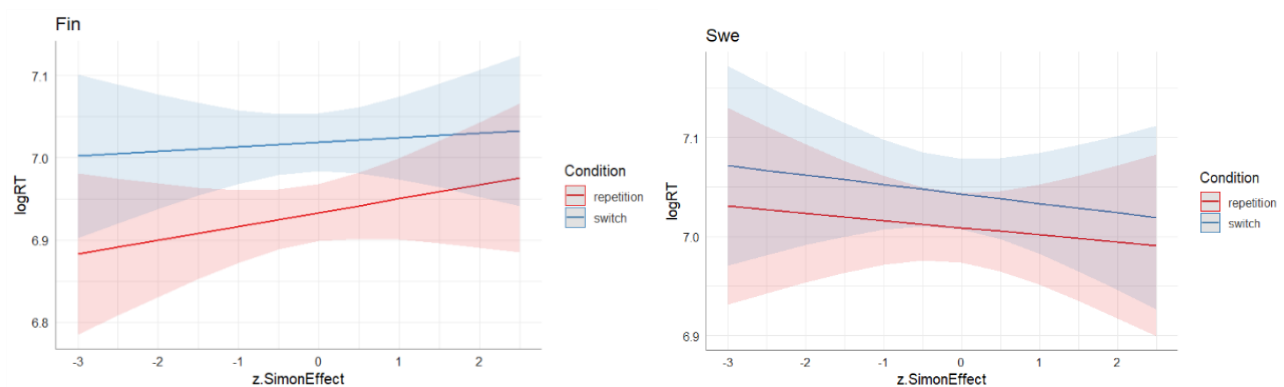
4.3.1 Matalan harjaantuneisuuden kielipari: suomi-ruotsi

Matalan harjaantuneisuuden kohdalla käyttämämme malli selitti tuloksia paremmin kuin tyhjä malli tai sellaiset mallit, joissa jokin muuttujista oli jätetty pois. Tarkastelimme kielenvaihdon suunnan vaikutusta matalan harjaantuneisuuden kieliparin kohdalla seuraavalla mallilla:

logaritmimuunnatut nimeämisaajat ~ *Tilanne * Kieli * Simon-efekti + ärsykkeiden esiintymisjärjestys + (I|tutkittava) + (I|ärsyke)*

Kuvaajasta 2 nähdään mallin ennustamat suomen- ja ruotsinkieliset nimeämisaajat, ja Taulukossa 5 on kuvattu mallin ennustamat muutoskertoimet luottamusväleineen. Tilanteen ja Simon-efektin yhdysvaikutusta tarkastelemalla mallilla ei havaittu, että toiminnanohjaus olisi tällä kieliparilla yhteydessä kielenvaihtokustannuksiin ($E = -0.01$, $SE = 0.006$, $t = -1.75$, $p = .081$). Mallilla ei myöskään havaittu tilastollisesti merkitsevää kolmisuuntaista yhdysvaikutusta tilanteen, kielen ja Simon-efektin välillä, eli toiminnanohjauksen ei havaittu olevan yhteydessä kielenvaihtokustannuksiin kielenvaihdon suunta huomioituna ($E = 0.008$, $SE = 0.01$, $t = 0.91$, $p = .361$). Tilastollisesti merkitsevänä yhdysvaikutuksena havaitsimme tilanteen ja kielen yhdysvaikutuksen ($E = -0.05$, $SE = 0.010$, $t = -5.18$, $p < .001$): kielenvaihtokustannusten havaittiin olevan suurempia vaihdettaessa kieltä suomeen kuin ruotsiin. Tilastollisesti merkitsevänä havaitsimme myös Kuvaajassa 2 havaittavan Simon-efektin ja kielen yhdysvaikutuksen ($E = -0.02$, $SE = 0.006$, $t = -3.80$, $p < .001$): suomenkielisissä nimeämistilanteissa parempi toiminnanohjauskyky oli yhteydessä nopeampaan nimeämiseen, kun taas ruotsinkielisessä nimeämisessä nimeämisnopeus oli hitaampi toiminnanohjauksen ollessa parempi. Päävaikutuksina mallilla havaittiin vaihtotilanteiden tuottavan noin 9 % toistotilanteita hitaampia nimeämisaikoja ($E = 0.09$, $SE = 0.007$, $t = 13.10$, $p < .001$), ruotsinkielisten trialien nimeämisen olevan suomenkielisiä trialeita noin 8 % hitaampaa ($E = 0.08$, $SE = 0.006$, $t = 11.90$, $p < .001$) ja ärsykkeiden esiintymisjärjestyksen vaikuttavan siten, että nimeäminen oli hieman nopeampaa tehtävän edetessä ($E = -0.0004$, $SE = 0.00006$, $t = -7.01$, $p < .001$).

Kuvaaja 2. Kuvannimeämistehtävän tilanteen, käytetyn kielen ja Simon-efektin vaikutus nimeämisaikoihin lineaarisella sekamallilla ennustettuna matalan harjaantuneisuuden kieliparin kaksikielisistä osioista. Vasemmassa kuvassa suomenkieliset tilanteet ja oikeassa kuvassa ruotsinkieliset tilanteet.



Huom. logRT = logaritimuunnetut nimeämisaajat, SimonEffect = Simon-efekti, Condition = tilanne, repetition = toistotilanne, switch = vaihtotilanne, Fin = suomenkielinen tilanne, Swe = ruotsinkielinen tilanne

Taulukko 5. Eri ennustajien pää- ja yhdysvaikutukset sekä kolmisuuntainen yhdysvaikutus käytetyn kielen, kuvannimeämistehtävän tilanteen sekä toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välillä matalan harjaantuneisuuden kieliparin kohdalla.

Ennustajat	Estimaatti	95 % CI ¹	p-arvo
Tilanne			
toisto	—	—	
vaihto	1.09	1.08, 1.10	<0.001
Kieli			
suomi	—	—	
ruotsi	1.08	1.07, 1.09	<0.001
Simon-efekti	1.02	0.98, 1.05	0.3
Ärsykkeiden esiintymisjärjestys	1.00	1.00, 1.00	<0.001

Tilanne * Kieli			
vaihto * ruotsi	0.95	0.93, 0.97	<0.001
Tilanne * Simon-efekti			
vaihto * Simon-efekti	0.99	0.98, 1.00	0.081
Kieli * Simon-efekti			
ruotsi * Simon-efekti	0.98	0.96, 0.99	<0.001
Tilanne * Kieli * Simon-efekti			
vaihto * ruotsi * Simon-efekti	1.01	0.99, 1.03	0.4

¹CI = luottamusväli

4.3.2 Korkean harjaantuneisuuden kielipari: suomi-englanti

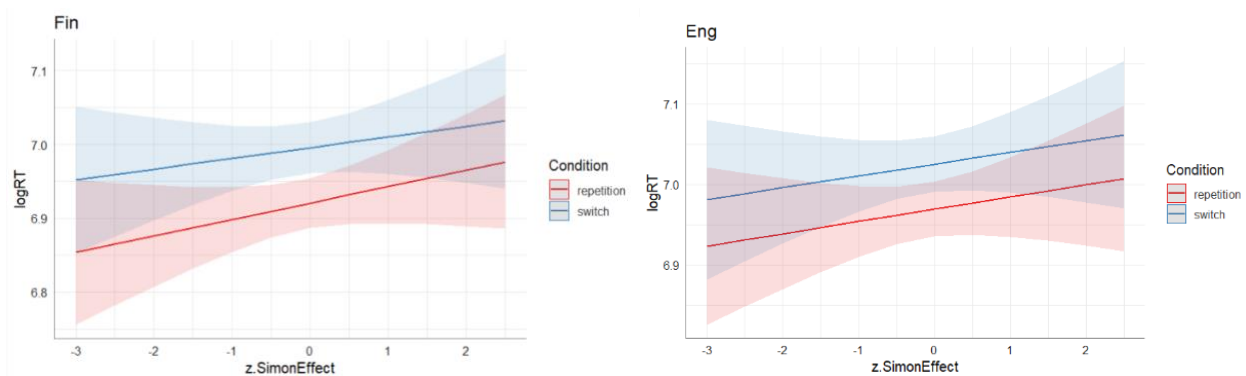
Korkean harjaantuneisuuden kieliparin kohdalla ärsykkeiden esiintymisjärjestyksen pois jättäminen paransi mallia. Simon-efektin sisällyttäminen ei parantanut mallia, mutta tutkimuskysymys huomioiden Simon-efekti jätettiin malliin oleellisena tekijänä. Korkean harjaantuneisuuden kieliparia tarkasteltiin siis lopullisesti seuraavalla mallilla:

logaritmimuunnatut nimeämisajat ~ *Tilanne * Kieli * Simon-efekti* + (*I|tutkittava*) + (*I|ärsyke*)

Kuvaajasta 3 nähdään, että toiminnanohjauksen vaikutus on molempien kielten kohdalla kutakuinkin samanlainen. Mallilla ei havaittu tilanteen ja Simon-efektin yhdysvaikutusta, eli toiminnanohjauksen ei havaittu olevan koko kieliparin osalta yhteydessä kielenvaihtokustannuksiin ($E = -0.008$, $SE = 0.007$, $t = -1.18$, $p = .238$). Emme myöskään havainneet tilastollisesti merkitsevää kolmisuuntaista yhdysvaikutusta tilanteen, kielen ja Simon-efektin välillä, eli kielenvaihdon suunta ei mallimme perusteella vaikuttanut toiminnanohjauksen ja kielenvaihtokustannusten väliseen yhteyteen korkean harjaantuneisuuden kieliparilla ($E = 0.007$, $SE = 0.009$, $t = 0.77$, $p = .439$). Mallin ennustamat muutoskertoimet luottamusväleineen on raportoitu Taulukossa 6. Ainoana tilastollisesti merkitsevänä yhdysvaikutuksena mallilla havaittiin tilanteen ja kielen yhdysvaikutus ($E = -0.02$, $SE = 0.009$, $t = -1.97$, $p = .049$): kielenvaihtokustannukset olivat pienempiä vaihdettaessa kieltä suomesta englantiin kuin toisin päin. Päävaikutuksina vaihtotilanteiden havaittiin tuottavan tilastollisesti merkitsevästi 8 % hitaampia nimeämisaikoja toistotilanteisiin verrattuna ($E = 0.08$, $SE = 0.006$, $t = 11.29$, $p < .001$).

Myös kielen päävaikutus oli merkitsevä, ja englanninkielisissä trialeissa nimeäminen oli noin 5 % suomenkielisiä trialeita hitaampaa ($E = -0.05$, $SE = 0.006$, $t = 7.99$, $p < .001$).

Kuvaaja 3. Kuvannimeämistehtävän tilanteen, käytetyn kielen ja Simon-efektin vaikutus nimeämisaikoihin lineaarisella sekamallilla ennustettuna korkean harjaantuneisuuden kieliparin kaksikielisissä osioissa. Vasemmassa kuvassa suomenkieliset tilanteet ja oikeassa kuvassa englanninkieliset tilanteet.



Huom. logRT = logaritmuunnetut nimeämisaajat, SimonEffect = Simon-efekti, Condition = tilanne, repetition = toistotilanne, switch = vaihtotilanne, Fin = suomenkielinen tilanne, Eng = englanninkielinen tilanne

Taulukko 6. Eri ennustajien pää- ja yhdysvaikutukset sekä kolmisuuntainen yhdysvaikutus käytetyn kielen, kuvannimeämistehtävän tilanteen sekä toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välillä korkean harjaantuneisuuden kieliparin kohdalla.

Ennustajat	Estimaatti	95 % CI ¹	p-arvo
Tilanne			
toisto	—	—	
vaihto	1.08	1.06, 1.09	<0.001
Kieli			
suomi	—	—	
ruotsi	1.05	1.04, 1.06	<0.001
Simon-efekti	1.02	0.99, 1.06	0.2

Tilanne * Kieli			
vaihto * englanti	0.98	0.96, 1.00	0.049
Tilanne* Simon-efekti			
vaihto * Simon-efekti	0.99	0.98, 1.01	0.2
Kieli * Simon-efekti			
englanti * Simon-efekti	0.99	0.98, 1.00	0.2
Tilanne * Kieli * Simon-efekti			
vaihto * englanti * Simon-efekti	1.01	0.99, 1.03	0.4

¹CI = luottamusväli

5 Pohdinta

Yleisen toiminnanohjauksen teorian mukaan kielenvaihdon ajatellaan kuormittavan yleisen toiminnanohjauksen prosesseja (Bialystok, 2017; Green, 1998; Green & Abutalebi, 2013). Sen sijaan toimintojen eriytymisen teorian mukaan kielenvaihto nojautuu yleiseen toiminnanohjaukseen ainoastaan kokemattomilla kaksikielisillä, mutta kielellisten taitojen harjaantuessa kielenvaihto automatisoituu eikä nojautu enää yleiseen toiminnanohjaukseen (Lehtonen ym., 2023). Tällöin kaksikielisen kielellisellä harjaantuneisuudella olisi vaikutusta siinä, mikä on toiminnanohjauksen merkitys kaksikielisessä toiminnassa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla näitä kahta kilpailevaa teoriaa tutkimalla kielellisen harjaantuneisuuden vaikutusta kielenvaihdon ja toiminnanohjauksen välisiin yhteyksiin. Lopullisessa analyysissä oli 56 koehenkilön aineisto, josta tarkasteltiin muuttujien välisiä yhteyksiä korrelaatioanalyysillä sekä lineaarisilla sekamalleilla. Seuraavaksi käymme läpi tutkimuksen päätuloksia, rajoituksia sekä jatkotutkimusehdotuksia.

5.1 Päätulokset ja niiden merkitykset

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenämme selvitimme, vaikuttaako harjaantuneisuus toisessa kielessä kielenvaihtokustannusten ja toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välisiin yhteyksiin, kun kieltä vaihdetaan äidinkielen ja toisen kielen välillä. Hypoteesimme olivat toimintojen eriytymisen teorian mukaisia: odotimme löytävämme tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä kielenvaihdon ja Simon-tehtävän välillä koehenkilöiden toimiessa äidinkielen ja harjaantumattoman kielen välillä. Äidinkielen ja myöhemmin opitun mutta harjaantuneen kielen välisen kielenvaihdon osalta odotimme, että emme löytäisi yhteyksiä lainkaan kielenvaihdon ja Simon-tehtävän väliltä, tai havaitut yhteydet olisivat selvästi harjaantumattomaa kieltä heikompia, sillä harjaantuneella kielellä kaksikielinen toiminta olisi automatisoitunutta. Yleisen toiminnanohjauksen teorian pohjalta tuloksissa tulisi havaita yhteyksiä kielenvaihdon ja Simon-tehtävän välillä molempien kieliparien kohdalla.

Korrelaatioanalyysillä emme havainneet kielenvaihtoa mittaavien kielenvaihtokustannusten sekä Simon-efektin välistä yhteyttä koko aineiston osalta, emmekä harjaantuneisuuden mukaan ryhmiteltynä. Ensimmäisellä lineaarisella sekamallilla tarkastelimme, miten kieliparin harjaantuneisuus vaikuttaa kielenvaihtokustannusten ja Simon-efektin välisiin yhteyksiin. Mallin pohjalta ei ollut havaittavissa tilastollisesti merkitsevää kolmisuuntaista yhdysvaikutusta, eli emme havainneet toisen kielen harjaantuneisuuden vaikuttavan kielenvaihdon ja yleisen

toiminnanohjauksen välisiin yhteyksiin. Toiminnanohjauksen ei havaittu olevan yhteydessä kielenvaihtoon myöskään koko otoksen osalta. Tulokset olivat näin ollen hypoteesimme vastaisia, sillä oletimme yhteyksiä havaittavan matalan kieliparin kohdalla. Ensimmäisellä mallilla ei siis saatu tukea toimintojen eriytymisen teorialle, mutta yhteyksien puute koko otoksen kohdalla ei anna tukea myöskään yleisen toiminnanohjauksen teorialle.

Toisen tutkimuskysymyksemme osalta tarkastelimme harjaantuneisuuden vaikutusta myös huomioiden kielenvaihdon suunnan. Hypoteesina odotimme havaitsevamme yhteyden harjaantumattoman kieliparin kielenvaihtokustannusten ja Simon-efektin välillä vaihdettaessa kieltä L2-kielestä L1-kieleen, kun taas harjaantuneella kieliparilla ei olisi havaittavissa kyseistä tai yhtä vahvaa yhteyttä. Odotimme myös havaitsevamme vahvempia epäsymmetrisiä kielenvaihtokustannuksia harjaantumattoman kieliparin kohdalla. Kielenvaihdon suunnan huomioidaksemme toteutimme lineaariset sekamallit erikseen molemmille kielipareille. Kummankaan kieliparin kohdalla ei ollut havaittavissa kolmisuuntaista yhdysvaikutusta kielen, nimeämistilanteen sekä Simon-efektin välillä. Kielenvaihdon suunnan ei siis havaittu vaikuttavan kielenvaihtokustannusten ja yleisen toiminnanohjauksen välisiin yhteyksiin harjaantuneisuudesta riippumatta. Kielenvaihdon suunnan havaittiin kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi vaikuttavan nimeämisaikaan hidastaen nimeämistä vaihdettaessa L2-kielestä L1-kieleen molempien kieliparien kohdalla. Epäsymmetristen kielenvaihtokustannusten ilmiö oli kuitenkin vahvemmin havaittavissa matalan harjaantuneisuuden kieliparin kohdalla, aiheuttaen 5 % hitaampia nimeämisaikoja vaihdettaessa ruotsista suomeen kuin toisinpäin, kun taas kieltä englannista suomeen vaihdettaessa nimeäminen oli vain 2 % hitaampaa. Havaitsemamme kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyys on Greenin (1998) inhibitorisen kontrollin mallin mukainen, mutta kummankaan kieliparin kohdalla ei ollut kuitenkaan havaittavissa kielenvaihdon ja yleistä toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välistä yhteyttä, kuten Greenin malli odottaisi. Havaintomme kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyydestä on samansuuntainen kuin Costan ja Santestebanin (2004) tutkimuksen tulokset, jotka havaitsivat epäsymmetrisyyttä ainoastaan harjaantumattomilla kaksikielisillä, mutta eivät harjaantuneilla. Tulos on myös oman hypoteesimme mukainen, sillä harjaantumattoman kieliparin kohdalla kielenvaihtokustannusten epäsymmetrisyyden havaittiin olevan suurempaa kuin harjaantuneen kieliparin kohdalla. Näiden tulosten pohjalta harjaantunut kielenvaihto vaikuttaa nojautuvan jonkin verran eri prosesseihin kuin harjaantumaton kielenvaihto.

Tuloksissamme emme havainneet harjaantuneisuuden vaikuttavan kielenvaihdon ja toiminnanohjausta mittaavan Simon-efektin välisiin yhteyksiin. Toisaalta emme havainneet yhteyksiä myöskään koko otoksen osalta, kuten yleisen toiminnanohjauksen teorian pohjalta olisi ollut

odotettavissa. Tuloksemme eivät siis anna suoraa tukea kummallekaan vertailemалlemme teorialle kaksikielisen toiminnan taustaprosesseista. Koska kaksikielinen toiminta ja yleinen toiminnanohjaus eivät näytä tulostemme pohjalta olevan yhteydessä toisiinsa, ei tutkimuksemme tue myöskään kaksikielisyysedun hypoteesia.

Tuloksemme poikkeavat Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tuloksista, joissa oli havaittavissa toimintojen eriytymisen teoriaa tukien kielenvaihdon ja toiminnanohjauksen yhteyksiä vain harjaantumattomilla, mutta ei harjaantuneilla kaksikielisillä. Mielenkiintoisena tutkimustuloksena tutkimuksessamme voidaan kuitenkin huomata, että juuri harjaantumattoman ruotsin kielen ja Simon-efektin yhdysvaikutus oli koko tutkimuksessa ainoa Simon-efektin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus, ja kuvaajistakin voidaan havaita toiminnanohjauksen vaikuttavan eri suuntaisesti ruotsinkieliseen nimeämiseen, kuin suomen- ja englanninkieliseen nimeämiseen. Havaittu yhteys juuri harjaantumattomaan kieleen voi olla toki sattumaa, mutta myös herättää mielenkiinnon, voisiko jatkotutkimuksissa olla havaittavissa yhteyksiä myös harjaantumattoman kielenvaihdon ja yleisen toiminnanohjauksen välillä esimerkiksi suuremmalla otoskoolla, erilaisilla kielenvaihto- tai toiminnanohjaustehtävillä tai erilaisella otoksella. Omassa kandidaatintutkielmassamme (Laine & Uutela-Lynd, 2024) tutkimme rakenteellisen samankaltaisuuden vaikutusta kielenvaihdon ja toiminnanohjauksen välillä havaittaviin yhteyksiin. Kandidaatintutkielman tulokset antoivat toimintojen eriytymisen teoriaa (Lehtonen ym., 2023) tukien viitteitä siitä, että samassa modaliteetissa toimiessaan harjaantuneen kaksikielisen voisi olla mahdollista hyödyntää kaksikielisyyden taitojaan myös muissa rakenteeltaan samanlaisissa tehtävissä. Katsauksessamme tutkimme sekä harjaantuneen että harjaantumattoman kieliparin kielenvaihtoa rakenteellisesti täysin samanlaisilla tehtävillä, joissa vastaustavan modaliteettikin pysyi samana. Olisi mahdollista, että otoksemme kolmikieliset tutkittavat pystyisivät hyödyntämään harjaantuneita kaksikielisyyden taitojaan harjaantumattoman kieliparin kohdalla kuvannimeämistehtävässä, jos samoja taitoja ennustetaan hyödynnettävän myös kaksikielisen toiminnan ulkopuolisissa toiminnanohjauksen tehtävissä. Jos otoksemme kaksikieliset ovat hyödyntäneet harjaantuneen kieliparin tehtäväkohtaisia taitoja myös harjaantumattomassa kielenvaihdossa, ei kielenvaihtotehtävässä olisi havaittavissa yhteyksiä yleiseen toiminnanohjaukseen kummankaan kielen kohdalla. Seuraavaksi pohdimme tutkimuksemme rajoituksia, jotka ovat voineet vaikuttaa yhteyksien esiintymisen puutteeseen joko koko otoksen, tai harjaantumattomien kaksikielisten kohdalla.

5.2 Tutkimuksen rajoitukset

Tutkimuksemme merkittävänä rajoituksena voidaan pitää tutkimuksemme otoskoko, joka jäi rajausten jälkeen 56 koehenkilöön. Suuremmalla otoskoolla tutkimamme yhteydet olisivat voineet nousta esiin. Yhtenä rajoituksena voidaan pitää myös verkkotutkimuksen luotettavuutta aineiston keräämisessä. Verkkotutkimuksen hyötyihin kuuluu, että tutkimukseen osallistumisen helppous oletettavasti lisää tutkimuksen suorittavien koehenkilöiden määrää. Toisaalta verkkotutkimuksessa tutkimuksen kesken jättäneiden koehenkilöiden määrä on todennäköisesti suurempi, kuin läsnäoloa vaativissa tutkimuksissa. Tässä tutkimuksessa alkuperäinen otos koostui 92 koehenkilöstä, joista lähes kolmannes ($n = 30$) jouduttiin sulkemaan analyysien ulkopuolelle liian korkean ruotsin kielitaidon vuoksi. Suuri määrä tutkimuksen suorittaneista saivat siis testissä lähes täydet pisteet, vaikka kielitaidon itsearviossa tutkittavat arvioivat ruotsin kielen taitonsa suhteellisen heikoksi. Tällöin voidaan ajatella, että tutkittavat ovat mahdollisesti käyttäneet apuvälineitä testin aikana. Tutkittaville kuitenkin muistutettiin tutkimuksen aikana, ettei testin vastauksia tule tarkistaa esimerkiksi kääntäjän avulla. Toisaalta voidaan pohtia itsearvioiden ja käytetyn ruotsin sanastotestin luotettavuutta kielitaidon mittarina.

Lisäksi voidaan pohtia, oliko ruotsin kielitaidon raja liian korkea ja oliko kielitaidon vaatimus ilmaistu tutkimuksen esitteessä riittävän selvästi. Esitteessä koehenkilöiden toivottiin ”osaavan hieman ruotsia, mutta selkeästi huonommin kuin englantia”. Erittäin harjaantuneilla englannin kielen taitajilla kyseinen kriteeri voikin täytyä, vaikka heidän ruotsin kielitaitonsa olisi tutkimuksemme kriteereillä mitattuna liian korkea. Kielenvaihdon ja yleisen toiminnanohjauksen välisten yhteyksien puute harjaantumattomilla kaksikielisillä herättää myös kysymyksen, oliko SweLT-testin rajaaminen 18 pisteeseen riittävän matala kielitaidon taso. Kuitenkin alkuperäinen Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tutkimus viittaa rajauksen olleen riittävä ja perusteltu.

Alkuperäinen Gonzálezin ja kumppaneiden tutkimus (2025) on tutkinut samankaltaista otosta kuin oma tutkimuksemme ja onnistunut havaitsemaan yhteyksiä harjaantumattomilla kaksikielisillä. Tutkimuksessa ei ole raportoitu koehenkilöiden englannin kielen taitoa, mutta huomioiden tutkittavien koulutustaustan, iän ja kielihistorian samankaltaisuus omaan otokseemme verrattuna, voidaan olettaa, että moni tutkimusten koehenkilöistä vastaisi omaa otostamme myös englannin kielitaidon osalta. Tässä kohtaa nostamme esiin tutkimuksemme kielenvaihtotehtävän rakenteen mahdollisena rajoituksena. Tutkimuksessamme kaikkien kielten yksikieliset osiot esitettiin ennen kaksikielisiä osioita, jotta välttyttiin oppimisvaikutuksen aiheuttamalta häiriöltä tuloksissa. Vaikka kyseessä onkin yksikielinen nimeäminen, on lyhytaikainen vaihtaminen harjaantuneiden

yksikielisten osioiden välillä voinut aktivoida harjaantuneen kieliparin automatisoituneet taidot. Tällöin näitä taitoja olisi voitu mahdollisesti hyödyntää myös harjaantumattoman kieliparin kohdalla kaksikielisissä osioissa. Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tutkimuksessa harjaantumattomilla ruotsin kielen taitajilla ei tutkittu toista korkean harjaantuneisuuden kieltä, jolloin tällaiset taidot ovat voineet jäädä aktivoitumatta, vaikka koehenkilöillä sellaisia olisikin.

Tutkimuksen yhtenä rajoituksena voidaan myös pohtia valikoitujen tehtävien ekologista validiteettia. Voi olla, että kuvannimeämistehtävä ei muistuta riittävästi tosielämän kaksikielisiä tilanteita, jolloin kaksikielisen toiminnan automatisoituneet taidot eivät aktivoituisi tehtävässä. Toisaalta vieraan ja uudenlaisen tehtävän suoriutuminen nojautuu yleiseen toiminnanohjaukseen. Tuloksissa havaitsemamme yhteyksien puute kuvannimeämistehtävän ja toiminnanohjaustehtävän välillä viittaa siis siihen, että kuvannimeämistehtävä ei nojautunut yleiseen toiminnanohjaukseen, eikä täten ollut tutkittaville vieras ja uudenlainen tilanne. Ekologista validiteettia voidaan pohtia myös käyttämämme toiminnanohjaustehtävän kohdalla. Simon-tehtävän käyttöä on kyseenalaistettu yleisen toiminnanohjauksen mittarina (esim. Paap ym., 2020). Tutkimusten mukaan Simon-tehtävä ei mittaa arjessa hyödynnettyjä yleisen toiminnanohjauksen taitoja, vaan tehtävässä suoriutuminen vaatii tehtäväkohtaisia taitoja. Jos Simon-tehtävä on puutteellinen yleisen toiminnanohjauksen testaamisessa, ei analyysissä käyttämämme Simon-efekti olisi pätevin mittari kaksikielisen toiminnan ja yleisen toiminnanohjauksen yhteyksien tutkimisessa. Hiljattain on myös julkaistu toiminnanohjausta mittaavia tehtäviä, joiden reliabiliteetti ja validiteetti ovat Simon-tehtävää paremmalla tasolla (Burgoyne ym., 2023).

5.3 Jatkotutkimusehdotukset ja yhteenveto

Tämä tutkimus on yksi ensimmäisistä tutkimuksista, jossa on kokeellisesti keskitytty toimintojen eriytymisen teorian testaamiseen. Ensimmäisten joukossa aihetta tutkineet González ja kumppanit (2025) havaitsivat toimintojen eriytymisen teorian kannalta lupaavia tuloksia, joita toivoimme toistavamme myös omassa tutkimuksessamme koehenkilöiden sisäisellä koeasetelmalla. Tutkittavilla tutkittiin siis kielenvaihtoa sekä heikon että korkean taitotason kielillä. Kolmen kielen käyttäminen nosti tutkimuksessa esiin tiettyjä aiemmin kuvaamiamme rajoituksia, joita tulisi huomioida toimintojen eriytymisen teorian jatkotutkimuksissa. Toisaalta kolmen kielen käyttämisen mahdollistama koehenkilön sisäinen asetelma poistaa koehenkilöiden välisestä vaihtelusta aiheutuvaa tulosvirhettä.

Rajoituksissa pohdimme kuvannimeämistehtävän rakenteen sopivuutta kolmikielisen otoksen tutkimiseen, sillä yksikielisten osioiden esiintyminen tehtävän alussa ja niiden välillä vaihtaminen on voinut aktivoida vahvan kieliparin automatisoituneet kaksikielisyyden taidot, joita kaksikielinen on voinut hyödyntää myöhemmin heikon kieliparin kohdalla. Jatkossa samankaltaista otosta tutkittaessa tulisi huomioida kuvannimeämistehtävän rakentuminen siten, että matalan ja korkean taitotason kielet sekoittuisivat mahdollisimman vähän, jotta vahvan kielen mahdollisesti automatisoituneet kaksikielisen toiminnan taidot eivät vaikuttaisi heikomman kielen kaksikieliseen toimintaan. Ideaalitulanteessa kieliä voisi tutkia eri tutkimustilanteissa huomattavalla, esimerkiksi viikon viiveellä, mutta toisaalta useampi tutkimustilanne lisäisi todennäköisesti pudokkaiden määrää ja rajoittaisi tutkimukseen osallistuvien määrää. Kuvannimeämistehtävässä tulisi joka tapauksessa pitää heikko ja vahva kieli mahdollisimman eroteltuina, jotta kielten esiintymisjärjestyksen vaikutus tuloksiin olisi mahdollisimman pieni.

Rajoituksena pohdimme myös käyttämiemme tehtävien, Simon-tehtävän ja kuvannimeämistehtävän, sopivuutta mittaamaan yleistä toiminnanohjausta sekä kaksikielistä toimintaa. Tulevissa tutkimuksissa ekologista validiteettia voitaisiin parantaa käyttämällä kuvannimeämistehtävän sijaan tehtävää, joka muistuttaa aitoja kaksikielisiä tilanteita. Kielenvaihdon on havaittu nopeutuvan esimerkiksi luonnollisilla vihjeistyksillä, kuten tiettyjen kasvojen kuvaa tai ympäristöä hyödyntäen (Blanco-Elorrieta & Pylkkänen, 2017). Myös Simon-tehtävän sijasta voitaisiin käyttää tehtävää, joka muistuttaa aitoja toiminnanohjausta kuormittavia tilanteita.

Tutkimuksemme tulokset eivät antaneet juurikaan tukea niin toimintojen eriytymisen kuin yleisen toiminnanohjauksen teorioille. Havaitsemamme yhteyksien puute kaksikielisen toiminnan ja yleisen toiminnanohjauksen välillä vaikuttaisi kuitenkin viittaavan siihen, että yleisen toiminnanohjauksen teoria ei selitä kaksikielisen toiminnan taustaprosesseja, eikä tuloksemme näin ollen tue kaksikielisyydedun hypoteesia. Tutkimustulokset vaikuttavat kliinisten käytänteiden muodostumiseen, ja myös kaksikielisyydedun pohjalta on pohdittu esimerkiksi kehityksellisen kielihäiriön sekä afasian kuntoutusta kaksikielisillä henkilöillä. Kehityksellisen kielihäiriön tutkimuksessa on pohdittu toiminnanohjauksen puutteiden merkitystä häiriön taustalla (Henry ym., 2012). Sandgren ja Holmström (2015) pohtivat tutkimuksessaan, voisiko mahdollinen kaksikielisyysetu kompensoida yleisen toiminnanohjauksen puutteita kehityksellisen kielihäiriön omaavilla lapsilla, jolloin kielellinen kuntoutus voitaisiin kaksikielisillä kehityksellisen kielihäiriön lapsilla kohdistaa kaksikielisten toimintojen harjoittamiseen kaksikielisyydedun hyötyihin perustuen. Samanlaista lähestymistapaa pohtivat Penn ja kumppanit (2010) tutkiessaan kaksikielistä afasiaa. Tutkimuksessaan he pohtivat, että kaksikielisten afaatikoiden kielellinen kuntoutus voitaisiin

tehokkaasti kohdentaa kaksikieliseen toimintaan, kuten kielenvaihtoon. Kuntoutuksen kohdentamisen taustalla on ajatus kaksikielisen toiminnan nojautumisesta yleiseen toiminnanohjaukseen, jolloin kielten vaihtoon keskittymällä kaksikielisen olisi mahdollista oppia taas hyödyntämään samoja kognitiivisen kontrollin prosesseja, joita hän hyödynsi ennen sairastumistaan. Kognitiivisen kontrollin kuormittamisella nähdään olevan myös positiivinen vaikutus yhdellä kielellä toimiessa vaadittavaan kielten kontrolliin, jolloin kaksikielinen kuntoutus aiheuttaisi mahdollisia kuntoutuvaikutuksia myös molempiin yksittäisiin kieliin. Tutkimustulostemme perusteella kaksikielinen toiminta ei näyttäisi nojautuvan, eikä täten harjoittavan, yleistä toiminnanohjausta, jolloin myöskään kuntoutuksen kohdentamisella kielenvaihdon harjoitteluun ei tulostemme perusteella saataisi toivottuja kommunikaatiota parantavia tuloksia.

Tutkimustulokset vaikuttavat vahvasti yleisiin asenteisiin. Bialystokin ja Werkerin (2017) mukaan vielä vuonna 1920 peloteltiin kaksikielisyyden aiheuttavan lapselle psyykkistä hämmennystä ja jälkeen jäämistä, kun taas 1950-luvun jälkeen kaksikielisten lasten kehuttiin suoriutuvan yksikielisiä paremmin niin kielellisillä kuin ei-kielellisillä älykkyyden mittareilla. Ajankohtaisen tutkimustiedon tuottaminen on tärkeää, ettei yksi- ja kaksikielisiä eriarvoisteta vanhentuneeseen tai puutteelliseen tutkimustietoon nojaten. Kaksikielisen toiminnan taustaprosessien jatkotutkimus on tärkeää myös kliinisten käytänteiden muodostamiselle, kuten aiemmin pohdimme. Tutkimuksia, joissa vertaillaan matalan ja korkean taitotason kaksikielisten kielenvaihdon yhteyksiä yleiseen toiminnanohjaukseen ei ole montaa, ja omamme sekä Gonzálezin ja kumppaneiden (2025) tutkimukset ovat ensimmäisiä, joissa toimintojen eriytymisen teoriaa tutkitaan suoraan. Niin Gonzálezin ja kumppaneiden (2025), kuin omien tutkimustulostemmekin pohjalta vaikuttaa, etteivät kaksikielisyyden prosessit selity yleisen toiminnanohjauksen teorialla. Jatkossa kaksikielisyyden taustaprosessien tutkimuksessa tulisi keskittyä lisää toimintojen eriytymisen teorian kokeelliseen tutkimukseen edellä kuvatut rajoitukset huomioiden, jotta voidaan vastata paremmin kysymykseen toiminnanohjauksen merkityksestä kaksikielisessä toiminnassa sekä mahdollisen kaksikielisyydedun esiintymisestä.

Lähteet

- Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bialystok, E. (2017). The bilingual adaptation: How minds accommodate experience. *Psychological Bulletin*, 143(3), 233-262. <https://doi.org/10.1037/bul0000099>
- Bialystok, E., & Werker, J. F. (2017). Editorial: The systematic effects of bilingualism on children's development. *Developmental science*, 20(1), <https://doi.org/10.1111/desc.12535>
- Blanco-Elorrieta, E., & Pykkänen, L. (2017). Bilingual language switching in the laboratory versus in the wild: The spatiotemporal dynamics of adaptive language control. *Journal of Neuroscience*, 37(37), 9022-9036. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0553-17.2017>
- Blanco-Elorrieta, E., & Pykkänen, L. (2018). Ecological validity in bilingualism research and the bilingual advantage. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(12), 1117–1126. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.10.001>
- Bokander, L. (2016). SweLT 1.0: konstruktion och pilottestning av ett nytt svenskt frekvensbaserat ordförrådstest. *Nordand: nordisk tidskrift för andrespråksforskning*, 11(1), 39-60.
- Burgoyne, A. P., Tsukahara, J. S., Mashburn, C. A., Pak, R., & Engle, R. W. (2023). Nature and Measurement of Attention Control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 152(8), 2369–2402. <https://doi.org/10.1037/xge0001408>
- Chein, J. M., & Schneider, W. (2012). The Brain's Learning and Control Architecture. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 78-84. <https://doi.org/10.1177/0963721411434977>
- Colomé, À., & Miozzo, M. (2010). Which words are activated during bilingual word production? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(1), 96–109. <https://doi.org/10.1037/a0017677>

- Costa, A. & Santesteban, M. (2004). Lexical access in bilingual speech production: Evidence from language switching in highly proficient bilinguals and L2 learners. *Journal of Memory and Language*, 50(4), 491-511. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.02.002>
- Davies, M. (2008). The 1.6 billion word corpus of web texts (IWEB). www.english-corpora.org/iweb/
- Duñabeitia, J. A., Crepaldi, D., Meyer, A. S., New, B., Pliatsikas, C., Smolka, E. & Brysbaert, M. (2018). MultiPic: A standardized set of 750 drawings with norms for six European languages. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(4), 808- 816. <https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1310261>
- Gade, M., Declerck, M., Philipp, A. M., Rey-Mermet, A., & Koch, I. (2021). Assessing the Evidence for Asymmetrical Switch Costs and Reversed Language Dominance Effects - A Meta-Analysis. *Journal of cognition*, 4(1), 55. <https://doi.org/10.5334/joc.186>
- González, E., Lahdenranta, S. & Lehtonen, M. (2025). Are executive functions engaged in language switching? The role of language proficiency. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1(11). <https://doi.org/10.1017/S1366728925100199>
- Gottardo, A. & Grant, A. (2008). Defining Bilingualism. *Encyclopedia of Language and Literacy Development*, 1-7.
- Green, D. W. (1998) Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1, 67–81. <https://doi.org/10.1017/S1366728998000133>
- Green, D. W. & Abutalebi, J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(5), 515-530. <https://doi.org/10.1080/20445911.2013.796377>
- Grosjean, F. (1998). Studying bilinguals: Methodological and conceptual issues. *Bilingualism: Language and cognition*, 1(2), 131-149. <https://doi.org/10.1017/S136672899800025X>

- Grosjean, F. (2021). *Life as a Bilingual: Knowing and Using Two or More Languages*. Cambridge: Cambridge University Press; 5-26.
- Henry, L. A., Messer, D. J., & Nash, G. (2012). Executive functioning in children with specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *53*(1), 37–45. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02430.x>
- Itkonen, S., Häikiö, T., Vainio, S. & Lehtonen, M. (2024) LASTU: A psycholinguistic search tool for Finnish lexical stimuli. *Behavior Research Methods*, *56*, 6165-6178. <https://doi.org/10.3758/s13428-024-02347-x>
- Jylkkä, J., Lehtonen, M., Lindholm, F., Kuusakoski, A., & Laine, M. (2018). The relationship between general executive functions and bilingual switching and monitoring in language production. *Bilingualism: Language and Cognition*, *21*, 505–522.
- Laine, F. & Uutela-Lynd, S. (2024). Toiminnanohjaus kokeneilla kaksikielisillä kielten välisessä kontrollissa. Kandidaatintutkielma, Turun yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2024052234771>
- Laine, M. & Virtanen, P. (1999). *WordMill Lexical Search Program*. Center for Cognitive Neuroscience, University of Turku, Finland.
- Lehtonen, M., Soveri, A., Laine, A., Järvenpää, J., de Bruin, A., & Antfolk, J. (2018). Is Bilingualism Associated With Enhanced Executive Functioning in Adults? A Meta-Analytic Review. *Psychological Bulletin*, *144*(4), 394–425. <https://doi.org/10.1037/bul0000142>
- Lehtonen, M., Fyndanis, V. & Jylkkä, J. (2023). The relationship between bilingual language use and executive functions. *Nature Reviews Psychology*, *2*(6), 360-373. <https://doi.org/10.1038/s44159-023-00178-9>
- Lemhöfer, K. & Broersma, M. (2011). Introducing LexTALE: A quick and valid Lexical Test for Advanced Learners of English. *Behavior Research Methods*, *44*, 325–343. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0146-0>

- Luotolahti, J., Kanerva, J., Laippala, V., Pyysalo, S. & Ginter, F. (2015). Towards Universal Web Parsebanks. Proceedings of the International Conference on Dependency Linguistics (Depling'15).
- Meuter, R. F. I., & Allport, A. (1999). Bilingual language switching in naming: Asymmetrical costs of language selection. *Journal of Memory and Language*, 40(1), 25–40.
<https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2602>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howertwer, A. & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
<https://doi.org/10.1006/-cogp.1999.0734>
- Paap, K. R., Anders-Jefferson, R., Zimiga, B., Mason, L., & Mikulinsky, R. (2020). Interference scores have inadequate concurrent and convergent validity: Should we stop using the flanker, Simon, and spatial Stroop tasks? *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5, 7. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-0207-y>
- Penn, C., Frankel, T., Watermeyer, J., & Russell, N. (2010). Executive function and conversational strategies in bilingual aphasia. *Aphasiology*, 24(2), 288–308.
<https://doi.org/10.1080/02687030902958399>
- Romaine, S. (1994). *Bilingualism* (2. ed.). Blackwell.
- Sandgren, O. & Holmström, K. (2015). Executive functions in mono- and bilingual children with language impairment – issues for speech-language pathology. *Frontiers in Psychology*, 6.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01074>
- Simon, J. R., & Rudell, A. P. (1967). Auditory S-R compatibility: The effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology*, 51, 300–304.
<https://doi.org/10.1037/h0020586>

Tammenmaa, C. (2020). Usean kielen merkitseminen väestötietojärjestelmään -selvitys.

Oikeusministeriön julkaisuja, selvityksiä ja ohjeita 2020:8. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-259-800-4>

Tilastokeskus. (2024). Äidinkieleltään vieraskielisten määrä Suomessa 1990–2024 [tilasto].

Saatavilla 5.5.2025 <https://stat.fi/julkaisu/cm1jg8tr20lco07vwvoif9s6i>

Wang, Q., Wu, X., Ji, Y., Yan, G. & Wu, J. (2022). Second Language Proficiency Modulates the

Dependency of Bilingual Language Control on Domain-General Cognitive Control.

Frontiers in psychology, 13, 810573. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.810573>

Liitteet

Liite 1: R-skripti

Are Executive Functions engaged in Language Control? Examining Trilinguals
(c) Fanni Laine, Sirkka Utela-Lynd, 2026

```
#load packages
require(gtsummary)
require(lme4)
require(lmerTest)
require(Matrix)
require(readxl)
require(sjmisc)
require(sjPlot)
require(tidyverse)# subsumes ggplot2, dplyr, tidyr
#conflicts_prefer(lmerTest::lmer)

#import file as excel
Trilinguals <-read_excel("Trilinguals.xlsx")

##### Checking that variables are of correct type #####
str(Trilinguals)
Trilinguals$RT_correct <- as.numeric(as.character(Trilinguals$RT_correct))
Trilinguals$ParticipantID <- as.factor((Trilinguals$ParticipantID))
Trilinguals$ID <- as.factor((Trilinguals$ID))
Trilinguals$Item <- as.factor((Trilinguals$Item))
Trilinguals$Condition <- as.factor((Trilinguals$Condition))
Trilinguals$Cutoff_18 <- as.factor((Trilinguals$Cutoff_18))
Trilinguals$Cutoff_20 <- as.factor((Trilinguals$Cutoff_20))
Trilinguals$Mixed_proficiency<- as.factor((Trilinguals$Mixed_proficiency))
Trilinguals$Language<- as.factor((Trilinguals$Language))

##### For the Reaction Time analysis, we exclude incorrect trials and NAs
CorrectRT <- subset(Trilinguals, !is.na(RT_correct))

CorrectRT$Condition[CorrectRT$Condition == "NA"] <- NA
CorrectRT <- subset(CorrectRT, !is.na(Condition))

##### Excluding outliers (3xSD outside participant's mean) #####
CleanCorrectRT <- CorrectRT
CleanCorrectRT <- CorrectRT %>%
  group_by(ParticipantID) %>%
  mutate(mean_RT = mean(RT_correct, na.rm = TRUE),
         sd_RT = sd(RT_correct, na.rm = TRUE),
         outlier = abs(RT_correct - mean_RT) > 3*sd_RT) %>%
  filter(!outlier | is.na(outlier)) %>%
  select(-mean_RT, -sd_RT, -outlier) %>%
  ungroup()

sum(CleanCorrectRT$RT_correct == "NA", na.rm = TRUE)
```

```

#### Excluding too low proficiency in English ####
CleanCorrectRT <- CleanCorrectRT[CleanCorrectRT$LexTALE >= 60, ]
CleanCorrectRT <- CleanCorrectRT[CleanCorrectRT$'SIMON_accuracy%' >= 0.80, ]

CleanCorrectRT$ID <- droplevels(CleanCorrectRT$ID)
CleanCorrectRT$Condition <- droplevels(as.factor(CleanCorrectRT$Condition))
CleanCorrectRT$Item <- droplevels(as.factor(CleanCorrectRT$Item))

str(CleanCorrectRT)
nlevels(CleanCorrectRT$ID)

## rename dataset to a simpler name
sw <- CleanCorrectRT
sw$list <- as.factor(sw$list)

#### Are the variables normally distributed?

hist(sw$RT_correct)
qqnorm(sw$RT_correct)
qqline(sw$RT_correct)

hist(sw$SimonEffect)
qqnorm(sw$SimonEffect)
qqline(sw$SimonEffect)

# scatterplot for Simon effect and mean RT per participant for different blocks
sw_summary <- sw %>%
  group_by(ID, Mixed_proficiency) %>%
  summarise(
    mean_RT = mean(RT_correct, na.rm = TRUE),
    SimonEffect = mean(SimonEffect, na.rm = TRUE)
  )

ggplot(sw_summary, aes(x = SimonEffect, y = mean_RT, color = Mixed_proficiency)) +
  geom_point(size = 2, alpha = 0.7) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE) +
  theme_minimal()

library(dplyr)
library(ggplot2)

#### Checking number of trials and that per participant ####
nrow(CleanCorrectRT)

```

```

table(CleanCorrectRT$ID)

### Checking normality of RTs and Simon effect ###

ks.test(sw$RT_correct, "pnorm",
        mean = mean(sw$RT_correct, na.rm = TRUE),
        sd = sd(sw$RT_correct, na.rm = TRUE))

set.seed(123)
shapiro.test(sample(sw$RT_correct, 5000))

Simon_by_participant <- sw %>%
  group_by(ID) %>%
  summarise(SimonEffect = unique(SimonEffect))

ks.test(sw$SimonEffect, "pnorm",
        mean = mean(sw$SimonEffect, na.rm = TRUE),
        sd = sd(sw$SimonEffect, na.rm = TRUE))
shapiro.test(Simon_by_participant$SimonEffect)
hist(Simon_by_participant$SimonEffect, breaks = 20,
     main = "Distribution of Simon Effect across participants",
     xlab = "Simon Effect")

qqnorm(Simon_by_participant$SimonEffect)
qqline(Simon_by_participant$SimonEffect)
# Simon looks good normality-wise #

### Log-transforming the RTs and looking at normality ###
sw$logRT = log(sw$RT_correct)
hist(sw$logRT) #this looks ok
ks.test(sw$logRT, "pnorm",
        mean = mean(sw$logRT, na.rm = TRUE),
        sd = sd(sw$logRT, na.rm = TRUE))

set.seed(123)
shapiro.test(sample(sw$logRT, 5000))
nrow(sw)
table(sw$ID)

# Per participant normality #
participant_means <- sw %>%
  group_by(ID) %>%
  summarise(mean_logRT = mean(logRT, na.rm = TRUE))

shapiro.test(participant_means$mean_logRT)
# Looks good #

```

```

#### We probably need to do some transformations to facilitate model fitness
# Z-transformation for Simon
sw$z.SimonEffect <- as.vector(scale(sw$SimonEffect))

```

```

hist(sw$z.SimonEffect)
qqnorm(sw$z.SimonEffect)
qqline(sw$z.SimonEffect)

```

```

mean(sw$z.SimonEffect, na.rm = TRUE)
sd(sw$z.SimonEffect, na.rm = TRUE)

```

```

##### Excluding HP participants based on Cutoff_18 #####
sw_18 <- sw %>%
  filter(Cutoff_18 != "HP")
table(sw_18$Cutoff_18) # Should no longer show "HP"
length(unique(sw_18$ID)) # Number of remaining participants
nrow(sw_18) # Total number of trials remaining

```

```

# 56 participants left; testing for normality #
Simon_by_participant_18 <- sw_18 %>%
  group_by(ID) %>%
  summarise(SimonEffect = unique(SimonEffect))

```

```

ks.test(sw_18$SimonEffect, "pnorm",
  mean = mean(sw_18$SimonEffect, na.rm = TRUE),
  sd = sd(sw_18$SimonEffect, na.rm = TRUE))
shapiro.test(Simon_by_participant_18$SimonEffect)
hist(Simon_by_participant_18$SimonEffect, breaks = 20,
  main = "Distribution of Simon Effect across participants",
  xlab = "Simon Effect")

```

```

qqnorm(Simon_by_participant$SimonEffect)
qqline(Simon_by_participant$SimonEffect)
# Normality good for Simon #

```

```

ks.test(sw_18$logRT, "pnorm",
  mean = mean(sw_18$logRT, na.rm = TRUE),
  sd = sd(sw_18$logRT, na.rm = TRUE))

```

```

set.seed(123)
shapiro.test(sample(sw_18$logRT, 5000))
hist(sw_18$logRT, breaks = 20,
  main = "Distribution of logRT",
  xlab = "logRT")

```

```

qqnorm(sw_18$logRT)
qqline(sw_18$logRT)
# Per participant normality #

```

```

participant_means_18 <- sw_18 %>%
  group_by(ID) %>%
  summarise(mean_logRT = mean(logRT, na.rm = TRUE))

shapiro.test(participant_means_18$mean_logRT)
# Looks good #

### Looking at distribution of SWELT scores in this 18-group ###
hist(sw_18$SWELT, breaks = 20,
     main = "Distribution of SWELT",
     xlab = "SWELT score")

participant_means_18 <- sw_18 %>%
  group_by(ID) %>%
  summarise(mean_SWELT = mean(SWELT, na.rm = TRUE))
hist(participant_means_18$mean_SWELT, breaks = 20,
     main = "Distribution of SWELT",
     xlab = "SWELT score")
# Quite ok #

### Looking at distribution of LexTALE scores in this 18-group ###
hist(sw_18$LexTALE, breaks = 20,
     main = "Distribution of LexTALE",
     xlab = "LexTALE score")
participant_means_18 <- sw_18 %>%
  group_by(ID) %>%
  summarise(mean_LexTALE = mean(LexTALE, na.rm = TRUE))
hist(participant_means_18$mean_LexTALE, breaks = 20,
     main = "Distribution of LexTALE",
     xlab = "LexTALE score")

# Drawing a scatterplot for Switch Cost and Simon
# 1. Compute mean RT per participant and condition
sw_switchcosts <- sw %>%
  filter(Condition %in% c("switch", "repetition")) %>%
  group_by(ID, Mixed_proficiency, Condition) %>%
  summarise(mean_RT = mean(RT_correct, na.rm = TRUE),
            SimonEffect = mean(SimonEffect, na.rm = TRUE),
            .groups = "drop") %>%
# 2. Compute switch cost = switch - repetition
pivot_wider(names_from = Condition, values_from = mean_RT) %>%
mutate(switch_cost = switch - repetition)

# 3. Scatterplot of switch cost vs SimonEffect
ggplot(sw_switchcosts, aes(x = SimonEffect, y = switch_cost, color = Mixed_proficiency)) +
  geom_point(size = 2, alpha = 0.7) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE) +
  labs(
    title = "Relationship between Switch Cost and SimonEffect (by participant)",
    x = "Simon Effect",

```

```

    y = "Switch Cost (Switch - Repetition)"
  ) +
  theme_minimal()

##looking only at mixed blocks
sw_18_mixedblocks <- sw_18 %>%
  filter(Condition != "single")
exists("sw_18")

table(sw_18_mixedblocks$Condition)          # Should no longer show "single"
length(unique(sw_18_mixedblocks$ID))       # Number of participants remaining
nrow(sw_18_mixedblocks)                    # Total number of trials

##### We run a linear model for logRT data for Cutoff 18 #####
sw_18_mixedblocks$Condition <- relevel(sw_18_mixedblocks$Condition, ref = "repetition")

#full_RT_18 = lmer(logRT~ Condition*z.SimonEffect*Mixed_proficiency + TrialNumberAll +
(1|ID) + (1|Item), REML = TRUE, data = sw_18_mixedblocks,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

#testing model fitness

full_RT_18.model = lmer(logRT~ Condition*z.SimonEffect*Mixed_proficiency + TrialNumberAll
+ (1|ID) + (1|Item), REML = FALSE, data = sw_18_mixedblocks,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

RT_18_null=lmer(logRT~ (1|ID) + (1|Item), REML = FALSE, data =
sw_18_mixedblocks,lmerControl(optimizer = "bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

anova(full_RT_18.model, RT_18_null)

anova(full_RT_18.model)

#run linear model
full_RT_18 = lmer(logRT~ Condition*z.SimonEffect*Mixed_proficiency + TrialNumberAll +
(1|ID) + (1|Item), REML = TRUE, data = sw_18_mixedblocks,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))
summary(full_RT_18)

# Create and display the regression table
tbl_regression(full_RT_18, exponentiate = TRUE)
model_1<- tbl_regression(full_RT_18, exponentiate = TRUE)
model_output = as.data.frame(model_1)
model_output

plot(full_RT_18)

```

```

qqnorm(resid(full_RT_18, type = "pearson"))
qqline(resid(full_RT_18, type = "pearson"), col = "red")

#####Effect of language in Fin-Swe mixed blocks

sw_18_FinSwe <- sw_18_mixedblocks %>%
  filter(Mixed_proficiency != "Fin-Eng")

table(sw_18_FinSwe$Mixed_proficiency)    # Should only show "Fin-Swe"
length(unique(sw_18_FinSwe$ID))         # Number of participants remaining
nrow(sw_18_FinSwe)                       # Total number of trials

### Linear model for language in Fin-Swe mixed blocks ###

#full_RT_18_FinSwe = lmer(logRT~ Condition*Language*z.SimonEffect + TrialNumberAll +
(1|ID) + (1|Item), REML = TRUE, data = sw_18_FinSwe,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

#model fitness
full_RT_18_FinSwe.model = lmer(logRT~ Condition*Language*z.SimonEffect + TrialNumberAll
+ (1|ID) + (1|Item), REML = FALSE, data = sw_18_FinSwe,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

full_RT_18_FinSwe.null = lmer(logRT~ (1|ID) + (1|Item), REML = FALSE, data =
sw_18_FinSwe,lmerControl(optimizer = "bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

anova(full_RT_18_FinSwe.model,full_RT_18_FinSwe.null)
anova(full_RT_18_FinSwe.model)

#run linear model

full_RT_18_FinSwe = lmer(logRT~ Condition*Language*z.SimonEffect + TrialNumberAll +
(1|ID) + (1|Item), REML = TRUE, data = sw_18_FinSwe,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))
summary(full_RT_18_FinSwe)

# Create and display the regression table
tbl_regression(full_RT_18_FinSwe, exponentiate = TRUE)
model_1<- tbl_regression(full_RT_18_FinSwe, exponentiate = TRUE)
model_output = as.data.frame(model_1)
model_output
plot_model(full_RT_18_FinSwe, type = "pred",
  terms=c("z.SimonEffect", "Language"),
  title = "RTs predicted by Condition, Simon Effect and language in FinSwe mixed blocks")+
  theme_sjplot2()

#residuals

```

```

plot(full_RT_18_FinSwe)
qqnorm(resid(full_RT_18_FinSwe, type = "pearson"))
qqline(resid(full_RT_18_FinSwe, type = "pearson"), col = "red")

#Plots per language

sw_18_FinSwe$Language <- factor(sw_18_FinSwe$Language, levels = c("Fin", "Swe"))

langs <- c("Fin", "Swe")
plots <- list()

for(lang in langs){
  p <- plot_model(full_RT_18_FinSwe,
                 type = "pred",
                 terms = c("z.SimonEffect", "Condition"),
                 condition = list(Language = factor(lang, levels = levels(sw_18_FinSwe$Language)))) +
  theme_sjplot2() +
  ggtitle(lang) # otsikko kertoo kielen

  plots[[lang]] <- p
}

plots[["Fin"]]
plots[["Swe"]]

#####Effect of language in Fin-Eng mixed blocks

sw_18_FinEng <- sw_18_mixedblocks %>%
  filter(Mixed_proficiency != "Fin-Swe")

table(sw_18_FinSwe$Mixed_proficiency) # Should only show "Fin-Eng"
length(unique(sw_18_FinSwe$ID))      # Number of participants remaining
nrow(sw_18_FinSwe)                   # Total number of trials

### Linear model for language in Fin-Eng mixed blocks ###

#full_RT_18_FinEng = lmer(logRT~ Condition*Language*z.SimonEffect + TrialNumberAll +
(1|ID) + (1|Item), REML = TRUE, data = sw_18_FinEng,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

#model fitness
full_RT_18_FinEng.model = lmer(logRT~ Condition*Language*z.SimonEffect + TrialNumberAll
+ (1|ID) + (1|Item), REML = FALSE, data = sw_18_FinEng,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

full_RT_18_FinEng.null = lmer( logRT~ (1|ID) + (1|Item), REML = FALSE, data =
sw_18_FinEng,lmerControl(optimizer = "bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

```

```

anova(full_RT_18_FinEng.model)
anova(full_RT_18_FinEng.model, full_RT_18_FinEng.null)

#full model fits better, z.simon and trialnumber not significant

full_RT_18_FinEng.simon = lmer( logRT~ Condition*Language*z.SimonEffect + (1|ID) +
(1|Item), REML = FALSE, data = sw_18_FinEng,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))
full_RT_18_FinEng.trialnumber = lmer( logRT~ Condition*Language + TrialNumberAll+(1|ID) +
(1|Item), REML = FALSE, data = sw_18_FinEng,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))
full_RT_18_FinEng.conditionlanguage = lmer( logRT~ Condition*Language +(1|ID) + (1|Item),
REML = FALSE, data = sw_18_FinEng,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))

anova(full_RT_18_FinEng.conditionlanguage, full_RT_18_FinEng.simon,
full_RT_18_FinEng.model, full_RT_18_FinEng.trialnumber,)

#exclusion of trialnumber makes the model fit better. simon not excluded because of the research
question

#run linear model
full_RT_18_FinEng = lmer(logRT~ Condition*Language*z.SimonEffect + (1|ID) + (1|Item),
REML = TRUE, data = sw_18_FinEng,lmerControl(optimizer =
"bobyqa",optCtrl=list(maxfun=100000)))
summary(full_RT_18_FinEng)

# Create and display the regression table
tbl_regression(full_RT_18_FinEng, exponentiate = TRUE)
model_1<- tbl_regression(full_RT_18_FinEng, exponentiate = TRUE)
model_output = as.data.frame(model_1)
model_output
plot_model(full_RT_18_FinEng, type = "pred",
           terms=c("z.SimonEffect", "Condition"),
           title = "RTs predicted by Condition, Simon Effect and language in FinEng mixed blocks")+
theme_sjplot2()

#residuals

plot(full_RT_18_FinEng)
qqnorm(resid(full_RT_18_FinEng, type = "pearson"))
qqline(resid(full_RT_18_FinEng, type = "pearson"), col = "red")

#Plots per language

sw_18_FinEng$Language <- factor(sw_18_FinEng$Language, levels = c("Fin", "Eng"))

```

```

langs <- c("Fin", "Eng")
plots <- list()

for(lang in langs){
  p <- plot_model(full_RT_18_FinEng,
                  type = "pred",
                  terms = c("z.SimonEffect", "Condition"),
                  condition = list(Language = factor(lang, levels = levels(sw_18_FinEng$Language)))) +
  theme_sjplot2() +
  ggtitle(lang) # otsikko kertoo kielen

  plots[[lang]] <- p
}

plots[["Fin"]]
plots[["Eng"]]

##plots per language pair

plot_model(full_RT_18_FinEng, type = "pred",
           terms=c("z.SimonEffect", "Condition"),
           title = "RTs predicted by Condition, Simon Effect in Fin-Eng")+
  theme_sjplot2()
plot_model(full_RT_18_FinSwe, type = "pred",
           terms=c("z.SimonEffect", "Condition"),
           title = "RTs predicted by Condition, Simon Effect in Fin-Swe")+
  theme_sjplot2()

```