

Katariina Nieminen

SYKEVÄLIVAIHTELUN REAKTIIVISUUS LASTEN TOTAKU-RYHMÄKUNTOUTUKSEN TULOKSELLISUUDEN MITTARINA

Psykologian pro gradu -tutkielma

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta

Kesäkuu 2020

TIIVISTELMÄ

Nieminen, Katariina: Sykevälivaihtelun reaktiivisuus lasten TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuuden mittarina

Pro gradu -tutkielma, 32 s.

Tampereen yliopisto

Psykologia

Kesäkuu 2020

Sydämen sykevälivaihtelu on autonomisen hermoston aktiivisuuteen liittyvä psykofysiologinen mittari. Siinä tapahtuvaa muutosta vasteena kognitiivisesti haastavaan tilanteeseen kutsutaan sykevälivaihtelun reaktiivisuudeksi. Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden ajatellaan heijastelevan muun muassa yksilön itsesäätelyn prosesseja: erityisesti keskittymistä ja inhibitiota vaativissa tehtävälanteissa sykevälivaihtelun lasku eli vaimentuminen on yhdistetty tehokkaampaan itsesäätelyyn lapsilla. Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriössä, jossa toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden ohella myös itsesäätely on tyypillisesti heikentynyttä, tehtävälanteessa mitatun sykevälivaihtelun vaimentumisen onkin huomattu olevan tavallista vähäisempää. Aiempaa kansainvälistä tutkimusta ADHD:n psykososiaalisen kuntoutuksen vaikutuksista lasten sykevälivaihtelun reaktiivisuudelle ei ole vielä olemassa, vaikka sitä on ehdotettu jatkotutkimuksen tarpeeksi. Uusien kuntoutuksen tuloksellisuusmittareiden tutkiminen mahdollistaa kuntoutuksen paremman kohdentamisen sekä auttaa ymmärtämään kuntoutuksesta seuranneiden muutosten taustalla vaikuttavia mekanismeja paremmin.

Tässä tutkimuksessa tarkoituksena oli tutkia lasten toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta sykevälivaihtelun reaktiivisuudella ja neuropsykologisilla testitehtävillä mitattuna. Lisäksi tarkasteltiin yhteyttä reaktiivisuuden muutoksen ja testitehtävissä suoriutumisen muutoksen välillä, sillä keskeisenä tavoitteena oli saada selvyttä sille, ovatko kuntoutuskauden aikana eri mittareilla havaitut muutokset samansuuntaisia, ja sopiiko reaktiivisuus käytettäväksi kuntoutuksen tuloksellisuuden mittarina. Tutkimukseen osallistui 19 alakouluikäistä lasta, joilla oli diagnosoitu aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö tai todettuja vaikeuksia toiminnanohjauksessa ja tarkkaavuudessa. He osallistuivat 10 kuukauden mittaiseen TOTAKU-ryhmäkuntoutukseen Tampereen yliopiston opetus- ja tutkimuslinikka PSYKE:ssä. Kuntoutuskauden aikana heille teetettiin sykevälivaihtelun mittaukset ja neuropsykologiset testitehtävät kolmesti: kuntoutuksen alussa, puolivälissä ja lopussa.

Tutkittavien sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta kuntoutuskauden aikana suhteessa alkutilanteeseen. Lisäksi huomattiin, että tutkittavien sykevälivaihtelun vaimentuminen oli keskimäärin hyvin vähäistä kaikissa kolmessa mittauspisteessä. Neuropsykologisilla testitehtävillä arvioituna positiivista muutosta kuntoutuskauden aikana havaittiin tutkittavien impulssien ehkäisyssä, jossa tapahtui edistymistä jo alku- ja välimittauksen välillä. Lisäksi positiivista muutosta havaittiin lasten näönvaraisessa tarkkaavuudessa alku- ja loppumittauksen välillä. Suoriutuminen hienomotorista tarkkuutta arvioivassa tehtävässä puolestaan heikkeni. Kuntoutuksen aikaiset muutokset sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa eivät olleet pääsääntöisesti yhteydessä muutoksiin neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa, lukuun ottamatta yhtä suuntaa-antavaa yhteyttä hienomotorista tarkkuutta arvioivaan tehtävään käytetyn ajan vähenemisen ja sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumisen välillä.

Vaikka tutkimuksessa ei tullut esiin odotusten mukaisia muutoksia sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa, tutkimuksen tulokset kannustavat jatkotutkimukseen aiheesta. Lisäksi tutkimus tarjosi tärkeää tietoa seikoista, jotka tulee jatkossa huomioida mitatessa sykevälivaihtelun reaktiivisuutta lapsilta, joilla on haasteita toiminnanohjauksessa ja tarkkaavuudessa. Neuropsykologisilla testitehtävillä saadut tulokset lasten taidoissa tapahtuneista muutoksista kuntoutuskauden aikana ovat puolestaan hyödynnettävissä käytännön kuntoutustyön suunnittelussa.

Avainsanat: Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö, toiminnanohjaus, tarkkaavuus, itsesäätely, neuropsykologinen ryhmäkuntoutus, sykevälivaihtelu, sykevälivaihtelun reaktiivisuus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	1
Toiminnanohjaus, tarkkaavuus ja itsesääntely.....	2
Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö	3
Sykevälivaihtelu aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriössä.....	5
Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön kuntoutus	7
Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön kuntoutuksen tuloksellisuuden arviointi.....	9
Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset.....	10
MENETELMÄT	12
Tutkimuksen toteutus ja tutkittavat.....	12
Tuloksellisuusmittarit.....	14
Aineiston analysointi.....	15
Tilastolliset analyysit	16
TULOKSET	17
Kuntoutuksen aikaiset muutokset tehtävänäikaisessa sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa.....	17
Kuntoutuksen aikaiset muutokset neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa.....	18
Sykevälivaihtelulla ja neuropsykologisilla testitehtävillä arvioitujen muutosten yhteydet.....	20
POHDINTA	21
Tehtävänäikainen sykevälivaihtelun reaktiivisuus.....	22
Neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutuminen.....	24
Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden ja neuropsykologisten testitehtävien yhteys	27
Tutkimuksen vahvuudet, rajoitukset ja jatkotutkimustarpeet	28
Johtopäätökset.....	31
LÄHTEET	33

JOHDANTO

Lapsuudessa ilmenevät toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden vaikeat ja pitkäkestoiset haasteet liittyvät usein aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön (*attention deficit and hyperactivity disorder*, ADHD) (American Psychiatric Association, 2013). ADHD:hen tiedetään liittyvän muun muassa poikkeavuuksia aivojen toiminnassa ja rakenteessa (Cortese, 2012). Lisäksi häiriössä tyypillisesti heikentyneen itsesäätelyn taustalla on ehdotettu vaikuttavan poikkeavuudet autonomisen hermoston parasympaattisen osan säätelyssä, jota voidaan tutkia sydämen sykevälivaihtelun reaktiivisuuden avulla (ks. katsaus Rash & Aguirre-Camacho, 2012; Robe, Dobrean, Cristea, Păsărelu & Predescu, 2019). Reaktiivisuudella tarkoitetaan sykevälivaihtelussa tapahtuvaa muutosta lepotilassa mitattuun sykevälivaihteluun verrattuna esimerkiksi tehtävätilanteessa. Sykevälivaihtelun laskun eli vaimentumisen kognitiivisesti haastavassa tilanteessa ajatellaan liittyvän yksilön kykyyn mukautua tilanteen vaatimuksiin, ja vaimentuminen voidaan nähdä merkinä yksilön sen hetkisestä itsesäätelyn tasosta (Holzman & Bridget, 2017; Porges, 2007; Thayer, Hansen, Saus-Rose, & Johnsen, 2009). Sykevälivaihtelun voimakkaamman vaimentumisen on huomattu olevan lisäksi yhteydessä muun muassa lasten tehokkaampaan tunteidensäätelyyn, toiminnanohjaukseen ja tarkkaavuuteen (Blair & Peters, 2003; Marcovitch ym., 2010; Suess, Porges, & Plude, 1994), jotka ovat kaikki itsesäätelyn kannalta keskeisiä toimintoja ja tyypillisesti heikentyneet aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriössä.

Vaikka sykevälivaihtelusta ADHD-lapsilla on tehty melko paljon tutkimusta, kuntoutuksen tuloksellisuuden tutkimuksessa sitä ei ole hyödynnetty vielä juuri lainkaan. Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön kuntoutusmenetelmien tuloksellisuuden sekä uusien tuloksellisuuden mittaamisen tapojen tutkiminen on tärkeää kuntoutuksen käytännön kehittämistyön kannalta, sillä se lisää ymmärrystä kuntoutuksessa tapahtuneiden muutosten taustalla olevista mekanismeista. Tampereen yliopiston psykologian opetus- ja tutkimuskeskus PSYKE:ssä kehitetty toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden TOTAKU-ryhmäkuntoutus on menetelmä, joka on todettu toimivaksi lasten ADHD:n kuntoutuksessa useilla eri mittareilla (Rantanen, Vierikko & Nieminen, 2013; Rantanen, Vierikko & Nieminen, 2018). Menetelmän tuloksellisuutta ei ole kuitenkaan koskaan aiemmin tutkittu sykevälivaihtelun kaltaisen psykofysiologisen mittarin avulla. Tässä tutkielmassa tarkastellaan TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta mitattuna sykevälivaihtelun reaktiivisuudella ja neuropsykologilla testitehtävillä alakouluikäisillä lapsilla, joilla on todettuja haasteita tarkkaavuus- ja toiminnanohjaustaidoissa tai diagnosoitu ADHD. Tavoitteena on selvittää, ovatko kuntoutuksen aikaiset muutokset sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ja testitehtävissä suoriutumisessa yhteydessä toisiinsa, ja voiko reaktiivisuus olla toimiva mittari lasten ADHD:n psykososiaalisen kuntoutuksen tuloksellisuuden tutkimisessa.

Toiminnanohjaus, tarkkaavuus ja itsesäätely

Toiminnanohjaus, tarkkaavuus ja itsesäätely ovat osin päällekkäisiä, toisiinsa keskeisesti liittyviä toimintoja. Ne myös sisältävät joitain samoja osaprosesseja, kuten inhibition, eli reaktioiden ehkäisyn. Toiminnanohjausta, tarkkaavuutta ja itsesäätelyä voikin olla toisinaan vaikea erottaa toisistaan etenkin toiminnan tasolla. Niiden määritelmät ja niihin sisältyvät kognitiiviset osaprosessit kuitenkin myös poikkeavat toisistaan.

Toiminnanohjauksen avulla säädellään tavoitteellista toimintaa ja esimerkiksi selvittää uusista tilanteista tai monimutkaisista tehtävistä. Sen katsotaan muodostuvan useista toisiinsa liittyvistä kognitiivisista prosesseista, joista keskeisimpinä pidetään inhibitiota, kognitiivista joustavuutta ja työmuistin toimintaa (Lehto, Juujärvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003; Miyake ym., 2000). Inhibitiolla viitataan kykyyn ehkäistä automaattisia reaktioita, säädellä häiritseviä ärsykejä sekä vastustaa sisäisiä impulsseja eli toimintayllykkeitä (Barkley, 1997). Kognitiivisella joustavuudella tarkoitetaan muun muassa toimintatavan tai näkökulman joustavaa vaihtamista (Miyake & Friedman, 2012). Työmuistin tehtävänä on puolestaan lyhytaikaisesti säilyttää ja muokata mielessä toiminnan kannalta keskeistä tietoa (Baddeley, 2003). Korkeamman tason toiminnanohjauksen, kuten päättelyn, ongelmanratkaisun ja toiminnan suunnittelun katsotaan perustuvan näihin kolmeen ydinprosessiin (Diamond, 2013), vaikka ydinprosessien painotuksissa on myös eroja taustateoriasta riippuen. Lisäksi toiminnanohjauksen toimintaan tarvitaan monia muitakin toimintoja, joista yksi keskeisimmistä on tarkkaavuus ja sen säätely.

Tarkkaavuus liittyy keskeisesti toiminnanohjauksen sujuvuuteen ja se voidaan nähdä joko yhtenä toiminnanohjauksen osatoimintona (Voutilainen & Puustjärvi, 2014) tai koko toiminnanohjausta integroivana prosessina (Brown, 2005). Tarkkaavuudella säädellään, mitä on milloinkin tietoisuuden kohteena. Se voidaan jaotella neljään osaprosessiin, joita ovat tarkkaavuuden suuntaaminen, eli huomion kiinnittäminen oleellisiin asioihin ja epäoleellisten asioiden sulkeminen ulkopuolelle; tarkkaavuuden ylläpitäminen, eli kyky pysyä valppaana ja pitää tarkkaavuus halutussa kohteessa; tarkkaavuuden siirtäminen, eli joustava tarkkaavaisuuden kohteen vaihtaminen; sekä koodaus, eli kyky pitää informaatiota työmuistissa, kun suoritetaan siihen liittyvää kognitiivista tehtävää (Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn, & Kellam, 1991). Tarkkaavuus voi kohdistua niin ulkoiseen kuin sisäiseenkin ärsykkeeseen, ja huomion kiinnittyminen ärsykkeeseen voi olla sekä automaattista että tahdonalaista (Eysenck & Keane, 2005). Tässä tutkielmassa keskitytään nimenomaan tahdonalaiseen tarkkaavuuden säätelyyn.

Itsesäätelyllä tarkoitetaan kognitiivisia prosesseja, joilla säädellään omaa käyttäytymistä, toimintaa, tarkkaavuutta sekä tunteita (Barret ym., 2013; Eisenberg, Smith, Sadovsky, & Spinrad,

2007; Nigg, 2017). Itsesäätelyn keskeisimpinä osaprosesseina nähdään muun muassa inhibiitio ja optimaalisen virittyneisyyden tason ylläpitäminen (Diamond, 2013). Itsesäätely on niin ikään käsitteenä päällekkäinen ilmiö toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden kanssa: se on mahdollista käsittää niiden osatoimintona (Diamond, 2013), tai vaihtoehtoisesti toiminnanohjaus ja tarkkaavuus voidaan nähdä itsesäätelyyn sisältyvinä osatoimintoina (Eisenberg ym., 2007). Lisäksi itsesäätelykyvyn ja etenkin tahdonalaisen itsesäätelyn, johon tässä tutkielmassa viitataan, voidaan katsoa olevan myös toiminnan tasolla edellytys sekä toiminnanohjaukselle että tarkkaavuudelle.

Toiminnanohjaukseen, tarkkaavuuteen ja itsesäätelyyn vaadittavien toimintojen kehittyminen alkaa varhain lapsuudessa ja taustalla vaikuttaa keskushermoston, etenkin etuaivokuoren alueen, kypsyminen (Diamond, 2002; Klenberg, Korkman & Lahti-Nuutila, 2001). Toiminnot kypsyvät rinnakkain, vaikka osin myös eri tahdissa: yksinkertaisempien itsesäätely- ja inhibiitotoimintojen kypsyminen edeltää muiden, monimutkaisempien toimintojen kehittymistä (Klenberg ym., 2001). Kehitys alkaa motorisesta ja impulssien inhibitiosta, joissa tapahtuu merkittävää kypsymistä tyypillisesti viiden ensimmäisen elinvuoden aikana, kehityksen jatkuessa kuitenkin läpi keskilapsuuden (Best, Miller & Jones, 2009; Garon, Bryson, & Smith, 2008). Tarkkaavuudessa kehityksen on puolestaan huomattu olevan voimakkainta 10 ikävuoden tienoilla, jolloin erityisesti tarkkaavuuden suuntaamisen ja ylläpitämisen toiminnoissa tapahtuu merkittävää kehitystä (Klenberg ym., 2001). Myös toiminnanohjauksen muissa prosesseissa tapahtuu kypsymistä keskilapsuuden aikana, mutta monimutkaisemmat toiminnanohjauksen prosessit, jotka ilmenevät esimerkiksi toiminnan sujuvuutena ja suunnitteluna kehittyvät muita taitoja hitaammin kehityksen jatkuessa jopa nuoruusikään asti (Best ym., 2009).

Toiminnanohjaukseen, tarkkaavuuteen ja itsesäätelyyn tarvittavat toiminnot ovat herkästi häiriintyviä kognitiivisia prosesseja, ja lapsilla voi esiintyä niissä vaikeuksia useista eri syistä, kuten erilaisten kehityksellisten häiriöiden liitännäisoreena (Craig ym., 2016; Henry, Messer & Nash, 2012). Usein haasteet kyseisissä toiminnoissa liittyvät kuitenkin aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön (American Psychiatric Association, 2013). Lisäksi toimintakykyyn negatiivisesti vaikuttavia toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden haasteita esiintyy monilla lapsilla myös ilman virallista ADHD-diagnoosia (Almqvist, 2004).

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö on kehityksellinen neuropsykiatrinen häiriö, jonka katsotaan syntyvän useiden geneettisten ja biologisten riskitekijöiden sekä erilaisten ympäristötekijöiden yhteisvaikutuksesta (Biederman & Faraone, 2005; Cortese, 2012). Arvio häiriön maailmanlaajuudesta

esiintyvyydestä lapsilla on vaihdellut meta-analyyseissa noin 5–7 prosentin välillä (Polanczyk, de Lima, Horta, Biederman & Rohde, 2007; Thomas, Sanders, Doust, Beller & Glasziou, 2015; Willcutt, 2012). Tuoretta arviota ADHD:n esiintyvyydestä suomalaisilla lapsilla ei ole, mutta vuonna 1989 toteutetussa laajassa kohorttitutkimuksessa se oli noin 7 prosenttia (Almqvist ym., 1999). Esiintyvyys vaihtelee kuitenkin muun muassa sukupuolen mukaan, sillä ADHD on huomattavasti yleisempää pojilla kuin tytöillä – osin koska tyttöjen oireet jäävät helpommin tunnistamatta (Joelsson ym., 2016; Voutilainen & Puustjärvi, 2014). ADHD:n oireet tulevat ilmi tyypillisesti kouluikään mennessä (American Psychiatric Association, 2013), jolloin lapseen kohdistuvat vaatimukset kouluympäristössä kasvavat, vaikka tarkkaavuus ja toiminnanohjaus ovat vielä kehittymässä olevia taitoja. Osalla oireet vähenevät kehityksen myötä, mutta keskimäärin puolella diagnosoiduista lapsista oireet jatkuvat aikuisuuteen saakka (Lara ym., 2009).

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön ydinoireita ovat tarkkaamattomuus, impulsiivisuus ja ylivilkkaus, joiden perusteella se on jaettu kansainvälisessä tautiluokituksessa kolmeen alaryhmään: tarkkaamattomaan, yliaktiivis-impulsiiviseen sekä yhdistettyyn tyyppiin, jossa lapsella ilmenee sekä tarkkaamattomuutta että yliaktiivisuutta ja/tai impulsiivisuutta (American Psychiatric Association, 2013). Käytännön tasolla ongelmat tarkkaavuudessa voivat ilmetä esimerkiksi keskittymisvaikeuksina, ulkoisista häiriötekijöistä häiriintymisenä, tavaroiden hukkaamisena ja lyhytjänteisyytenä; aktiivisuuden säätelyn vaikeudet puolestaan ylivilkkautena ja levottomana liikehdintänä; impulsiivisuus taas kärsimättömyytenä ja taipumuksena toimia nopeasti ja harkitsemattomasti (Käypä hoito -suositus, 2019). Kuvattujen oireiden lisäksi ADHD:hen liittyy tyypillisesti muun muassa puutteita useilla toiminnanohjauksen osa-alueilla (Barkely, 1997; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005), itsesäätelyssä (Nigg, 2017) ja tunteidensäätelyssä (Christiansen, Hirsch, Albrecht & Chavanon, 2019) sekä haasteita sosiaalisessa toimintakyvyssä (DuPaul, McGoey, Eckert & VanBrakle, 2001). Lisäksi häiriön kanssa esiintyy tavallista useammin päällekkäin myös muita kehityksellisiä haasteita (Voutilainen & Puustjärvi, 2014), psykiatrisia häiriöitä (Gillberg ym., 2004; Joelsson ym., 2016) sekä oppimisvaikeuksia (DuPaul, Gormley & Laracy, 2013).

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön taustalla vaikuttavista tekijöistä on esitetty useita erilaisia teoreettisia selitysmalleja. Selitysmallien runsas määrä kuvastaa ADHD:ssa heikentyneiden kognitiivisten toimintojen päällekkäisyyttä ja määritelmien moninaisuutta. Kognitiivisissa malleissa häiriön taustalla katsotaan vaikuttavan puutteet jossakin tietyissä ydintoiminnossa, kuten reaktioiden inhibitiossa (Barkley, 1997) tai työmuistissa (Baddeley, 1992; Rapport, Chung, Shore & Isaacs, 2001). Motivaatiomalleissa keskeisiksi taustalla vaikuttaviksi tekijöiksi katsotaan muun muassa lapsen alentunut kyky sietää viivettä palkkion saamisessa tai poikkeavat vasteet positiiviseen

vahvistamiseen (Sagvolden, Aase, Zeiner & Berger, 1998; Sonuga-Barke, Taylor, Sembi & Smith, 1992). Säätelemalleissa (Douglas, 1999) puolestaan häiriöön liittyvien vaikeuksien ajatellaan selittyvän itsesäätelyn vaikeuksilla: esimerkiksi kognitiivis-energeettisen mallin mukaan häiriön taustalla on lapsen vaikeus ylläpitää sopivaa vireystilaa ja säädellä suoriutumiseen vaadittavaa ponnistelua (Sergeant, 2000). Mikään yksittäinen malli ei ole täysin onnistunut selittämään ADHD:hen liittyvien oireiden heterogeenisyyttä, joten häiriön taustaa on kuvattu myös monikanavamalleilla. Niiden mukaan useat erilaiset kehityspolut voivat johtaa ADHD:hen, eli taustalla vaikuttavat pulmat vaihtelevat yksilöiden välillä (Nigg & Casey, 2005; Sonuga-Barke 2002).

Mainittujen mallien rinnalle on nostettu viime aikoina yhä enemmän myös neurobiologisia ja fysiologisia selitysmalleja. Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön onkin yhdistetty erilaisia rakenteellisia, toiminnallisia, fysiologisia ja kehityksellisiä poikkeavuuksia aivoissa, etenkin prefrontaalisella aivokuorella sekä alueen yhteyksissä muille aivoalueille (Cortese, 2012; Tripp & Wickens, 2009). Lisäksi ADHD:hen on ehdotettu liittyvän muun muassa puutteellisen itsesäätelyn taustalla vaikuttavia fysiologisia poikkeavuuksia, jotka liittyvät autonomisen hermoston säätelyyn (Beauchaine & Thayer, 2015).

Sykevälivaihtelu aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriössä

Autonomisen hermoston parasympaattisen eli elintoimintoja rauhoittavan osan toiminnan on ehdotettu olevan fysiologinen indikaattori yksilön itsesäätelyn prosesseille (Porges, 2001; Porges, 2007; Thayer ym., 2009). Parasympaattisen hermoston toimintaa voidaan mitata sydämen sykevälivaihtelusta (*heart rate variability*) johdetulla indeksillä, respiratorisella sinusarytmialla (*respiratory sinus arrhythmia*, RSA), joka liittyy hengityksen tuottamiin muutoksiin sydämen sykevälivaihtelussa (Beauchaine, 2001; Porges, 2007). Mitä aktivoituneempi parasympaattinen hermosto on, sitä matalampi on yksilön virittyneisyyden taso: sydämen syke on hitaampi ja RSA saa suurempia arvoja. Kun parasympaattisen hermoston vaikutus on puolestaan pienempi, yksilön kyky nopeaan reagointiin ympäristössä kasvaa, mikä näkyy matalampina RSA:n arvoina (Porges, 2007). Sydämen sykevälivaihtelusta on erotettavissa lukuisia muitakin komponentteja, mutta tässä työssä käsitellään respiratorista sinusarytmiaa ja viitataan siihen termillä sykevälivaihtelu.

Mittaamalla sykevälivaihtelua lepotilassa saadaan tietoa niin sanotusta perustasosta. Lapsilla sykevälivaihtelun matala perustaso on liitetty erilaisiin eksternalisoiviin eli ulospäin suuntautuviin ongelmiin, kuten aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön (Beauchaine, 2001; Graziano & Derefinko, 2013; Rash & Aguirre-Camacho, 2012). Korkeampi sykevälivaihtelun perustaso on puolestaan yhdistetty muun muassa parempiin itsesäätelyn taitoihin lapsilla (Marcovitch ym., 2010; Sulik,

Eisenberg, Spinrad & Silva, 2015). Jos kuitenkin halutaan tutkia tarkemmin yksilön sen hetkistä itsesäätelyn tasoa, voidaan mitata sykevälivaihtelun tehtävänäikaista reaktiivisuutta (Porges, 2007).

Mittaamalla sykevälivaihtelua esimerkiksi kognitiivisesti haastavien tehtävien tai ärsykkeiden aikana saadaan tietoa yksilön sykevälivaihtelussa tapahtuvasta muutoksesta perustasoon verrattuna, eli sykevälivaihtelun reaktiivisuudesta. Reaktiivisuus voi ilmetä sykevälivaihtelun laskuna eli vaimentumisena tai kasvuna eli augmentaationa (Beauchaine, 2001). Porgesin (2007) polyvagaalisen teorian mukaan adaptiivisena reaktiona haastaviin, keskittymistä vaativiin tilanteisiin sympaattisen hermoston toiminta lisääntyy ja parasympaattisen vähenee, jolloin sykevälivaihtelussa tapahtuu vaimentumista perustasoon verrattuna. Vaimentumisen tarkoituksena on auttaa haastavissa, keskittymistä vaativissa tilanteissa yksilöä säätämään elimistön tasapainotilaa, ylläpitämään tarkkaavuutta sekä orientoitumaan paremmin ympäristön muutoksiin (Porges, 2007; Calkins, 1997). Sykevälivaihtelun tehtävänäikaisen vaimentumisen tason ajatellaankin heijastavan yksilön sen hetkistä itsesäätelyn tasoa (Holzman & Bridget, 2017; Porges, 2007).

Myös tutkimukset sykevälivaihtelun reaktiivisuudesta kognitiivisesti haastavien ja itsesäätelyä vaativien tehtävien aikana ovat tukeneet näkemystä vaimentumisen hyödyllisyydestä, sillä tehtävänäikainen vaimentuminen on yhdistetty muun muassa parempaan behavioraaliseen itsesäätelyyn, tunteidensäätelyyn, inhibitioon, toiminnanohjaukseen ja tarkkaavuuteen lapsilla (Blair & Peters, 2003; Calkins, 1997; Calkins & Keane, 2004; Gentzler, Santucci, Kovacs, & Fox, 2009; Marcovitch ym., 2010, Sulik ym., 2015; Wass, 2018). Osassa tutkimuksissa kuitenkin myös liiallinen vaimentuminen on huomattu yhtä huonoksi reaktioksi itsesäätelyn, toiminnanohjauksen ja tunteidensäätelyn tehokkuuden kannalta, kuin olematon vaimentuminen tai augmentaatiokin (Beauchaine, 2013; Marcovitch ym., 2010; Utendale ym., 2014). Siksi optimaalisimpana reaktiona voidaan pitää sitä, että kognitiivisesti haastavaa, itsesäätelyä vaativaa tehtävää suorittaessa sykevälivaihtelussa tapahtuu vaimentumista verrattuna perustasoon, mutta vaimentumisen taso on kuitenkin kohtuullinen.

Kuten sykevälivaihtelun perustasonkin, myös tehtävänäikaisen reaktiivisuuden tason on huomattu olevan yhteydessä erilaisiin eksternalisoiviin ongelmiin ja aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön. Useissa tutkimuksissa ja meta-analyyseissa on löydetty yhteys nimenomaan vähäisemmän tehtävänäikaisen sykevälivaihtelun vaimentumisen ja ADHD:n välillä (Graziano & Derefinco, 2013; Rash & Aguirre-Camacho, 2012; Tenenbaum ym., 2019). Kuitenkin osassa tutkimuksista on saatu myös vastakkaisia tuloksia (Utendale ym., 2014).

Vaikka lisää tutkimusta sykevälivaihtelusta ja sen reaktiivisuudesta tarvitaan, nähdään se kuitenkin aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön ja etenkin itsesäätelyyn merkittävästi liittyvänä psykofysiologisena indikaattorina tai mittarina. Sen soveltamista onkin ehdotettu esimerkiksi

ADHD:n diagnostiseksi apuvälineeksi sekä avuksi riskissä olevien lapsien tunnistamiseen (Utendale ym., 2014). Lisäksi jatkotutkimuksen kohteeksi on esitetty sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutos ADHD:n psykososiaalisen kuntoutuksen seurauksena (Beauchaine, 2013).

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön kuntoutus

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöllä on usein negatiivisia vaikutuksia lapsen elämänlaatuun sekä toimintakykyyn eri elämänalueilla ja monesti siihen liittyy myös erilaisia negatiivisia pitkäaikaisseurauksia (Wehmeier, Schacht & Barkley, 2010; Danckaerts ym., 2010; Erskine ym., 2016). Häiriöön ei ole parantavaa hoitoa, mutta sopivalla kuntoutuksella voidaan vähentää siitä koituvia negatiivisia seurauksia ja parantaa lapsen toimintakykyä (Mohr-Jensen & Steinhausen, 2016; Shaw ym., 2012). Kuntoutuksessa hyödynnetään lääkehoitoa, erilaisia psykososiaalisia hoitomuotoja sekä näiden yhdistelmiä (Käypä hoito -suositus, 2019).

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön lääkehoidossa suositaan eniten stimulanttilääkitystä, joka on yksi tutkituimmista lastenpsykiatrian hoitomuodoista ja jonka tehosta on paljon tieteellistä näyttöä (Airaksinen & Airaksinen, 2003; Cortese ym., 2018; Storebø ym., 2015). Jos häiriöön liittyvä oireilu on vaikeaa ja lääkehoito katsotaan soveltuvaksi muun muassa lapsen iän puolesta, onkin lääkityksen yhdistäminen psykososiaalisiin kuntoutusmenetelmiin usein suositeltavaa (Amado, Jarque & Ceccato, 2016; Ambalavanan & Holten, 2005; Daly, Creed, Xanthopoulos & Brown, 2007; Young & Myanthy Amarsinghe, 2010).

Myös aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön psykososiaaliset kuntoutusmenetelmät ovat runsaasti tutkittuja. Eniten näyttöä tuloksellisuudesta on saatu erilaisilla behavioraalisilla eli käytöksen muokkaamiseen suunnatuilla menetelmillä, joita on hyödynnetty muun muassa vanhempien ohjauksessa, kouluinterventioissa, vertaisryhmissä ja sosiaalisten taitojen harjoittelussa (Antshel & Barkley, 2008; Catalá-López ym., 2017; Chronis, Jones & Raggi, 2005; Daly ym., 2007; Evans, Owens & Bunford, 2014; Fabiano ym., 2009; Pelham & Fabiano, 2008; Pfiffner, 2014). Jonkin verran on näyttöä myös kognitiivisten toimintojen, kuten työmuistin ja tarkkaavuuden suoran kognitiivisen harjoittelun vaikuttavuudesta kyseisten toimintojen paranemiselle, mutta tutkimustulokset ADHD-oireiden vähenemisestä ja vaikutusten yleistymisestä muihin ympäristöihin ovat olleet ristiriitaisia (Cortese ym., 2015; Catala-Lopez ym., 2017; Rapport, Oeban, Kofler & Friedman, 2013). Kognitiivista harjoittelua ei välttämättä tulisi käyttää ainoana ADHD:n kuntoutusmenetelmänä sen kapea-alaisuuden vuoksi, vaan osana kokonaisvaltaisempaa kuntoutusta, jossa huomioidaan lapsen tilanne kokonaisuudessaan, ja johon osallistetaan myös vanhempia (Karch, Albers, Renner, Lichtenauer, von Kries, 2013). Ylipäätään useiden erilaisten psykososiaalisten

menetelmien yhdistely ja kokonaisvaltaisten menetelmien käyttö sekä lapsen ympäristön huomioiminen nähdäänkin hyödyllisenä lasten ADHD:n kuntoutuksessa (Amado ym., 2016; Käypä hoito -suositus, 2019; Pelham & Fabiano, 2008; Young & Myantheni Amarasinghe, 2010).

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön neuropsykologisessa kuntoutuksessa hyödynnetään kokonaisvaltaista lähestymistapaa, jossa otetaan huomioon lapsen ympäristö ja siinä hyödynnetään useita tulokselliseksi todettuja ja yksilöllisesti kohdennettuja menetelmiä, kuten psykoedukaatiota, psyykkistä tukea, ympäristön ohjausta, kognitiivista harjoittelua, strategioiden harjoittelua sekä behavioraalisia menetelmiä (Kalska & Poutiainen, 2011; Närhi & Virta, 2016). Sitä voidaan toteuttaa joko yksilökuntoutuksena tai ryhmässä: ryhmämuotoisen kuntoutuksen etuna on luonnollisempi, lasten arkielämän tilanteita paremmin vastaava ympäristö, jossa myös lasten tarkkaavuus kuormittuu enemmän ja on mahdollisuus sosiaalisten taitojen harjoitteluun (Rantanen ym., 2013). Ryhmämuotoisella neuropsykologisella kuntoutuksella onkin saatu hyviä tuloksia lasten ADHD:n hoidossa (Miranda, Presentación, Siegenthaler & Jara, 2013; Rantanen ym., 2013; Rantanen ym., 2018).

Toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden ryhmäkuntoutus TOTAKU on yksi esimerkki ryhmämuotoisesta neuropsykologisesta kuntoutusmenetelmästä. Se on kehitetty Tampereen yliopiston Psykologian opetus- ja tutkimuskeskus PSYKE:ssä (Rantanen ym., 2013). TOTAKU-ryhmäkuntoutus pohjaa neuropsykologisen kuntoutuksen periaatteisiin ja menetelmiin. Kuntoutuksessa hyödynnetään muun muassa välitöntä palautetta, palkkiojärjestelmiä, malli- ja sijaisoppimista sekä vanhempien ja opettajien ohjausta ja sosiaalisten taitojen harjoittelua. Se on suunniteltu alakouluikäisille lapsille, joilla on tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen vaikeuksia sekä mahdollisesti yliaktiivisuutta ja impulsiivisuutta. Kuntoutus tähtää lasten toiminnanohjauksen, tarkkaavuuden ja itsesäätelyn vahvistamisen ohella myös sosiaalisen kompetenssin ja realistisen minäkuvan kohentamiseen, mutta kuntoutuksen tavoitteet suunnitellaan kuitenkin aina yksilöllisesti lasten heikkoudet huomioiden ja vahvuuksiin nojaten. TOTAKU-ryhmäkuntoutukseen liittyy olennaisesti lastenryhmän tapaamisten lisäksi myös vanhempien oman ryhmän tapaamiset sekä lasten koulujen kanssa tehtävä yhteistyö. TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuottamia myönteisiä muutoksia on havaittu muun muassa lasten toiminnanohjauksen, tarkkaavuuden ja itsesäätelyn taidoissa sekä kognitiivisissa perusvalmiuksissa (Rantanen ym., 2013; Rantanen ym., 2018). Menetelmän tuloksellisuutta on arvioitu tutkimuksissa ja opinnäytetöissä useilla eri menetelmillä.

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön kuntoutuksen tuloksellisuuden arviointi

Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön kuntoutuksen tuloksellisuutta voidaan tutkia monista eri näkökulmista. Usein kuntoutuksen vaikutuksia arvioidaan ydinoireiden vähenemiseen tai toimintakyvyn paranemiseen perustuen, jolloin voidaan hyödyntää erilaisia diagnostisiin kriteereihin perustuvia oirekyselyitä (Pelham, Fabiano & Massetti, 2005; Woods ym., 2014). Myös TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta on tutkittu eniten juuri vanhempien ja opettajien täyttämällä arviointilomakkeilla (Rantanen ym., 2013; Rantanen ym., 2018). Arviointilomakkeiden käyttöön interventiotutkimuksessa liittyy kuitenkin myös rajoitteita, sillä muun muassa opettajien ja vanhempien arvioiden lapsen ADHD-oireiden voimakkuudesta on huomattu poikkeavan toisistaan jonkin verran (Narad ym., 2015). Lisäksi arviointilomakkeen vastaukset riippuvat aina arvioitsijan omasta subjektiivisesta kokemuksesta lapsen käytöksestä, mikä voi saada aikaan positiivisen vinouman syntymisen arvioihin, etenkin silloin kun arvioija on itse sitoutunut lapsen kuntoutukseen (Sonuga-Barke ym., 2013). Tutkimalla kuntoutuksen tuloksellisuutta neuropsykologisilla arviointitehtävillä, eli niin sanotuilla neuropsykologisilla testeillä, on mahdollista saada objektiivisempi kuvaus lapsen kuntoutuksen aikaisesta edistymisestä, sekä tärkeää tietoa käyttäytymisessä tapahtuneiden muutosten taustalla vaikuttavista neurokognitiivisista toiminnoista.

TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta on tutkittu neuropsykologisilla testeillä, vaikka tutkimus onkin vähäisempää kuin vanhempien ja opettajien arviointeihin perustuva tutkimus (Rantanen ym., 2013). Positiivista muutosta on havaittu kuntoutuksen jälkeen muun muassa lasten visuokonstruktiivisessa suoriutumisessa eli näönvaraisen tiedon yhdistämisessä hienomotorikkaan (Eränen, 2000), sekä tehtävissä, jotka arvioivat impulssien inhibitiota, kuulonvaraisen tarkkaavuuden ylläpitoa sekä toiminnan sujuvuutta (Ermä, 2005). Neuropsykologisten testien käyttöä kuntoutuksen tuloksellisuuden mittarina on kuitenkin kritisoitu siitä, että ne eivät välttämättä aina kuvaa hyvin lapsen arjessa tapahtuneita muutoksia (Pelham ym., 2005). Lisäksi neuropsykologisilla testeillä arvioituna ADHD:hen keskeisesti liittyvät ongelmat eivät välttämättä tule aina kovin hyvin esiin, sillä arviointitilanteessa lapsi on häiriöttömässä tilassa kahdestaan tarkkaavuutta tukevan aikuisen kanssa, jolloin suoriutuminen on lapselle helpompaa kuin monissa arkielämän tilanteissa (Voutilainen & Puustjärvi, 2014). Psykologisten testimenetelmien rinnalla olisikin hyvä käyttää samanaikaisesti myös muita menetelmiä kuntoutuksen tuloksellisuuden mahdollisimman objektiivisessä arvioinnissa.

Fysiologisia mittareita on hyödynnetty aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön kuntoutuksen tuloksellisuuden mittaamisessa vasta hyvin vähän. Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden tarkastelu on kuitenkin tällä saralla lupaava mahdollisuus, sillä sitä on aiemmissa tutkimuksissa käytetty itsesäätelyn psykofysiologisena mittarina (Holzman & Bridget, 2017). Sykevälivaihtelun

reaktiivisuutta on lisäksi tutkittu ADHD:n lääkehoidon vaikuttavuuden mittarina: Kim ja kumppanit (2015) huomasivat tutkimuksessaan, että lasten tehtävän aikana mitatussa sykevälivaihtelun tasossa tapahtui laskua 12 viikon pituisen lääkehoidon seurauksena, eli toisin sanoen sykevälivaihtelun vaimentuminen voimistui hoidon seurauksena. Tutkimuksessa havaittu muutos sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa oli myös yhteydessä arviointilomakkeella mitattujen ADHD-oireiden vähenemiseen. Kansainvälistä tutkimusta sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksesta psykososiaalisen kuntoutuksen seurauksena ei ole puolestaan saatavilla. Sykevälivaihtelun reaktiivisuutta on kuitenkin ehdotettu muun muassa ADHD:n psykososiaalisen kuntoutuksen tuloksellisuuden ennustajaksi: Beauchaine ja kumppanit (2013) huomasivat tutkimuksessaan, että lapset, joilla alkumittauksessa tehtävänäikainen sykevälivaihtelun vaimentuminen oli heikompaa, oli interventio erityisen hyödyllinen vähentämään oirekyselyin mitattua tarkkaamattomuutta. Vaikka tutkimuksessa ei tarkasteltu, oliko kuntoutuksella vaikutuksia ADHD-lasten sykevälivaihtelun reaktiivisuuteen, jatkotutkimuksen tarve aiheesta nostettiin kuitenkin esiin. Myös Utendale ja kumppanit (2014) ovat esittäneet, että sykevälivaihtelun reaktiivisuutta voitaisiin mahdollisesti hyödyntää mittarina psykososiaalisten interventioiden tuloksellisuuden arvioinnissa. Geenitutkimuksissa ympäristön on todettu vaikuttavan sykevälivaihtelun kehitykseen (Kupper ym., 2004), mikä osaltaan tukee ajatusta siitä, että sykevälivaihtelun reaktiivisuuteen voisi olla mahdollista vaikuttaa myös psykososiaalisella kuntoutuksella lasten parantuneiden itsesäätelyn taitojen kautta.

Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta mittaamalla lasten sykevälivaihtelun reaktiivisuutta sekä arvioimalla suoriutumista neuropsykologisissa testitehtävissä kuntoutuksen alussa, sen puolivälissä sekä kuntoutuksen päättyessä. Tavoitteena on erityisesti tutkia, ovatko kuntoutuskauden aikana tapahtuneet muutokset sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa samansuuntaisia kuin muutokset neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa ja siten selvittää sykevälivaihtelun reaktiivisuuden soveltuvuutta ADHD:n psykososiaalisen kuntoutuksen tuloksellisuusmittariksi.

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä on, tapahtuuko kuntoutukseen osallistuvien lasten tehtävänäikaisen sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa muutosta kuntoutuskauden aikana verrattuna alkutilanteeseen. Sykevälivaihtelun tehtävänäikaisen vaimentumisen tason on esitetty heijastavan yksilön itsesäätelyn tasoa (Holzman & Bridget, 2017; Porges, 2007) ja vaimentuminen nähdään inhibitiota vaativassa tehtävässä suoriutumisen kannalta adaptiivisena reaktiona (esim. Blair & Peters, 2003). Tutkittavien tehtävänäikaisen sykevälivaihtelun vaimentumisen odotetaan voimistuvan

kuntoutuskauden aikana, sillä TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen on todettu vaikuttavan positiivisesti itsesääteilyyn ja myös sen toiminnan kannalta oleellisiin toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden prosesseihin (Rantanen ym., 2013; Rantanen ym., 2018).

Toisena tutkimuskysymyksenä on, tapahtuuko kuntoutukseen osallistuvien lasten toiminnanohjaus- ja tarkkaavuustoiminnoissa muutosta kuntoutuskauden aikana verrattuna alkutilanteeseen inhibitiota, visuaalista tarkkaavuutta, motorista säätelyä ja auditiivista tarkkaavuutta arvioivilla neuropsykologisilla testitehtävillä mitattuna. Toiminnanohjaus- ja tarkkaavuustoiminnoissa odotetaan tapahtuvan paranemista, sillä TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen on aiemmin huomattu vaikuttavan niihin positiivisesti useilla eri mittareilla arvioituna (Rantanen ym., 2013), ja neuropsykologisilla testitehtävillä mitattuna paranemista on huomattu sekä inhibitiota, motorista säätelyä että auditiivista tarkkaavuutta arvioivissa tehtävissä (Ermi, 2005).

Kolmantena tutkimuskysymyksenä on, ovatko kuntoutukseen osallistuvilla lapsilla havaitut mahdolliset muutokset sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa sekä neuropsykologisin testitehtävin arvioiduissa toiminnanohjauksessa ja tarkkaavuudessa yhteydessä toisiinsa. Neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisen paranemisen odotetaan olevan yhteydessä sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumiseen kuntoutuskauden aikana. Tämä perustuu oletukseen, että molempien muutosten taustalla vaikuttaa lasten kuntoutuksen myötä parantuneet itsesääteilytaidot: koska itsesääteily on keskeisesti toiminnanohjaukseen ja tarkkaavuuteen liittyvä toiminto (Diamond, 2013; Eisenberg ym., 2007), TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen voidaan olettaa toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden ohella vahvistavan myös itsesääteilyä ainakin välillisesti. Kolmannen tutkimuskysymyksen avulla pyritään erityisesti selvittämään, heijastelevatko molemmat tutkimuksessa käytetyt arviointimenetelmät samaa asiaa, eli itsesääteilykyvyn paranemista, ja soveltuuko sykevälivaihtelun reaktiivisuus siten ADHD:n kuntoutuksen tuloksellisuuden mittariksi.

Tutkimuksessa tarkastellaan lasten sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ja neuropsykologisin testitehtävin arvioiduissa toiminnanohjauksessa ja tarkkaavuudessa tapahtuneita muutoksia suhteessa alkutilanteeseen ennen kuntoutusta. Muutoksia tutkitaan sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä, eli sekä väli- että loppumittauksen tuloksia verrataan alkumittauksen tuloksiin. Väli- ja loppumittauksen välistä muutosta ei puolestaan tarkastella analyyseissä: kuntoutuksen tuloksellisuutta halutaan verrata lasten lähtötasoon, sillä aiempi tutkimusnäyttö ei tue ajatusta siitä, että muutos lasten taidoissa painottuisi juuri TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen loppupuolelle (esim. Rantanen ym., 2013). Tyypillisesti tämän kaltaisessa kuntoutustutkimuksessa arvioidaan vain alku- ja loppumittauksen välillä tapahtunutta muutosta, koska tarkasteltavat ilmiöt ovat sellaisia, että niiden voidaan ajatella vaativan aikaa muuttuakseen. Tässä tutkimuksessa haluttiin kuitenkin säilyttää myös välimittaus tilastollisiin analyyseihin, sillä loppumittauksessa puuttuvan datan määrä oli melko suuri ja

tilastollinen selitysvaiva pystyttiin säilyttämään suurempaa alku- ja välimittauksen kuin alku- ja loppumittauksen välillä.

MENETELMÄT

Tutkimuksen toteutus ja tutkittavat

Tutkimuksessa käytetty aineisto on kerätty vuosien 2018–2019 aikana osana laajempaa Tampereen yliopiston Cognirem-tutkimusprojektia, joka on saanut myönteisen lausunnon vuonna 2018 Tampereen alueen ihmistieteiden eettiseltä toimikunnalta. Tutkimusprojektissa alakouluikäiset lapset, joilla on haasteita toiminnanohjauksessa ja tarkkaavuudessa, osallistuivat TOTAKU-ryhmäkuntoutukseen, johon yhdistettiin lisäksi lyhyt jakso kognitiivista peliharjoittelua vuorovaikutteisilla tietokonepeleillä. Tutkittavat olivat syksyllä 2018 TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen Psykologian opetus- ja tutkimuskeskus PSYKE:ssä aloittaneita lapsia – kaikkiaan 19 lasta 20 kuntoutuksen aloittaneesta osallistui tutkimukseen. Ryhmäkuntoutukseen osallistuvilla lapsilla ja heidän vanhemmiltaan annettiin ensin tietoa tutkimuksesta, minkä jälkeen heiltä pyydettiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta.

Kaikilla tutkimukseen osallistuneilla lapsilla oli ammattilaisen toteamia toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden vaikeuksia tai aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön diagnoosi. TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen poissulkukriteereinä olivat vaikea-asteiset käytös- tai tunne-elämän ongelmat, sekä kuntoutuksen sitoutumista vaikeuttava perhetilanne. Tutkimukseen osallistuvista lapsista 4 oli tyttöjä (21 %) ja 15 poikia (79 %). Lapset olivat kuntoutuksen alussa iältään 8–12-vuotiaita (*ka* 9,7). Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön diagnoosi oli 8 lapsella ja ADHD-lääkitys oli käytössä 6 lapsella.

Neljästä lapsesta koostuvat ryhmät kokoontuivat kerran viikossa 90 minuutin ajan, yhteensä 10 kuukauden pituisen kuntoutuskauden ajan. Ryhmätapaamisten ohjelma oli strukturoitua ja toistui melko samanlaisena viikosta toiseen, mukailen TOTAKU-käsikirjan (Rantanen ym., 2013) toimintaperiaatteita: tyypillinen ryhmäkerta koostui ohjelman läpikäymisestä, kuulumisista, leikistä, tehtävästä, meuhetkestä, pelistä, rentoutumisesta ja arvioinnista. Lasten toiminnanohjausta ja tarkkaavuutta tuettiin ryhmissä monin eri keinoin, kuten visuaalisella tuella, selkeillä säännöillä ja ohjeilla, konkreettisilla ja realistisilla tavoitteilla, sekä välittömällä myönteisellä palautteella ja palkkiojärjestelmällä. Lastenryhmissä kuntouttajina toimi kaksi psykologia tai neuropsykologiaan erikoistunutta psykologia, minkä lisäksi osassa ryhmistä toimi kolmantena ohjaajana maisterivaiheen

psykologian opiskelija. Kuntoutusryhmiä oli kaikkiaan viisi ja lapset oli jaettu ryhmiin siten, että he olivat keskenään mahdollisimman samankaltaisia ikätasonsa sekä haasteidensa ja kuntoutuksen tavoitteidensa osalta. Koska ryhmiä oli yhteensä viisi ja ryhmissä oli eri kuntouttajat, jokaisen ryhmän toiminta muovautui hieman erilaiseksi lasten yksilöllisten tavoitteiden mukaan. Ryhmien saaman kuntoutuksen samankaltaisuutta voidaan kuitenkin perustella sillä, että kuntoutustoiminta perustui käsikirjaan ja kuntouttajat olivat kouluttautuneita menetelmän käyttöön.

Lastenryhmien ohella toimi lisäksi vanhempienryhmät, jotka kokoontuivat noin kerran kuukaudessa 90 minuutin ajan. Jokaisen vanhempienryhmän ohjauksesta vastasi yksi psykologi tai neuropsykologiaan erikoistunut psykologi ja yhteen ryhmään kuului aina yhden lastenryhmän vanhemmat. Ryhmissä käsiteltiin muun muassa erilaisia vanhemmuuteen liittyviä teemoja sekä hyviä kasvatukseenkeinoja. Vanhempien lisäksi työskenneltiin myös lasten opettajien ja koulujen kanssa koulupalavereiden muodossa, joissa suunniteltiin yhteistyössä kullekin lapselle sopivia tukitoimia kouluympäristössä sovellettavaksi. Vanhempien ja opettajien kanssa tehdyn yhteistyön tarkoituksena oli ennen kaikkea siirtää lasten saaman kuntoutuksen vaikutuksia myös lapsen muihin toimintaympäristöihin.

Osana ryhmäkuntoutusta tutkittavat osallistuivat 6 viikon pituiseen kognitiiviseen peliharjoittelujaksoon, joka toteutettiin vuorovaikutteisilla tietokonepeleillä ja nivottiin osaksi viikoittaisia ryhmätapaamisia. Puolet lapsista osallistui peliharjoitteluun syksyllä ja puolet keväällä. Kognitiivinen peliharjoittelujakso toteutettiin pareittain siten, että ryhmän kaksi pelaavaa lasta osallistuivat ryhmätapaamisen alussa tavallisesti ohjelman läpikäymiseen ja kuulumisten kertomiseen, jonka jälkeen he siirtyivät toisen kuntouttajan kanssa erilliseen pelitilaan pelaamaan kahta tietokonepohjaista vuorovaikutteista peliä. Pelaajien poistuttua kaksi muuta lasta jäi toisen kuntouttajan kanssa ryhmään, jossa harjoiteltiin sillä aikaa perinteisemmillä tavoilla vastaavia asioita kuin peliharjoittelussakin, eli muun muassa impulssien inhibitiota ja tehtävätyöskentelyä pareittain. Puolen tunnin pelaamisen jälkeen pelaajat palasivat ryhmään viimeisen 15 minuutin ajaksi, osallistuen rentoutukseen ja arviointiin. Kokonaisuutena kaikki tutkittavat kävivät läpi samankaltaisen kuntoutuksen, vaikka peliharjoittelujaksot ajoittuivatkin eri kohtiin kuntoutuskautta.

Tutkittaville teetettiin sykevälivaihtelun mittaus sekä toiminnanohjausta ja tarkkaavuutta arvioivat neuropsykologiset testitehtävät syksyllä kuntoutuskauden alkaessa (T1), kuntoutuskauden puolivälissä (T2), sekä keväällä kuntoutuksen päättyessä (T3). Mittauskerrat toistuivat muutoin samanlaisia, mutta sykevälivaihtelun mittauksen ja neuropsykologisten testitehtävien teettämisen esitysjärjestys tasapainotettiin vaihtelemalla sitä tutkittavien kesken eri mittauskerroilla. Lisäksi puolivälin mittauksessa tutkittaville teetettiin hieman suppeampi määrä neuropsykologisia testitehtäviä kuin alku- ja loppumittauksissa.

Tuloksellisuusmittarit

Sykevälivaihtelu. Sykevälivaihtelua mitattiin tutkimuksessa kolmen ihon pinnalle asetettavan tarraelektrodin avulla, Nexus-10 -mittalaitteella (Mind Media B.V.). Sykevälivaihtelua mitattiin ensin lepotilassa lapsen rentoutuessa ja katsoessa noin 6 minuutin pituista rauhallista videota naisesta, joka rakentaa ja purkaa palikoista tornia. Seuraavaksi sykevälivaihtelua mitattiin kognitiivisesti haastavan, keskittymistä ja itsesäätelyä vaativan tehtävän aikana, jonka kesto oli noin 14 minuuttia. Tehtäväksi valittiin CPT-tehtävä (*Conners' Continuous Performance Test, CPT-II*), jossa tietokoneen näytölle ilmestyy eri kirjaimia vaihtelevilla nopeuksilla ja tarkoituksena on painaa hiiren nappia mahdollisimman nopeasti kaikkien muiden kirjaimien, paitsi x-kirjaimen kohdalla (Conners, 2000). Tehtävässä suoriutumiseen vaaditaan melko pitkään jatkuvaa tarkkaavuuden ylläpitoa sekä impulssien ehkäisyä, mikä tekee siitä haastavan ja itsesäätelyä kuormittavan tehtävän. Tutkimustilanteissa tehtiinkin havainto, että CPT-tehtävä oli usealle lapselle liian haastava saattaa loppuun asti. Tästä syystä päädyttiin sykevälivaihtelun mittauksen luotettavuuden lisäämiseksi ottamaan aineiston analysointiin mukaan CPT-tehtävän alusta vain kahden minuutin jakso. Myös lepotilassa mitatusta sykevälivaihtelusta otettiin mukaan vastaavan pituinen jakso mittauksen alusta, johon tehtävänäikaista sykevälivaihtelua verrattiin. Tutkimuksissa on todettu, että tällainen niin sanottu ”ultra-short”, eli erityisen lyhyt sykevälivaihtelun mittaus, antaa yhtä luotettavan mittaustuloksen kuin pidempi, standardina pidetty 5 minuutin mittausjakso (Baek, Cho, Cho & Woo, 2015). Kerätystä sykedatasta erotettiin kiinnostuksen kohteena olevan respiratorisen sinusarytmian arvot MATLAB-ohjelman RSA-algoritmyökalulla (Peltola, Hietanen, Forssman, & Leppänen, 2013) 0.15–0.40 Hz:n taajuudella, jolla se tyypillisesti vaihtelee nuoruusikäisillä ja aikuisilla (Berntson ym., 1997). Vauvoilla ja pikkulapsilla taajuus on tyypillisesti korkeampi, mutta korkeampia taajuuksia on suositeltu kuitenkin käytettävän pääosin alle neljävuotiailla lapsilla tehdyissä tutkimuksissa (Bar-Haim, Marshall & Fox, 2000).

Tarkkaavuus ja toiminnanohjaus. Tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen toimintoja mitattiin tutkimuksessa NEPSY-II-tehtävillä. NEPSY-II on yleisesti käytetty neuropsykologinen testimenetelmä lapsen kognitiivisten vahvuuksien ja heikkouksien arviointiin (Korkman, Kirk & Kemp, 2008). NEPSY-II:n osatehtävistä tutkimukseen valittiin Inhibitio-, Patsas-, Visuomotorinen tarkkuus-, Visuaalinen tarkkaavuus- sekä Auditiivinen tarkkaavuus -tehtävät. Tutkimukseen valittujen osatehtävien on huomattu erottuvan hyvin ADHD-lapsia kontrolliryhmän lapsista (Korkman ym., 2008). Kaikki tehtävät toistettiin jokaisella kolmella mittauskerralla, lukuun ottamatta

osatehtäviä Visuaalinen- ja Auditiivinen tarkkaavuus, jotka jätettiin pois välimittauksesta. Kaikki muut osatehtävät olivat tarkkaavuutta ja toiminnanohjausta arvioivasta osiosta lukuun ottamatta Visuomotorinen tarkkuus -tehtävää, joka sisältyy sensomotorisia toimintoja arvioivaan osioon. Se otettiin kuitenkin mukaan tutkimukseen, sillä neurokognitiiviset prosessit eivät yleensä rajoitu ainoastaan siihen osioon, johon kukin osatehtävä NEPSY-II:ssa on sijoitettu (Korkman ym., 2008).

NEPSY-II:n osatehtävistä on mahdollista eritellä, mitä toiminnanohjauksen tai tarkkaavuuden osa-aluetta niillä pääosin arvioidaan (Korkman ym., 2008). Impulssikontrollia ja oman toiminnan säätelyä arvioivia tehtäviä ovat Inhibitio ja Patsas. Inhibitio-tehtävässä lapsen tulee nimetä kuvioita vaihtuvien sääntöjen mukaan ja ehkäistä automaattisia reaktioita uudenlaisten vastaustapojen tuottamiseksi. Patsas-tehtävässä lapsen on puolestaan tarkoitus pysyä vaadittu aika paikallaan sekä jättää ulkopuolelta tulevat ärsykkeet huomiomatta, ja tehtävässä arvioidaan erityisesti motorisen toiminnan säätelyä. Visuomotorinen tarkkuus -tehtävässä arvioidaan puolestaan silmän ja käden yhteistyötä sekä hienomotoriikkaa: siinä lapsen tehtävänä on piirtää viiva rataa pitkin mahdollisimman nopeasti ilman, että radan reunoja kosketetaan. Visuaalinen tarkkaavuus -tehtävässä lapsen tulee etsiä mallin mukaisia kuvia useiden vain hieman toisistaan poikkeavien kuvien joukosta, ja tehtävässä arvioidaan valikoivan näönvaraisen tarkkaavuuden ylläpitoa ja suuntaamista. Auditiivinen tarkkaavuus -tehtävässä puolestaan arvioidaan valikoivan kuulonvaraisen tarkkaavuuden ylläpitoa sekä kykyä vaihtaa tarkkaavuuden kohdetta. Tehtävässä lapsi kuulee nauhalta useita eri sanoja, joista vain osaan tulee reagoida muuttuvan säännön mukaan. Vaikka toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden osaprosesseja voidaankin teoriassa arvioida osatehtävien avulla, kaikkien tehtävien tekoon vaaditaan kuitenkin useita eri tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen toimintoja sekä muun muassa itsesäätelykykyä, eikä mikään tehtävä mittaa vain jotakin yksittäistä kognitiivista toimintaa.

Tutkimukseen mukaan valittu Patsas-tehtävä on suunnattu nuoremmille kuin mitä tutkittavat olivat, eikä normeja ole olemassa yli 6-vuotiaille lapsille (Korkman ym., 2008), mutta tehtävä haluttiin kuitenkin sisällyttää tutkimukseen, sillä sen avulla on mahdollista arvioida lasten motorista säätelyä. Patsas-tehtävää päädyttiinkin muokkaaman haastavammaksi lisäämällä sen loppuun ylimääräinen häiriö (testaaja sanoo ”tule”) sekä lisäämällä 15 sekuntia paikallaanoloaikaa uuden häiriön jälkeen, jolloin tehtävän kokonaiskesto nousi 75 sekunnista 90 sekuntiin.

Aineiston analysointi

Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden tarkastelua varten muodostettiin uusi muuttuja. Reaktiivisuutta kuvaava muuttuja saatiin vähentämällä CPT-tehtävän aikana mitatusta sykevälivaihtelusta perustason

aikana mitattu sykevälivaihtelu. Näin ollen reaktiivisuusmuuttujan negatiivinen arvo kertoo sykevälivaihtelun tehtävänäikaisesta laskusta eli vaimentumisesta verrattuna perustasoon ja positiivinen arvo puolestaan sykevälivaihtelun kasvusta eli augmentaatiosta.

Neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumista päätettiin tarkastella raakapisteiden avulla, sillä pienessä aineistossa tuloksia ei haluttu supistaa standardipisteisiin tilastollisen selitysvoinan säilyttämiseksi. Tästä ainoana poikkeuksena oli Visuomotorinen tarkkuus -tehtävä, jossa raakapisteiden lisäksi tarkasteltiin myös standardipisteitä, sillä tehtävän kokonaispisteet muodostuvat yhteisesti virheiden määrästä ja tehtävään käytetystä ajasta.

Kerätyssä tutkimusaineistossa on jonkin verran puuttuvia tietoja: lopullinen aineisto koostui alkumittauksessa 18 tutkittavan sykevälivaihtelun mittauksesta ja 19 tutkittavan neuropsykologisista testitehtävistä, välimittauksen 17 tutkittavan sykevälivaihtelun mittauksesta ja 18 tutkittavan neuropsykologisista testitehtävistä sekä loppumittauksen 14 tutkittavan sykevälivaihtelun mittauksesta ja 17 tutkittavan neuropsykologisista testitehtävistä. Tutkittavien määrä karsiutui jonkin verran sekä väli- että loppumittauksissa, sillä osa lapsista ei halunnut osallistua tai päässyt osallistumaan kaikille mittauskerroille, ja yhden lapsen kuntoutus keskeytyi ennen loppumittausta. Lisäksi yhden tutkittavan sykevälivaihtelun mittaustulos jouduttiin jättämään pois, sillä lapsi ei tehnyt mittauksen aikaista tehtävää kuten oli tarkoitus. Neuropsykologisissa testitehtävissä puuttuvia tuloksia on myös joissakin yksittäisissä osatehtävissä, jos kaikkia osatehtäviä ei mittauskerralla saatu tehtyä loppuun johtuen lapsen väsymisestä tai kieltäytymisestä.

Tilastolliset analyysit

Aineiston tilastolliseen analysointiin käytettiin IBM SPSS Statistics 25 -ohjelmaa. Tilastolliset analyysit tehtiin käyttäen epäparametrisia menetelmiä, sillä tutkimusaineiston koko oli pieni, eikä oletus havaintojen normaalista jakautuneisuudesta aineiston muuttujissa täytynyt kaikilta osin (Shapiro-wilk -testi $p < .05$). Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden ja neuropsykologisten testitehtävien muutosten kuvailussa käytettiin frekvenssejä, keskiarvoja, keskihajontoja ja luottamusväliä, sillä ne sopivat hyvin aineiston kuvailuun. Lisäksi muutosten välisen yhteyden kuvaamisessa valittiin pientä aineistoa paremmin havainnollistamaan taulukon sijaan sirontakuviot.

Sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ja neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa tapahtuneiden muutosten välisen yhteyden tutkimista varten muodostettiin yksittäisten tutkittavien muutosta kuvaavat deltapisteet, joissa jokaisen tutkittavan neuropsykologisten testitehtävien pisteiden ja reaktiivisuusmuuttujien väli- ja loppumittausten arvoista vähennettiin alkumittauksen arvot. Näin ollen positiivinen delta-arvo kuvaa neuropsykologisten testitehtävien osalta osatehtävän

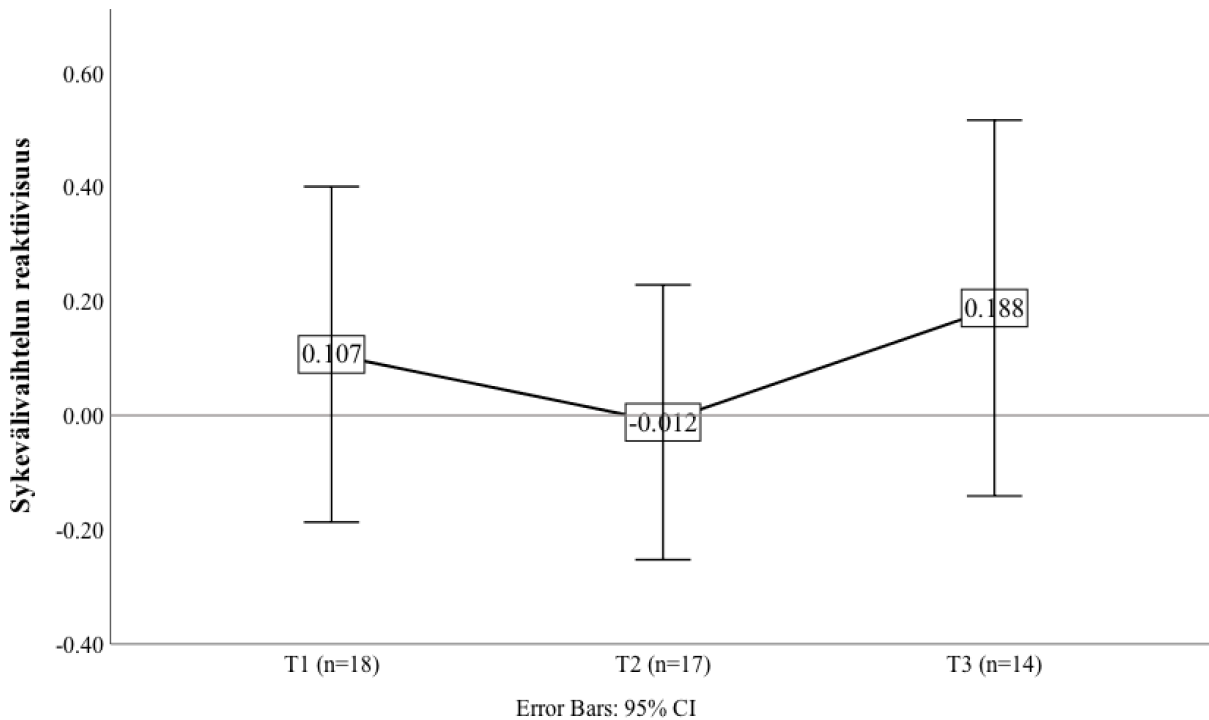
pistemäärän kasvua tai tehtävään käytetyn ajan lisääntymistä suhteessa lähtötilanteeseen ja negatiivinen arvo niiden vähenemistä. Samoin sykevälivaihtelun reaktiivisuuden osalta positiivinen delta-arvo kuvaa sykevälivaihtelussa tapahtunutta kasvua eli augmentaation lisääntymistä ja negatiivinen laskua eli vaimentumisen voimistumista suhteessa lähtötilanteeseen. Tilastollista analyysia varten deltapisteet jaettiin lisäksi mediaanien perusteella kahteen luokkaan, joiden ajateltiin kuvaavan keskimääräistä isompaa muutosta suuntaan tai toiseen sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ja osatehtävässä suoriutumisessa. Osassa neuropsykologisista testitehtävistä joidenkin yksittäisten tutkittavien deltapisteet olivat samoja kuin koko ryhmän mediaani, jolloin heidät sijoitettiin keskimääräistä suurempien deltapisteiden luokkaan, eli luokkaan, joka kuvaa tehtävässä suoriutumisen paranemista.

Kuntoutuksen aikana tapahtuneita muutoksia sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ja neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa tutkittiin Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä (*Wilcoxon Signed-Rank Test*), joka on epäparametrinen vastine riippuvien otosten t-testille. Efektikoot Wilcoxonin testin arvoille laskettiin kaavalla $r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$ (Fritz, Morris & Richler, 2012). Sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ja osatehtävissä suoriutumisessa tapahtuneiden muutosten välistä yhteyttä tarkasteltiin puolestaan ristiintaulukoinnilla ja Fisherin eksaktilla testillä. Tilastollista merkitsevyyttä tarkastellaan tuloksissa 5 % merkitsevyytasolla, mutta aineiston pienen koon vuoksi raportoidaan myös tilastollisesti suuntaa-antavat tulokset ($p < .11$).

TULOKSET

Kuntoutuksen aikaiset muutokset tehtävänäikaisessa sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa

Sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta alkumittauksen T1 ja välimittauksen T2 välillä ($Z = -.639, p = .523$), eikä alkumittauksen T1 ja loppumittauksen T3 välillä ($Z = -.157, p = .875$). Sykevälivaihtelun reaktiivisuusmuuttujan keskiarvot ja 95 % luottamusvälit kolmessa mittauspisteessä on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden keskiarvot kuntoutuksen alussa (T1), puolivälissä (T2) ja loppuessa (T3). Kuvioon on lisätty otoskoot (n) eri aikapisteissä. Lisäksi kuvioon on merkitty janat kuvaamaan 95 % luottamusvälejä.

Kuntoutuksen aikaiset muutokset neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa

Taulukossa 1 on esitetty kaikkien NEPSY-II-tehtävien keskiarvot ja keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksessa sekä mittausten väliset erot. Suoriutuminen neuropsykologisissa testitehtävissä parani kuntoutuskauden aikana Inhibitio- ja Visuaalinen tarkkaavuus -tehtävien osalta. Inhibitio-tehtävässä muutos oli tilastollisesti merkitsevää alku- ja välimittauksen välillä ($Z = 2.419, p = .032, r = -.398$) sekä suuntaa antava ($Z = 1.635, p = .102, r = -.280$) alku- ja loppumittauksen välillä. Visuaalinen tarkkaavuus -tehtävässä muutos oli tilastollisesti merkitsevä alku- ja loppumittauksen välillä ($Z = 2.355, p = .019, r = -.416$), välimittauksessa kyseistä tehtävää ei teetetty tutkittaville. Suoriutuminen Visuomotorinen tarkkuus -tehtävässä vaikuttaisi puolestaan huonontuneen. Standardipisteillä tarkasteltuna tehtävässä suoriutuminen heikkeni tilastollisesti merkitsevästi alku- ja välimittauksen välillä ($Z = -1.717, p = .047, r = -.326$, mutta alku- ja loppumittauksen välillä standardipisteissä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ($Z = 1.437, p = .151, r = -.243$). Vaikka Visuomotorinen tarkkuus -tehtävään käytetty aika väheni tilastollisesti merkitsevästi sekä alku- ja välimittauksen ($Z = 3.223, p = .001, r = .530$) että alku- ja loppumittauksen ($Z = 2.387, p = .001, r = .573$) välillä, myös virheiden määrä kasvoi tilastollisesti merkitsevästi sekä alku- ja välimittauksen

($Z = 2.863, p = .004, r = .471$) että alku- ja loppumittauksen ($Z = 2.767, p = .006, r = .468$) välillä. Patsas- ja Auditiivinen tarkkaavuus -tehtävissä ei tullut esille tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

TAULUKKO 1. NEPSY-II-osatehtävien keskiarvot (ka), keskihajonnat (kh) ja otoskoot (n) alku-, (T1) väli- (T2) ja loppumittauksessa (T3) sekä testisuureet (Z) ja merkitsevyysarvot (p) alku- ja välimittauksen (T2 vs. T1) sekä alku- ja loppumittauksen (T3 vs. T1) välillä.

	T1	T2	T3	Z ^a	p
	ka, (kh)	ka, (kh)	ka, (kh)	T2 vs. T1	T2 vs. T1
	n	n	n	T3 vs. T1	T3 vs. T1
Inhibitio <i>rp</i>	117.32, (3.56)	118.83, (1.62)	118.87, (1.46)	2.419	.032*
	19	18	15	1.635	.102(*)
Patsas <i>rp</i>	33.32, (3.82)	33.28, (5.03)	34.79, (1.67)	-.667	.505
	19	18	14	1.472	.141
Visuomotorinen tarkkuus <i>sp</i>	8.16, (3.25)	7.06, (2.88)	7.19, (2.04)	-1.717	.047*
	19	18	16	1.437	.151
Visuomotorinen tarkkuus <i>virheet rp</i>	4.42, (5.37)	9.72, (13.92)	9.31, (10.32)	2.863	.004*
	19	18	16	2.767	.006*
Visuomotorinen tarkkuus <i>aika s</i>	145.68, (55.59)	102.11, (30.02)	89.13, (25.05)	3.223	.001*
	19	18	16	2.387	.001*
Visuaalinen tarkkaavuus <i>rp</i>	20.24, (7.70)	-	23.87, (6.85)	-	-
	17		15	2.355	.019*
Auditiivinen tarkkaavuus <i>rp</i>	110.22, (13.28)	-	109.29, (16.38)	-	-
	18		14	-.420	.675

rp = raakapisteeet, *s* = aika sekunteina, *sp* = standardipisteet

^a Wilcoxonin testi

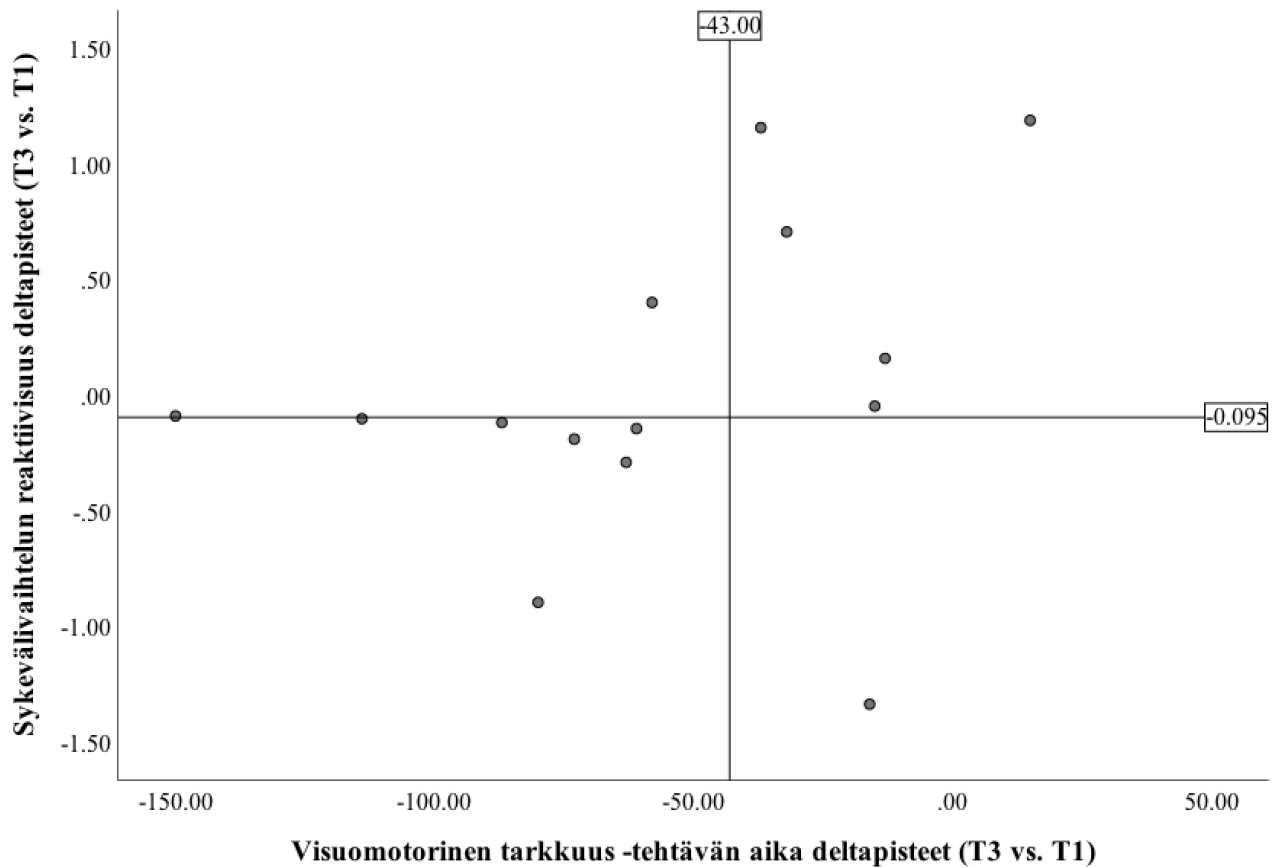
* $p < .05$, (*) $p < .11$

Sykevälivaihtelulla ja neuropsykologisilla testitehtävillä arvioitujen muutosten yhteydet

Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksen suunnassa oli runsaasti vaihtelua yksilöiden välillä (taulukko 2). Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksen ja yksittäisissä neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisen muutoksen välillä alku- ja loppumittauksessa tai alku- ja välimittauksessa ei löydetty tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. Visuomotorinen tarkkuus -tehtävän osalta löydettiin kuitenkin suuntaa-antava yhteys tehtävään käytetyn ajan deltapisteiden ja sykevälivaihtelun reaktiivisuuden deltapisteiden välillä alku- ja loppumittauksen osalta (Fisherin eksakti testi, $p = .103$). Tutkittavilla, joilla tehtävään käytetty aika väheni, tuli esiin enemmän sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumista (kuvio 2).

TAULUKKO 2. Tutkittavien sykevälivaihtelun reaktiivisuuden alku- ja välimittauksen (T2 vs. T1) sekä alku- ja loppumittauksen (T3 vs. T1) välille laskettujen deltapisteiden otoskoot (n) keskiarvot (ka), keskihajonnat (kh), minimi- ja maksimiarvot sekä vaihteluvälit.

	n	ka	kh	min	max	vaihteluväli
Deltapisteet T2 vs. T1	17	-0.073	0.845	-1.87	2.04	3.91
Deltapisteet T3 vs. T1	14	0.029	0.690	-1.34	1.19	2.53



KUVIO 2. Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden alku- ja loppumittauksesta laskettujen deltapisteiden ja Visuomotorinen tarkkuus -tehtävään käytetyn ajan alku- ja loppumittauksesta laskettujen deltapisteiden välinen yhteys. Kuvioon merkitty pysty- ja vaakaviivoilla deltapisteiden mediaanit, eli katkaisurajat, joista muuttujat jaettiin kahteen luokkaan kuvaamaan keskimääräisestä suurempaa muutosta suuntaan tai toiseen. Negatiiviset arvot kuvaavat vaaka-akselilla tehtävään käytetyn ajan vähenemistä ja pystyakselilla sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumista suhteessa alkutilanteeseen.

POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta sykevälivaihtelun reaktiivisuudella sekä neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisella mitattuna. Lisäksi tarkasteltiin reaktiivisuuden muutoksen ja osatehtävissä suoriutumisen muutoksen välistä yhteyttä, sillä erityisesti haluttiin arvioida reaktiivisuuden soveltumista kuntoutuksen tuloksellisuuden mittariksi. Aineisto koostui TOTAKU-ryhmäkuntoutukseen osallistuneista 19 lapsesta, joilla oli ADHD-diagnoosi tai ammattilaisen toteamia toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden

haasteita. Sykevälivaihtelun reaktiivisuutta ja neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumista mitattiin 10 kuukauden pituisen kuntoutuskauden alussa, puolivälissä ja lopussa. Tutkimuksen tulosten perusteella kuntoutukseen osallistuneilla lapsilla sykevälivaihtelun keskimääräisessä reaktiivisuudessa ei tapahtunut merkittävää muutosta kuntoutuskauden aikana suhteessa lähtötilanteeseen. Kuntoutuksen myötä lapsilla tapahtui myönteistä kehitystä inhibitiota ja visuaalista tarkkaavuutta mittaavissa neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa, visuomotorista tarkkuutta mittaavassa tehtävässä suoriutuminen puolestaan heikkeni. Muutokset osatehtävissä suoriutumisessa eivät olleet yhteydessä sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa tapahtuneisiin muutoksiin, lukuun ottamatta suuntaa-antavaa yhteyttä Visuomotorinen tarkkuus -tehtävään käytetyn ajan vähenemisessä ja sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumisen välillä.

Tehtävänäikainen sykevälivaihtelun reaktiivisuus

Ensimmäiseksi tutkimuskysymykseksi asetettiin, tapahtuuko kuntoutukseen osallistuvien lasten tehtävänäikaisen sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa muutosta kuntoutuskauden aikana verrattuna alkutilanteeseen. Sykevälivaihtelun reaktiivisuus liittyy yksilön kykyyn mukautua tilanteen vaatimukseen, ja sykevälivaihtelussa tapahtuvan vaimentumisen ajatellaan kertovan yksilön sen hetkisestä itsesäätelyn tasosta (Holzman & Bridget, 2017; Porges, 2007). Vaikka sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksesta aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön psykososiaalisen kuntoutuksen seurauksena ei ole olemassa aiempaa tutkimusta, niin ADHD-lapsilla sykevälivaihtelun vaimentumisen on huomattu olevan poikkeavan vähäistä (esim. Tenenbaum ym., 2019) ja vaimentumista on myös pystytty voimistamaan ADHD:n lääkehoidolla (Kim ym., 2015). Tutkittavien tehtävänäikaisen sykevälivaihtelun vaimentumisen oletettiin voimistuvan lasten itsesäätelyn kannalta tärkeiden toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden parantuessa kuntoutuksen myötä. Tutkimuksen tulokset eivät tukeneet hypoteesia, sillä sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ei havaittu merkittävää muutosta ryhmätasolla kuntoutuskauden aikana. Yksilötasolla tarkasteltuna muutokset sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa olivat osalla tutkittavista erittäin pieniä ja toisilla hieman isompia – lisäksi muutosta reaktiivisuudessa tapahtui sekä vaimentumisen että augmentaation suuntaan, kuten taulukossa 2 on kuvattu.

Yksi selitys tutkimuksessa saadulle tulokselle on, että vaikka lasten sykevälivaihtelun reaktiivisuuteen keskeisesti liittyvät itsesäätelyn taidot todennäköisesti vahvistuivatkin kuntoutuksen myötä, niin muutoksia lasten psykofysiologisissa reaktioissa ja säätelymekanismeissa ei silti tapahtunut – reaktiivisuus saattaa esimerkiksi tarvita pidemmän aikavälin muuttuakseen, kuin 10 kuukauden pituisen kuntoutuskauden. Muutoksia psykofysiologisissa reaktioissa ADHD:n

kuntoutuksen seurauksena ei ole aiemmin vastaavalla tavalla tutkittu, joten ei ole mahdollista verrata, missä ajassa muutoksia sykevälivaihtelun tehtävänäikaisessa reaktiivisuudessa voidaan odottaa. Toisaalta on myös mahdollista, että tutkittavien psykofysiologisissa reaktioissa tapahtui muutosta kuntoutuksen seurauksena, mutta sykevälivaihtelun reaktiivisuuden mittaaminen ei onnistunut tutkimuksessa luotettavalla tavalla, tai muutokset eivät tulleet esiin aineiston pienen koon vuoksi.

Tuloksia arvioitaessa on otettava huomioon sykevälivaihtelun reaktiivisuuden mittaamiseen liittyvät ongelmat. Reaktiivisuusmuuttuja muodostettiin tutkimuksessa vähentämällä lasten CPT-tehtävän aikana mitatusta sykevälivaihtelusta lepotilassa mitattu perustason sykevälivaihtelu. Saattaa kuitenkin olla, että reaktiivisuusmuuttuja ei välttämättä onnistunut luotettavasti kuvaamaan lasten todellista sykevälivaihtelun reaktiivisuutta tarkkaavuutta ja itsesäätelyä vaativan tehtävän aikana. Ensinnäkin lepotilassa tehty perustason mittaus on saattanut tarkoituksenvastaisesti vaatia lapsilta ponnistelua, itsesäätelyä ja motorista inhibitiota, sillä mittaushäiriöiden eli artefaktujen välttämiseksi lapsilta edellytettiin mittauksen aikana puhumattomuutta ja mahdollisimman vähäistä liikkumista, minkä tiedetään olevan pitkään jatkuvana haastavaa etenkin motorisesti levottomilla ADHD-lapsilla (Käypä hoito -suositus, 2019). Tällöin reaktiivisuusmuuttujan arvo voi vääristyä, kun vertaillaan perustasoja ja tehtävänäikaista sykevälivaihtelua. Toiseksi, itsesäätelyä kuormittavaksi tehtäväksi valittuun CPT-tehtävään liittyi se keskeinen ongelma, että kaikki lapset eivät olleet välttämättä motivoituneita keskittymään tehtävän tekemiseen kunnolla sen haastavuuden vuoksi tai eivät muuten tulkinneet tehtävässä suoriutumista itselleen tärkeäksi – sykevälivaihtelun tehtävänäikainen vaimentumisen ajatellaan nimittäin olevan fysiologinen reaktio siihen, että yksilö tulkitsee tilanteen keskittymistä vaativaksi (Porges, 2007). Jos lapsella ei ole motivaatiota tehtävän tekemiseen, ei vaimentumista siis välttämättä tule lainkaan esiin sykevälivaihtelussa. Aiemmissa tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla tehdyissä tutkimuksissa motivationaalisten tekijöiden, sekä sen, kuinka haastavaksi tehtävät koetaan, on huomattu vaikuttavan sykevälivaihtelun reaktiivisuuteen (Marcovitch ym., 2010; Sulik ym., 2015). Tässä tutkimuksessa pyrittiin näiden tekijöiden haittaa vähentämään ottamalla tilastollisiin analyysihin mukaan vain alkuosat sykevälivaihtelun mittauksista. Jatkotutkimuksissa olisi tärkeää edelleen miettiä, millä tavoin sykevälivaihtelun reaktiivisuutta voidaan luotettavimmin mitata – etenkin lapsilta, joilla on tyypillisesti vaikeuksia ylläpitää motivaatiotaan haastavissa tilanteissa.

On myös huomioitava mahdollisuus, että pienellä osalla lapsista sykevälivaihtelun reaktiivisuus saattoi olla itsesäätelyä vaativan tehtävän kannalta niin sanotusti optimaalisella tasolla jo alkumittauksessa ennen kuntoutuksen aloitusta. Jos sykevälivaihtelussa ilmenee jo sopivasti vaimentumista, ei sen voimistuminen ole enää myöhemmillä mittauskerroilla odotettavaa, sillä myös sykevälivaihtelun liiallinen vaimentuminen on yhdistetty tutkimuksissa heikompaan itsesäätelyyn ja

suoriutumiseen inhibitiota vaativassa tehtävässä (Beauchaine, 2013; Marcovitch ym., 2010; Utendale ym., 2014). Tutkittavien keskimääräisessä reaktiivisuudessa ei kuitenkaan ollut todettavissa vaimentumista alkumittauksessa, kuten kuviossa 1 on esitetty, vaan useiden tutkittavien sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ilmeni jopa augmentaatiota. Tulos antoi tukea aiemmalle tutkimukselle sykevälivaihtelun tehtävänäikaisesta reaktiivisuudesta ADHD:ssa. Esimerkiksi Tenenbaumin ja kumppaneiden (2019) tutkimuksessa havaittiin, että ADHD-lasten sykevälivaihtelussa ilmeni augmentaatiota inhibitiota vaativan tehtävän aikana, kun tavanomaisesti kehittyneillä verrokkilapsilla sykevälivaihtelussa ilmeni vaimentumista samassa tilanteessa.

Toisaalta tutkimuskirjallisuudessa ei ole myöskään täyttä yksimielisyyttä sykevälivaihtelun reaktiivisuudesta liittyen siihen, että juuri vaimentuminen on aina optimaalisin reaktio kognitiivisesti haastavissa tilanteissa. Tietyissä olosuhteissa, kuten sosiaaliseen vuorovaikutukseen liittyvissä tilanteissa, sykevälivaihtelun augmentaatio katsotaan adaptiiviseksi reaktioksi, sillä sen voidaan ajatella edistävän rauhallista ja avointa suhtautumistapaa ympäristöön (Blair & Peters, 2003; Hastings ym., 2008), mutta juuri itsesäätelyä ja tarkkaavuutta kuormittavissa tilanteissa vaimentuminen on ajateltu edistävän yksilön adaptiivista toimintaa ja tilanteesta selviytymistä (Porges, 2007). Kuitenkin esimerkiksi Utendale ja kumppanit (2014) saivat tutkimuksessaan täysin päinvastaisen tuloksen. He huomasivat, että tutkittavat lapset suoriutuivat nimenomaan inhibitiota vaativassa tehtävässä paremmin, kun tehtävänäikaisessa sykevälivaihtelussa ilmeni enemmän augmentaatiota ja vähemmän vaimentumista. Sykevälivaihtelun reaktiivisuus onkin monimutkainen ilmiö, jonka tulkintaan vaikuttaa tehtävätyypin lisäksi yksilön itse tilanteesta tekemä tulkinta. Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksen tutkimisen lisäksi tarvitaankin lisää tutkimusta myös siitä, millainen fysiologinen reaktio – vaimentuminen vai augmentaatio – on hyödyllisintä itsesäätelyn kannalta ja onko siinä vaihtelua yksilöiden välillä. Tässä tutkielmassa ei tarkasteltu lasten suoriutumista CPT-tehtävässä, mikä olisi voinut antaa tietoa juuri sen hetkisestä suoriutumisesta tarkkaavuutta ja itsesäätelyä vaativassa tehtävässä.

Neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutuminen

Toisena tutkimuskysymyksenä tutkittiin, tapahtuuko kuntoutukseen osallistuvien lasten toiminnanohjaus- ja tarkkaavuustoiminnoissa muutosta kuntoutuskauden aikana verrattuna alkutilanteeseen inhibitiota, motorista säätelyä, visuaalista tarkkaavuutta ja auditiivista tarkkaavuutta arvioivilla neuropsykologisilla testitehtävillä mitattuna. Vaikka tutkimusta TOTAKU:n tuloksellisuudesta on jo olemassa, neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisella sitä ei ole tutkittu yhtä paljon (Ermi, 2005; Eränen, 2000). Tulokset olivat osin hypoteesin mukaisia, sillä

suoriutumisen paranemista havaittiin toisessa inhibitiota arvioivista tehtävistä sekä näönvaraista tarkkaavuutta arvioivassa tehtävässä. Tulos tutkittavien taitojen paranemisesta oli odotettavissa, sillä TOTAKU-ryhmäkuntoutus tähtää toiminnanohjauksen, tarkkaavuuden ja itsesäätelyn vahvistamiseen (Rantanen ym., 2013). Sen sijaan hypoteesin vastaista tehtäväsuoriutumisen heikkenemistä suhteessa alkutilanteeseen havaittiin ainoastaan hienomotorista säätelyä arvioivassa tehtävässä.

Impulssikontrollia ja oman toiminnan säätelyä arvioivassa Inhibitio-tehtävässä tutkittavien keskimääräisessä suoriutumisessa tapahtui tilastollisesti merkitsevää paranemista alku- ja välimittauksen välillä. Lisäksi paranemista suoriutumisessa vaikutti tapahtuvan myös alku- ja loppumittauksen välillä, vaikka muutos olikin vain tilastollisesti suuntaa-antava. Tulos oli yhdenmukainen aiempien tutkimusten kanssa, joissa lasten impulssikontrollin ja oman toiminnan säätelyn on huomattu parantuneen TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen myötä neuropsykologisilla testitehtävillä mitattuna (Ermi, 2005), joskaan aiemmassa tutkimuksessa ei ole hyödynnetty samanlaista Inhibitio-tehtävää kuin tässä tutkimuksessa. Tässä tutkimuksessa käytetyn Inhibitio-tehtävän hyvänä puolena oli se, että tehtävä oli tutkittaville riittävän haastava, jolloin muutos lasten suoriutumisessa oli mahdollista havaita.

Havainto impulssikontrollin ja oman toiminnan säätelyn paranemisesta alku- ja välimittauksen välillä kuntoutuksen seurauksena oli merkittävä, sillä TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta ei ole aikaisemmin tutkittu näin lyhyellä aikavälillä, vaan vertailua on tehty ainoastaan ennen kuntoutusta ja kuntoutuksen jälkeen tehtyjen mittausten välillä (vrt. Ermi, 2005; Rantanen ym., 2018). Alku- ja loppumittauksen välinen muutos Inhibitio-tehtävässä suoriutumisessa ei puolestaan ylettänyt asetetulle merkitsevyyden rajalle, mutta tulos suoriutumisen paranemisesta oli kuitenkin suuntaa-antava. Syynä ei-merkitsevälle tulokselle saattaa olla tutkimusaineistossa tapahtunut kato viimeisellä mittauskerralla, jonka johdosta jo valmiiksi pieni aineisto saattoi menettää tilastollista voimaansa entisestään.

Toinen impulssikontrollia ja etenkin motorista inhibitiota arvioiva tehtävä oli lapsen paikallaanoloa edellyttävä Patsas, jonka osalta tilastollisesti merkitsevää muutosta lasten keskimääräisessä suoriutumisessa ei havaittu minkään mittausajankohdan välillä. Tutkittavat suoriutuivat tehtävässä niin hyvin jo alkumittauksessa, että tehtävässä tuli vastaan niin sanottu kattovaikutus. Patsas-tehtävää muokattiin tutkimusta varten haastavammaksi lisäämällä tehtävään sisältyvän paikallaanolon määrää, mutta se ei kuitenkaan auttanut kattovaikutuksen ehkäisemisessä. Tutkimuksen tulos oli ristiriidassa Ermin (2005) tutkimuksen kanssa, jossa lasten suoriutumisessa Patsas-tehtävässä havaittiin tilastollisesti merkitsevää muutosta kuntoutuksen jälkeen. Kyseisessä

tutkimuksessa lapset olivat kuitenkin nuorempia kuin tässä tutkimuksessa, ja alun perin Patsas-tehtävä onkin tarkoitettu alle 6-vuotiaille lapsille (Korkman ym., 2008).

Hienomotorista säätelyä sekä silmän ja käden yhteistyötä arvioivassa Visuomotorinen tarkkuus -tehtävässä tutkittavien keskimääräinen suoriutuminen heikkeni alku- ja loppumittauksen välillä mitattuna standardipisteillä, joissa huomioidaan tehtävään käytetyn ajan ja virheettömyyden yhteisvaikutus. Suoriutumisessa havaittu heikkeneminen johtui siitä, että lasten keskimääräinen tehtävässä suoriutuminen nopeutui virheiden määrän kustannuksella. Ei ole oletettavaa, että lasten visuomotorinen suoriutuminen lähtökohtaisesti huononi tässä nopeaa ja tarkkaa kynänkäyttöä vaativassa tehtävässä, vaan tutkimuksessa saatu tulos liittyy todennäköisemmin lasten käyttämään strategiaan, motivaatioon sekä testitilanteeseen. Visuomotorinen tarkkuus -tehtävässä esimerkiksi lapsen heikon motivaation sekä yhteistyövaikeuksien on huomattu olevan yhteydessä juuri virheiden suurempaan määrään, vaikka tehtävään käytetyn ajan suhteen vastaavia yhteyksiä ei ole löydetty (Korkman ym., 2008). Lisäksi lapsen tehtäväntekoon käyttämä strategia, eli yrittääkö hän olla tarkka vai nopea, voi vaikuttaa tehtävän tuloksiin: muun muassa tehtäväpaperin radalla näkyvät sanat ”lähtö” ja ”maali”, saattavat yllyttää lasta nopean strategian valitsemiseen. Toisella ja viimeisellä mittauskerralla lasten tehtävässä suoriutuminen oli korostuneen nopeaa ja sisälsi enemmän virheitä, mikä saattoi liittyä siihen, että tehtävä ja tutkimustilanne olivat jo lapsille tuttuja.

Valikoivan näönvaraisen tarkkaavuuden ylläpitoa ja suuntaamista arvioivassa Visuaalisen tarkkaavuuden tehtävässä tutkittavien keskimääräinen suoriutuminen parani alku- ja loppumittauksen välillä. Aiemmassa tutkimuksessa neuropsykologisilla testitehtävillä ei ole onnistuttu saamaan vastaavanlaista tulosta näönvaraisen tarkkaavuuden paranemisesta TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen seurauksena (Ermi, 2005). Tässä tutkimuksessa lasten edistyminen tehtävässä suoriutumisessa tuli esiin kenties siksi, että tutkittavat tekivät tehtävän huolellisesti – lähes kaikki tutkittavat hyödynsivät tehtävän tekoon annetun maksimian ajan (3 min) kokonaan. Koska tehtävä ei sisällä esimerkiksi samanlaisia nopeuteen yllyttäviä viittauksia kuin visuomotorista tarkkuutta arvioiva tehtävä, tuloksiin ei välttämättä vaikuttanut samalla tavalla lasten nopea tehtävänteon tyyli. Tutkimustilanteissa tehtiin myös havainto, että Visuaalinen tarkkaavuus -tehtävä vaikutti olevan mieleinen monelle lapselle, mikä saattoi osaltaan vaikuttaa siihen, että lapset olivat motivoituneita keskittymään tehtävätyöskentelyyn molemmilla mittauskerroilla.

Auditiivinen tarkkaavuus -tehtävässä, jossa arvioidaan valikoivaa kuulonvaraista tarkkaavuutta, kykyä sen ylläpitoon ja kykyä vaihtaa tarkkaavuuden kohdetta, muutosta suoriutumisessa ei havaittu. Tämä tulos on ristiriidassa aiemman tutkimuksen kanssa, jossa kuulonvaraisessa tarkkaavuudessa on havaittu paranemista TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen jälkeen (Ermi, 2005). Tutkimustilanteissa tehtiin havainto, että osa lapsista piti Auditiivinen tarkkaavuus -

tehtävää haastavana ja kaipasi kyseisen tehtävän kohdalla enemmän motivointia kuin muiden tehtävien kohdalla. Osalla tutkittavista tehtävä jäi myös kesken. Saattaa olla, että tehtävässä suoriutumisessa ei havaittu paranemista, sillä tutkittavat eivät olleet tarpeeksi motivoituneita pinnistelemaan tehtävän eteen. Koska Auditiivinen tarkkaavuus -tehtävässä vaaditaan tarkkaavuuden pitkään jatkuvaa ylläpitoa, on se pinnistelyä vaativa osatehtävä erityisesti ADHD-lapsille.

Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden ja neuropsykologisten testitehtävien yhteys

Kolmanneksi tutkimuskysymykseksi asetettiin, ovatko kuntoutukseen osallistuvilla lapsilla havaitut mahdolliset muutokset neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa sekä sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa yhteydessä toisiinsa. Inhibitiota, visuaalista tarkkaavuutta, motorista säätelyä ja auditiivista tarkkaavuutta arvioivissa testitehtävissä paranemisen oletettiin olevan yhteydessä sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumiseen, sillä molempien muutosten taustalla voidaan ajatella vaikuttavan kuntoutuksen myötä parantuneet itsesäätelytaidot. Tutkimuksessa tarkasteltiin nimenomaan reaktiivisuuden muutosta suhteessa testitehtävissä suoriutumisen muutokseen, sillä tarkoituksena oli saada lisäselvyyttä sille, voiko sykevälivaihtelun reaktiivisuus toimia kuntoutuksen tuloksellisuutta kuvaavana psykofysiologisena mittarina. Tulokset eivät tukeneet olettamusta, sillä yhteyttä testitehtävissä suoriutumisen muutoksen ja sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksen välillä ei löydetty. Muutokset suhteessa alkumittaukseen testitehtävissä suoriutumisessa eivät olleet pääsääntöisesti tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä muutoksiin sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa suhteessa alkumittaukseen. Yksi osin hypoteesin mukainen, tilastollisesti suuntaantava yhteys kuitenkin löydettiin Visuomotorinen tarkkuus -tehtävään käytetyn ajan vähenemisen ja sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumisen väliltä, mutta yhteyden tulkinta ei ole ongelmaton.

Hypoteesin vastaista tulosta testitehtävissä suoriutumisen muutoksen ja sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksen keskinäisestä riippumattomuudesta saattaa selittää se, että sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa tapahtunut muutos väli- ja loppumittauksissa suhteessa alkutilanteeseen oli keskimäärin hyvin pientä, eikä merkitsevää muutosta sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa havaittu ryhmätasolla. Kysymys siitä, miksi reaktiivisuudessa tapahtunutta muutosta ei juurikaan havaittu, saattaa liittyä joko aineiston pieneen kokoon, reaktiivisuuden mittaamisen ongelmiin, tai siihen, että lasten psykofysiologisissa reaktioissa ei tapahtunut muutosta kuntoutuskauden aikana, kuten ensimmäisen tutkimuskysymyksen kohdalla todettiin. Myös neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa havaitut muutokset kuntoutuksen aikana olivat suhteellisen pieniä, ja tilastollisesti merkitsevää paranemista havaittiin vain kahdessa osatehtävässä suoriutumisessa. Koska kuntoutuksen aikana tapahtuneet muutokset molemmilla

tuloksellisuusmittareilla arvioituna jäivät niin pieniksi, tutkimuksen tulosten perusteella ei ole mahdollista luotettavasti vastata kysymykseen, mittaavatko neuropsykologiset testitehtävät ja sykevälivaihtelun reaktiivisuus samaa asiaa, eli TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta.

Suuntaa-antava tulos Visuomotorinen tarkkuus -tehtävään käytetyn ajan muutoksesta ja sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksesta oli kuitenkin mielenkiintoinen, sillä se antoi viitteitä siitä, että tutkimuksessa käytetyt mittarit saattavat olla yhteydessä toisiinsa. Kyseinen suuntaa-antava tulos tehtävään käytetyn ajan vähenemisen ja sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumisen välisestä positiivisesta yhteydestä alku- ja loppumittauksessa voidaan nähdä osittain asetetun hypoteesin mukaisena, sillä Visuomotorinen tarkkuus -tehtävään käytetyn ajan vähenemisen ajatellaan tavallisesti kertovan suoriutumisen paranemisesta. Tässä tapauksessa on kuitenkin otettava huomioon se, että juuri Visuomotorinen tarkkuus -tehtävässä tapahtui kokonaispisteiden osalta keskimäärin heikkenemistä suhteessa alkupisteeseen, kun huomioon otettiin myös tehtävässä tehtyjen virheiden määrä. Tällöin tehtävään käytetyn ajan vähenemisen ei voida olettaa suoraan kertovan tehtävässä suoriutumisen paranemisesta. Yhteydestä ei tehdä enempää johtopäätöksiä, sillä tulos oli ainoastaan suuntaa-antava. Tulos kuitenkin kannustaa lisätutkimukseen, jossa sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutosta vertaillaan muilla tuloksellisuuden mittareilla havaittuihin muutoksiin.

Tutkimuksen vahvuudet, rajoitukset ja jatkotutkimustarpeet

Tutkimuksen menetelmiin, tutkimusasetelmaan ja aineistoon liittyen havaittiin joitakin rajoituksia, joilla saattoi olla vaikutusta tutkimuksen tuloksiin ja jotka tulee huomioida aiheesta tehtävässä jatkotutkimuksessa. Keskeisimpinä rajoituksina voidaan nähdä aineiston pienen koon lisäksi menetelmiin ja etenkin sykevälivaihtelun mittaamiseen liittyvät rajoitukset. Sykevälivaihtelun tehtävänäikaisen reaktiivisuuden mittaamiseen liittyen keskeisenä rajoituksena tutkimuksessa oli, että lasten mittauksen aikaista CPT-tehtävässä suoriutumista ja siihen motivoitumista ei otettu tarkasteluissa huomioon. Tieto lasten tehtävässä suoriutumisesta olisi saattanut antaa tärkeää tietoa sykevälivaihtelun reaktiivisuuden mittauksen luotettavuudesta, ja jatkotutkimuksessa se olisikin tärkeää pyrkiä kontrolloimaan. Lisäksi jatkotutkimuksessa tulisi kiinnittää huomiota myös mittauksen aikaisten tehtävien vaativuustasoon ja keston. Tutkimuksessa tehtiin havainto, että tutkittavat kokivat CPT-tehtävän hyvin haastavaksi, mikä saattoi vaikuttaa tutkittavien motivaatioon panostaa tehtävään. Siksi jatkotutkimuksissa CPT-tehtävän tilalla voisi mahdollisesti hyödyntää jotain muuta itsesäätelyä vaativaa tehtävää, joka on motivoivampi tutkittaville, mutta jossa kognitiivinen kuormitus on kuitenkin riittävä mittausta varten. Toinen vaihtoehto olisi käyttää jatkossa lyhyemmäksi muokattua versiota CPT-tehtävästä. Tässä tutkimuksessa osalla lapsista tehtävään

motivoituminen oli heikkoa etenkin 14 minuutin pituisen tehtävän loppupuolella, ja analyyseihin päädyttiinkin ottamaan 2 minuutin pituinen pätkä mittauksen alusta sen luotettavuuden lisäämiseksi.

Lyhyemmästä mittausjaksosta voisi jatkotutkimusta ajatellen olla hyötyä myös perustason mittauksessa, sillä siihen liittyvä keskeinen tutkimuksen rajoitus oli se, että tutkittavat, etenkin motorisesti levottomimmat lapset, joutuivat todennäköisesti ponnistelemaan ja käyttämään itsesäätelyään tilanteessa, jossa tarkoitus oli mitata sykevälivaihtelua lepotilassa. Mittaustilanteessa tutkittavien tuli istua puhumatta ja mahdollisimman liikkumatta melko pitkän aikaa katsoen yksitoikkoista ärsykevideota palikoiden rakentelusta. Jatkotutkimuksessa voisikin harkita lyhyemmän mittausjakson lisäksi myös hieman kiinnostavamman ärsykevideon käyttöä, jos se auttaisi lapsia jaksamaan hiljaa paikallaanoloa ilman suurta ponnistelua, vaikka rauhallisia ja yksitoikkoisia videoita onkin aiemmissa tutkimuksissa tyypillisesti hyödynnetty lasten sykevälivaihtelun perustason mittauksissa (esim. Kahle, Utendale, Widaman & Hastings, 2018; Sulik ym., 2015).

Tutkimuksen rajoituksena voidaan nähdä myös se, että lasten itsesäätelyn tason ja sykevälivaihtelun reaktiivisuuden väliseen yhteyteen saattavat vaikuttaa useat eri asiat, kuten lapsen ikä ja sukupuoli (Eisenberg ym., 2012) tai yksilölliset erot ADHD-oireissa, joita ei tässä tutkimuksessa pystytty kontrolloimaan aineiston pienen koon vuoksi. Tutkittavat olivat ADHD-oireiden osalta melko heterogeeninen joukko, sillä viisi eri lastenryhmää poikkesivat jonkin verran toisistaan lasten keskeisimpien haasteiden suhteen, ja lisäksi vain osalla lapsista oli ADHD-diagnoosi. Lisäksi ADHD-lääkityksellä saattaa olla sykevälivaihtelua ja sen reaktiivisuutta muokkaavia vaikutuksia (Rash & Aguirre-Camacho, 2012). Tässä tutkimuksessa osalla tutkittavista oli ADHD-lääkitys ja osalla ei – kuitenkin niillä tutkittavilla, joilla oli lääkitys alkumittauksessa, oli lääkitys myös väli- ja loppumittauksissa. Koska tarkoituksena oli selvittää yksilöllisessä reaktiivisuuden tasossa tapahtuvaa muutosta kuntoutuksen seurauksena, eikä lasten mittaustuloksia vertailtu toisiinsa, vähensi se lääkityksen merkitystä tutkimuksen tuloksiin. Jatkotutkimuksessa olisi kuitenkin tärkeää pyrkiä paremmin kontrolloimaan useampia sykevälivaihtelun reaktiivisuuteen vaikuttavia yksilöllisiä tekijöitä.

Neuropsykologisten testitehtävien kohdalla tutkimuksen rajoitukset liittyvät suurilta osin siihen, että pienessä aineistossa yksittäisen lapsen kohdalla yksittäisen testauksen aikaiset tilannetekijät, kuten esimerkiksi lapsen vireystila, motivaatio- ja yhteistyövaikeudet tai tutkijan tyyli esittää tehtävän ohjeet, voivat vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin väliin tulevana muuttujina. Tutkimusaineiston keräämiseen osallistui neuropsykologisten testitehtävien osalta useampi eri henkilö, joten esimerkiksi testin esittäjän vaikutusta lapsen suoriutumiseen ei voitu täysin kontrolloida. Muun muassa Visuomotorinen tarkkuus -tehtävässä, jossa tutkittavien suoriutuminen

vaikutti keskimäärin heikkenevän, lapsen tehtävässä käyttämän strategian (tarkka vai nopea) valintaan saattaa joskus vaikuttaa testaajan ohjeiden antamisen tyyli, eli painottaako testaja ohjeita antaessaan huomaamattaan enemmän joko tehtävässä suoriutumisen nopeutta tai tarkkuutta. Tutkimuksessa testajat kuitenkin noudattivat käsikirjan ohjeita testitehtävien esittämisestä, jossa kumpaakaan strategiaa ei painoteta toista enempää.

Lasten neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumista tulkitessa on huomioitava myös kehitykselliset tekijät ja harjoittelun vaikutukset: koska lasten taidoissa on saattanut tapahtua myös ikätasoon liittyvää normaalia kehittymistä kuntoutuskauden aikana ja lähes kaikki testitehtävät toistettiin samankaltaisena kolme kertaa, ei voida varmuudella väittää, että tehtävissä suoriutumisen paraneminen johtui ainoastaan taitojen kohenemisesta kuntoutuksen seurauksena. Neuropsykologisten testitehtävien käyttöä tuloksellisuuden mittarina puoltaa kuitenkin se, että niillä on mahdollista saada esimerkiksi kyselylomakkeita tarkempaa tietoa siitä, mitkä tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen osaprosessit kuntoutuksen myötä kehittyvät. Neuropsykologiset testitehtävät ovat myös paljon käytettyjä kliinisessä työssä ja melko päteviä tunnistamaan toiminnanohjaukseen ja tarkkaavuuteen liittyviä vaikeuksia (Korkman ym., 2008). Tässä tutkimuksessa neuropsykologisia testitehtäviä päätettiin käyttää toisena mittarina kuntoutuksen tuloksellisuuden mittaamisessa myös siksi, että niiden keskeisenä tarkoituksena oli toimia vertailukohteena sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutokselle – aiemmassa tutkimuksessa neuropsykologisten testitehtävien toimivuudesta TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuuden mittarina on saatu myönteistä näyttöä (Rantanen ym., 2013).

Tutkimusmenetelmien lisäksi myös tutkimuksen asetelmaan ja aineistoon liittyy sekä vahvuuksia että rajoituksia. Tutkimuksessa käytettiin pitkittäisasetelmaa, eli kuntoutuksen tuloksellisuutta arvioitiin vertaamalla kuntoutuksen alussa tehtyjä mittauksia kuntoutuksen puolivälissä ja lopussa tehtyihin mittauksiin. Tutkimusasetelman heikkoutena voidaan kuitenkin nähdä se, että koska tutkimuksessa ei ollut kontrolliryhmää, TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuutta ei voitu vertailla muihin kuntoutusmenetelmiin tai siihen, että lapsi ei saisi ollenkaan intensiivistä kuntoutusta. Kliinisissä otoksissa on kuitenkin hyvin vaikeaa saada aitoa kontrolliryhmää, sillä eettisten syiden vuoksi osaa tukea tarvitsevista lapsista ei voida jättää ilman kuntoutusta. Tutkimukseen ei sisällynyt myöskään tavanomaisesti kehittyneiden lasten kontrolliryhmää, joten mahdollisia poikkeavuuksia tutkittavien sykevälivaihtelun perustasossa ja reaktiivisuudessa ei voitu vertailla. Tämä onkin tärkeä jatkotutkimuksen kohde, sillä sykevälivaihtelusta ja etenkin sen muutoksesta tarvitaan lisää tietoa myös tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla, joilla ei ole toiminnanohjauksen tai tarkkaavuuden vaikeuksia.

Tutkimuksen aineisto koostui syksyllä 2018 TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen aloittaneista lapsista, eli kyseessä oli kliininen otos. Kliinisessä aineistossa etuna on se, että tutkittavia ei ole erikseen värvätty tutkimukseen, jolloin he edustavat melko realistista otosta lapsista, joilla on kuntoutusta vaativia haasteita toiminnanohjauksessa ja tarkkaavuudessa. Heikkoutena kliinisissä aineistoissa on kuitenkin usein otoksen heterogeenisyys: tutkimusaineistossa oli jonkin verran vaihtelua muun muassa iässä sekä kuntoutukseen tulon syyssä ja keskeisimmissä vaikeuksissa. Tutkimuksen aineistoon liittyvänä suurimpana rajoituksena oli kuitenkin ehdottomasti sen pieni koko sekä mittausten välillä tapahtunut kato, jotka saattoivat vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin. Pienessä aineistossa tilastollinen selitysvaiva heikkenee ja esimerkiksi tutkimustilanteista aiheutuneet erot mittaustuloksiin saattavat tulla voimakkaammin esiin. Erityisen tärkeää onkin tehdä jatkotutkimusta isommalla aineistolla.

Johtopäätökset

Tämä tutkimus oli ensimmäisiä, jossa pyrittiin selvittämään sykevälivaihtelun reaktiivisuuden soveltumista kuntoutuksen tuloksellisuuden mittariksi lapsilla, joilla on toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden vaikeuksia. Tällainen uusien kuntoutuksen tuloksellisuuden mittaamisen tapojen tutkiminen on tärkeää, jotta voidaan paremmin ymmärtää kuntoutuksesta seuranneiden muutosten taustalla vaikuttavia mekanismeja. Lisäksi uudenlaisten tuloksellisuuden mittaamisen tapojen avulla voidaan kuntoutusta kohdentaa paremmin, kun tunnistetaan lapsia, jotka voivat hyötyä eniten tietynlaisesta kuntoutuksesta.

Ylipäätään tutkimusta sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksesta on tehty hyvin vähän, ja tämän tutkimuksen tulokset tarjosivat lisää tietoa sekä sykevälivaihtelun reaktiivisuudesta että sen muutoksesta aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriössä. Tutkimuksessa lasten tehtävänäikainen sykevälivaihtelun vaimentuminen oli keskimäärin kaikilla kolmella mittauskerralla hyvin vähäistä ja monen yksittäisen tutkittavan sykevälivaihtelussa ilmeni myös augmentaatiota. Tämä oli keskeinen havainto, sillä aihepiirin tutkimuksissa on ollut ristiriitaisia tuloksia siitä, liittyykö lasten aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön liian vähäistä sykevälivaihtelun vaimentumista vai liiallista vaimentumista (Wass, 2018). Tutkimuksessa tehtiin myös havainto, että lasten tehtävänäikaisessa sykevälivaihtelun reaktiivisuudessa ei ryhmätasolla tapahtunut muutosta kuntoutuksen aikana. Sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutos ei myöskään ollut yhteydessä muutoksiin neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa. Kyse oli joko siitä, että reaktiivisuuden muutosta ei saatu näkyviin tutkimukseen liittyvien rajoitusten takia, tai siitä, että lasten psykofysiologisissa reaktioissa ja säätelymekanismeissa ei tapahtunut muutosta kuntoutuskauden aikana. Lisää

tutkimusta sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksesta ADHD:n psykososiaalisen kuntoutuksen seurauksena tarvitaankin sen selvittämiseksi, voidaanko sitä soveltaa kuntoutuksen tuloksellisuuden mittarina. Tämä tutkimus antoi tärkeää lisätietoa erityisesti siitä, mitä asioita sykevälivaihtelun reaktiivisuuden mittaamisessa tulisi jatkossa huomioida. Lisäksi suuntaa-antava tulos testitehtävään käytetyn ajan vähenemisen ja sykevälivaihtelun vaimentumisen voimistumisen välisestä yhteydestä kannustaa jatkamaan tutkimusta sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutoksesta kuntoutuksen tuloksellisuuden mittarina.

Sykevälivaihtelun reaktiivisuuteen liittyvän tiedon lisäksi tutkimuksen tulokset antoivat osittain myös vahvistusta aiemmalle tutkimustiedolle TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuudesta. Vaikka tutkimusta TOTAKU-ryhmäkuntoutuksen vaikuttavuudesta on jo olemassa suhteellisen paljon, neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisella sitä on tutkittu huomattavasti vähemmän. Neuropsykologiset testitehtävät tarjoavatkin tietoa erityisesti neurokognitiivisista prosesseista, joiden voidaan ajatella olevan kuntoutuksen seurauksena havaittujen behavioraalisten muutosten taustalla – tällainen tieto voi auttaa kuntoutuksen suunnittelussa käytännössä siten, että harjoittelua pystytään kohdentamaan yhä paremmin keskeisiksi todettuihin asioihin. Tutkimuksen neuropsykologisia testitehtäviä koskevista löydöksistä yksi keskeisimmistä oli lasten suoriutumisen paraneminen impulssikontrollia ja itsesäätelyä mittaavassa Inhibitio-tehtävässä jo alku- ja välimittauksen välillä. Tulos oli etenkin käytännön sovellutusten kannalta merkittävä, sillä se tarjosi tietoa siitä, millaisten asioiden harjoittelua kannattaa erityisesti painottaa kuntoutuksen alkupuolella: kun lasten impulssikontrollin ja oman toiminnan säätelyn harjoitteluun panostetaan heti alussa, myös muiden kuntoutuksessa opeteltavien taitojen harjoittelu ryhmässä onnistuu todennäköisesti paremmin ja tällöin kuntoutuksesta saatavan kokonaishyödyn määrä saattaa kasvaa.

Kaiken kaikkiaan tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta, että sykevälivaihtelun reaktiivisuus on hyvin lupaava tutkimusalue aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöön ja sen psykososiaalisen kuntoutuksen tuloksellisuuteen liittyen, mutta aiheesta ei vielä tiedetä tarpeeksi selkeiden johtopäätösten vetämiseksi. Vaikka sykevälivaihtelun reaktiivisuuden muutosta tai sen yhteyttä neuropsykologisten testitehtävien muutokseen ei tullutkaan esiin, tutkimus tarjosi kuitenkin runsaasti tietoa jatkotutkimuksen tarpeisiin muun muassa sykevälivaihtelun reaktiivisuuden mittaamiseen liittyvistä ongelmista ja siinä huomioitavista seikoista. Lisäksi tutkimuksessa saatuja tuloksia neuropsykologisissa testitehtävissä suoriutumisessa voidaan hyödyntää käytännössä ADHD:n kuntoutuksen suunnittelussa ja sen kohdentamisessa.

LÄHTEET

- Airaksinen, E., & Airaksinen, M. M. (2003). Nuorten aktiivisuus- ja tarkkaavuushäiriön lääkehoidon perusteet. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, *119*(16), 1553–1562.
- Almqvist, F. (2004). Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöt. Teoksessa I. Moilanen & F. Almqvist (toim.), *Lasten- ja nuorisopsykiatria* (240–249). Helsinki: Duodecim.
- Almqvist, F., Puura, K., Kumpulainen, K., Tuompo-Johansson, E., Henttonen, I., Huikko, E., . . . Tamminen, T. (1999). Psychiatric disorders in 8–9-year-old children based on a diagnostic interview with the parents. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *8*(4), 17–28. <https://doi.org/10.1007/PL00010699>
- Amado, L., Jarque, S., & Ceccato, R. (2016). Differential impact of a multimodal versus pharmacological therapy on the core symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder in childhood. *Research in Developmental Disabilities*, *59*, 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.08.004>
- Ambalavanan, G., & Holten, K. B. (2005). How should we evaluate and treat ADHD in children and adolescents? *The Journal of Family Practice*, *54*(12), 1058–1059.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5. painos). Washington, D.C: APA.
- Antshel, K. M., & Barkley, R. (2008). Psychosocial interventions in attention deficit hyperactivity disorder. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, *17*(2), 421. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2007.11.005>
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, *36*(3), 189–208. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(03\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(03)00019-4)
- Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, *255*(5044), 556–559. <https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Baek, H., Cho, C., Cho, J., & Woo, J. (2015). Reliability of Ultra-Short-Term Analysis as a Surrogate of Standard 5-Min Analysis of Heart Rate Variability. *Telemedicine and e-Health*, *21*(5), 44–414. <https://doi.org/10.1089/tmj.2014.0104>
- Bar-Haim, Y., Marshall, P., & Fox, N. (2000). Developmental changes in heart period and high frequency heart period variability from 4 months to 4 years of age. *Developmental Psychobiology*, *37*(1), 44–56. [https://doi.org/10.1002/1098-2302\(200007\)37:1%3C44::aid-dev6%3E3.0.co;2-7](https://doi.org/10.1002/1098-2302(200007)37:1%3C44::aid-dev6%3E3.0.co;2-7)

- Barrett, K.C. (2013). Adaptive and Maladaptive Regulation of and by emotion: Process, context, and relation to self-regulation with respect to personal and cultural goals and concerns. Teoksessa K.C. Barrett, N.A. Fox, G.A. Morgan, D.A. Fidler, & L.A. Daunhauer (toim.). *Handbook of self-regulatory processes in development: New directions and international perspectives* (s. 61–78). New York: Taylor & Francis.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, *121*(1), 65–94. <https://10.1037//0033-2909.121.1.65>
- Beauchaine, T. (2001). Vagal tone, development, and gray's motivational theory: Toward an integrated model of autonomic nervous system functioning in psychopathology. *Development and Psychopathology*, *13*(2), 183–214. <https://doi.org/10.1017/S0954579401002012>
- Beauchaine, T. P., Gatzke-Kopp, L., Neuhaus, E., Chipman, J., Reid, M. J., & Webster-Stratton, C. (2013). Sympathetic- and parasympathetic-linked cardiac function and prediction of externalizing behavior, emotion regulation, and prosocial behavior among preschoolers treated for ADHD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *81*(3), 481-493. <https://doi.org/10.1037/a0032302>
- Beauchaine, T., & Thayer, J. (2015). Heart rate variability as a transdiagnostic biomarker of psychopathology. *International Journal of Psychophysiology*, *98*(2), 338–350. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.08.004>
- Berntson, G. G., Bigger, J. T., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., . . . van der Molen, M.W. (1997). Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, *34*, 623–648. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, *29*(3), 180–200. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>
- Biederman, J., & Faraone, S. V. (2005). Attention-deficit hyperactivity disorder. *The Lancet*, *366*(9481), 237–248. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66915-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66915-2)
- Blair, C., & Peters, R. (2003). Physiological and Neurocognitive Correlates of Adaptive Behavior in Preschool Among Children in Head Start. *Developmental Neuropsychology*, *24*(1), 479–497. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2401_04
- Brown, T. E. (2005). *Attention Deficit Disorder. The Unfocused mind in children and adults*. New Haven: Yale University Press.

- Calkins, S. (1997). Cardiac vagal tone indices of temperamental reactivity and behavioral regulation in young children. *Developmental Psychobiology*, *31*(2), 125–135. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2302\(199709\)31:23.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2302(199709)31:23.0.CO;2-M)
- Calkins, S., & Keane, S. (2004). Cardiac vagal regulation across the preschool period: Stability, continuity, and implications for childhood adjustment. *Developmental Psychobiology*, *45*(3), 101–112. <https://doi.org/10.1002/dev.20020>
- Catalá-López, F., Hutton, B., Núñez-Beltrán, A., Page, M. J., Ridao, M., Macías Saint-Gerons, D., . . . Moher, D. (2017). The pharmacological and non-pharmacological treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: A systematic review with network meta-analyses of randomised trials. *PloS One*, *12*(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180355>
- Christiansen, H., Hirsch, O., Albrecht, B., & Chavanon, M. (2019). Attention-Deficit/Hyperactivity disorder (ADHD) and emotion regulation over the life span. *Current Psychiatry Reports*, *21*(3), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11920-019-1003-6>
- Chronis, A., Jones, H., and Raggi, V. (2005). Evidence-based psychosocial treatments for children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review* *26*(4). 486–502. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2006.01.002>
- Conners, C. K. (2000). *Conners' continuous performance test II*. Toronto, Canada: Multi-Health Systems.
- Cortese, S. (2012). The neurobiology and genetics of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): What every clinician should know. *European Journal of Paediatric Neurology*, *16*(5), 422–433. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.01.009>
- Cortese, S., Adamo, N., Del Giovane, C., Mohr-Jensen, C., Hayes, A. J., Carucci, S., . . . Cipriani, A. (2018). Comparative efficacy and tolerability of medications for attention-deficit hyperactivity disorder in children, adolescents, and adults: A systematic review and network meta-analysis. *The Lancet Psychiatry*, *5*(9), 727-738. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(18\)30269-4](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30269-4)
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittmann, R., . . . European ADHD Guidelines Group. (2015). Cognitive Training for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes From Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *54*(3), 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2014.12.010>
- Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A. R., Palumbi, R., de Giambattista, C. & Margari, L. (2016). A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-

- deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 12, 1191–1202
<https://doi.org/10.2147/NDT.S104620>
- Daly, B. P., Creed, T., Xanthopoulos, M., & Brown, R. T. (2007). Psychosocial treatments for children with attention Deficit/Hyperactivity disorder. *Neuropsychology Review*, 17(1), 73–89.
<https://doi.org/10.1007/s11065-006-9018-2>
- Danckaerts, M., Sonuga-Barke, E., Banaschewski, T., Buitelaar, J. K., Dopfner, M., Hollis, C., . . . Coghill, D. (2010). The quality of life of children with attention deficit/hyperactivity disorder: A systematic review. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 19(2), 83-105.
<https://doi.org/10.1007/s00787-009-0046-3>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. Teoksessa D. T. Stuss & R. T. Knight (toim.), *Principles of frontal lobe function* (s. 466–503). New York: Oxford University Press.
- Douglas, V. I. (1999). Cognitive control processes in attention-deficit/hyperactivity disorder. Teoksessa H. C. Quay & A. E. Hogan (toim.), *Handbook of disruptive behavior disorders* (s. 105–138). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4881-2_5
- DuPaul, G. J., Gormley, M. J., & Laracy, S. D. (2013). Comorbidity of LD and ADHD: Implications of DSM-5 for assessment and treatment. *Journal of Learning Disabilities*, 46(1), 43–51.
<https://doi.org/10.1177/0022219412464351>
- DuPaul, G. J., McGoey, K. E., Eckert, T. L. & VanBrakle, J. (2001). Preschool children with attention-Deficit/Hyperactivity disorder: Impairments in behavioral, social, and school functioning. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(5), 508–515. <https://doi.org/10.1097/00004583-200105000-00009>
- Eisenberg, N., Smith, C. L., Sadovsky, A., & Spinrad, T. L. (2007). Effortful control: relations with emotion regulation, adjustment, and socialization in childhood. Teoksessa R. F. Baumeister & K. D. Vohs (toim.), *Handbook of self-regulation: research, theory, and applications* (s. 259–282). New York: Guilford Press.
- Eisenberg, N., Sulik, M., Spinrad, T., Edwards, A., Eggum, N., Liew, J., ... Hart, D. (2012). Differential Susceptibility and the Early Development of Aggression: Interactive Effects of Respiratory Sinus Arrhythmia and Environmental Quality. *Developmental Psychology*, 48(3), 755–768. <https://doi.org/10.1037/a0026518>

- Ermi, L. (2005). *Ryhmäkuntoutus lasten tarkkaavaisuus- ja toiminnanohjaustaitojen tukena*. (Pro gradu -tutkielma, Tampereen yliopisto, Tampere). Saatavilla: <http://urn.fi/urn:nbn:fi:uta-1-15138>
- Erskine, H. E., Norman, R. E., Ferrari, A. J., Chan, G. C. K., Copeland, W. E., Whiteford, H. A. & Scott, J. G. (2016). Long-term outcomes of attention-Deficit/Hyperactivity disorder and conduct disorder: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 55(10), 841–850. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.06.016>
- Eränen, S. (2000). *Tarkkaavaisuuden ja toiminnanohjauksen neuropsykologinen ryhmäkuntoutus. Kuntoutukseen ohjattujen lasten kognitiiviset taidot, tarkkaavaisuus ja toiminnanohjaus, sosiaaliset taidot sekä minäkäsitys ja näillä alueilla havaitut muutokset kuntoutuksen jälkeen*. (Pro gradu -tutkielma, Tampereen yliopisto, Tampere).
- Evans, S. W., Owens, J. S. & Bunford, N. (2014) Evidence- Based Psychosocial Treatments for Children and Adolescents with Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 43(4). 527–551. <https://doi.org/10.1080/15374416.2013.850700>
- Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (2005). Attention and performance limitations. Teoksessa Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (toim.), *Cognitive psychology: a student's handbook* (s.130–166). Sussex: Psychology Press.
- Fabiano, G. A., Pelham, W. E., Coles, E. K., Gnagy, E. M., Chronis-Tuscano, A., & O'Connor, B. C. (2009). A meta-analysis of behavioral treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 29(2), 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2008.11.001>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of experimental psychology: General*, 141(1), 2–18.
- Gentzler, A., Santucci, A., Kovacs, M., & Fox, N. (2009). Respiratory sinus arrhythmia reactivity predicts emotion regulation and depressive symptoms in at-risk and control children. *Biological Psychology*, 82(2), 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.07.002>
- Gillberg, C., Gillberg, I. C., Rasmussen, P., Kadesjö, B., Söderström, H., Råstam, M., . . . Sahlgrenska Academy. (2004). Co-existing disorders in ADHD – implications for diagnosis and intervention. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13(1), 80–92. <https://doi.org/10.1007/s00787-004-1008-4>
- Graziano, P., & Derefinko, K. (2013). Cardiac vagal control and children's adaptive functioning: A meta-analysis. *Biological Psychology*, 94(1), 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.04.011>

- Hastings, P., Nuselovici, J., Utendale, W., Coutya, J., Mcshane, K., & Sullivan, C. (2008). Applying the polyvagal theory to children's emotion regulation: Social context, socialization, and adjustment. *Biological Psychology*, 79(3), 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.07.005>
- Henry, L. A., Messer, D. J., & Nash, G. (2012). Executive functioning in children with specific language impairment: Executive functioning and SLI. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(1), 37–45. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02430.x>
- Holzman, J. B., & Bridgett, D. J. (2017). Heart rate variability indices as bio-markers of top-down self-regulatory mechanisms: A meta-analytic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 74(Pt A), 233–255. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.12.032>
- Joelsson, P., Chudal, R., Gyllenberg, D., Kesti, A., Hinkka-Yli-Salomäki, S., Virtanen, J., . . . Sourander, A. (2016). Demographic characteristics and psychiatric comorbidity of children and adolescents diagnosed with ADHD in specialized healthcare. *Child Psychiatry & Human Development*, 47(4), 574–582. <https://doi.org/10.1007/s10578-015-0591-6>
- Kahle, S., Utendale, W., Widaman, K., & Hastings, P. (2018). Parasympathetic Regulation and Inhibitory Control Predict the Development of Externalizing Problems in Early Childhood. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(2), 237–249. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0305-6>
- Kalska, H., & Poutiainen, E. (2011). Neuropsykologinen kuntoutus. Teoksessa K. Juva, C. Hublin, H. Kalska, J. Korkeila, M. Sainio, P. Tani, & R. Vataja (toim.), *Kliininen neuropsykiatria* (s. 398-403). Helsinki: Duodecim.
- Karch, D., Albers, L., Renner, G., Lichtenauer, N., von Kries, R. (2013). The efficacy of cognitive training programs in children and adolescents. A meta-analysis. *Deutsches Arzteblatt International*, 110(39), 643–652. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2013.0643>
- Kim, H., Yang, J., & Lee, M. (2015). Changes of Heart Rate Variability during Methylphenidate Treatment in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Children: A 12-Week Prospective Study. *Yonsei Medical Journal*, 56(5), 1365–1371. <https://doi.org/10.3349/ymj.2015.56.5.1365>
- Klenberg, L., Korkman, M., & Lahti-Nuutila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old finnish children. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 407-428. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_6
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. L. (2008). *NEPSY II: käsikirja II: kehittäely, käyttö ja psykometriset tiedot*. Helsinki: Psykologien kustannus.

- Kupper, H., Willemsen, I., Van Den Berg, J., De Boer, J., Posthuma, J., Boomsma, J., & De Geus, J. (2004). Heritability of Ambulatory Heart Rate Variability. *Circulation*, *110*(18), 2792–2796. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000146334.96820.6E>
- Lara, C., Fayyad, J., de Graaf, R., Kessler, R. C., Aguilar-Gaxiola, S., Angermeyer, M., . . . Sampson, N. (2009). Childhood predictors of adult attention-Deficit/Hyperactivity disorder: Results from the world health organization world mental health survey initiative. *Biological Psychiatry*, *65*(1), 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.10.005>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, *21*(1), 59–80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>
- Marcovitch, S., Leigh, J., Calkins, S. D., Leerks, E. M., O'Brien, M., & Blankson, A. N. (2010). Moderate vagal withdrawal in 3.5-year-old children is associated with optimal performance on executive function tasks. *Developmental Psychobiology*, *52*(6), 603–608. <https://doi.org/10.1002/dev.20462>
- Miranda, A., Presentación, M. J., Siegenthaler, R., & Jara, P. (2013). Effects of a psychosocial intervention on the executive functioning in children with ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, *46*(4), 363–376. <https://doi.org/10.1177/0022219411427349>
- Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B. & Kellam, S. G. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, *2*(2), 109. <https://doi.org/10.1007/BF01109051>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, *21*(1), 8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Miyake A., Friedman N. P., Emerson M. J., Witzki A. H., Howerter 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*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Mohr-Jensen, C., & Steinhausen, H. (2016). A meta-analysis and systematic review of the risks associated with childhood attention-deficit hyperactivity disorder on long-term outcome of arrests, convictions, and incarcerations. *Clinical Psychology Review*, *48*, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.05.002>

- Narad, M., Garner, A., Peugh, J., Tamm, L., Antonini, T., Kingery, K., ... Epstein, J. (2015). Parent–Teacher Agreement on ADHD Symptoms Across Development. *Psychological Assessment*, 27(1), 239–248. <https://doi.org/10.1037/a0037864>
- Nigg, J. T. (2017). Annual Research Review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(4), 361–383. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12675>
- Nigg, J. T., & Casey, B. J. (2005). An integrative theory of attention-deficit/ hyperactivity disorder based on the cognitive and affective neurosciences. *Development and Psychopathology*, 17(3), 785–806. <https://doi.org/10.1017/S0954579405050376>
- Närhi, V. & Virta, M. (2016). Neuropsykologinen kuntoutus ja ADHD. Saatavilla <https://www.kaypahoito.fi/nix00965#R1>
- Pelham, J. W. E, Fabiano, G. A. & Massetti, G. M. (2005). Evidence-based assessment of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 34(3), 449-476. https://doi.org/10.1207/s15374424jccp3403_5
- Pelham, W. E., & Fabiano, G. A. (2008). Evidence-based psychosocial treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 37, 184–214. <https://doi.org/10.1080/15374410701818681>
- Peltola, M. J., Hietanen, J.K., Forssman, L. & Leppänen, J.M. (2013). The emergence and stability of the attentional bias to fearful faces in infancy. *Infancy*, 18, 905–926. <https://doi.org/10.1111/infa.12013>
- Pfiffner, L. J. (2014). Meta-analysis supports efficacy of behavioral interventions for attention-Deficit/Hyperactivity Disorder–Related problems. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 53(8), 830–832. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2014.03.006>
- Polanczyk, G., de Lima, M.S., Horta, B.L., Biederman, J., & Rohde, L.A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and metaregression analysis. *The American Journal of Psychiatry*, 164, 942– 948. <https://doi.org/10.1176/ajp.2007.164.6.942>
- Porges, S. W. (2001) The polyvagal theory: Phylogenetic substrates of a social nervous system. *International Journal of Psychophysiology*, 42, 123–146. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(01\)00162-3](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(01)00162-3)
- Porges, S. W. (2007) The polyvagal perspective. *Biological Psychology*, 74(2), 116–143. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.06.009>

- Rantanen, K., Vierikko, E., & Nieminen, P. (2013). *TOTAKU II: Toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden ryhmäkuntoutus: käsikirja*. Psykologian opetus- ja tutkimusklinikan julkaisuja 1/2013. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Rantanen, K., Vierikko, E., & Nieminen, P. (2018). Effects of the EXAT neuropsychological multilevel intervention on behavior problems in children with executive function deficits. *Scandinavian Journal of Psychology*, 59(5), 483-495. <https://doi.org/10.1111/sjop.12468>
- Rappoport, M., Chung, K., Shore, G., & Isaacs, P. (2001). A conceptual model of child psychopathology: Implications for understanding attention deficit hyperactivity disorder and treatment efficacy. *Journal of Clinical Child Psychology*, 30(1), 48–58. https://doi.org/10.1207/S15374424JCCP3001_6
- Rappoport, M. D., Oeban, S. A., Kofler, M. J., Friedman, L. M. (2013). Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes. *Clinical Psychology Review*, 33(8), 1237–1252. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.08.005>
- Rash, J., & Aguirre-Camacho, A. (2012). Attention-deficit hyperactivity disorder and cardiac vagal control: a systematic review. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 4(4), 167–177. <https://doi.org/10.1007/s12402-012-0087-1>
- Robe, A., Dobrea, A., Cristea, I. A., Păsăreanu, C. R., Predescu, E. (2019). Attention-deficit/hyperactivity disorder and task-related heart rate variability: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 99,(11-22). <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.01.022>.
- Sagvolden, T., Aase, H., Zeiner, P., & Berger, D. (1998). Altered reinforcement mechanisms in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Behavioural Brain Research*, 94(1), 61–71. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(97\)00170-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(97)00170-8)
- Sergeant, J. (2000). The cognitive-energetic model: An empirical approach to attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24(1), 7–12. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00060-3)
- Shaw, M., Hodgkins, P., Caci, H., Young, S., Kahle, J., Woods, A. G., & Arnold, L. E. (2012). A systematic review and analysis of long-term outcomes in attention deficit hyperactivity disorder: Effects of treatment and non-treatment. *BMC Medicine*, 10(1), 99. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-99>

- Sonuga-Barke, E. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, *130*(1-2), 29–36. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(01\)00432-6](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(01)00432-6)
- Sonuga-Barke, E. J. S., Brandeis, D., Cortese, S., Daley, D., Ferrin, M., Holtmann, M., . . . European ADHD Guidelines Group. (2013). Nonpharmacological interventions for ADHD: Systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of dietary and psychological treatments. *American Journal of Psychiatry*, *170*(3), 275-289. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2012.12070991>
- Sonuga-Barke E. J., Taylor E., Sembi S. & Smith J. (1992) Hyperactivity and delay aversion--I. The effect of delay on choice. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *33*(2), 387–398. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1992.tb00874.x>
- Storebø, O. J., Krogh, H. B., Ramstad, E., Moreira-Maia, C. R., Holmskov, M., Skoog, M., . . . Gluud, C. (2015). Methylphenidate for attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents: Cochrane systematic review with meta-analyses and trial sequential analyses of randomised clinical trials. *Bmj*, *351*, 5203. <https://doi.org/10.1136/bmj.h5203>
- Suess, P. E., Porges, S. W., & Plude, D. J. (1994). Cardiac vagal tone and sustained attention in school-age children. *Psychophysiology*, *31*(1), 17–22. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1994.tb01020.x>
- Sulik, M., Eisenberg, N., Spinrad, T., & Silva, K. (2015). Associations between respiratory sinus arrhythmia (RSA) reactivity and effortful control in preschool-age children. *Developmental Psychobiology*, *57*(5), 596–606. <https://doi.org/10.1002/dev.21315>
- Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim, Suomen Lastenneurologisen yhdistys ry:n, Suomen Lastenpsykiatriyhdistyksen ja Suomen Nuorisopsykiatrisen yhdistyksen asettama työryhmä. (2019). ADHD (aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö). Käypä hoito -suositus. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Saatavilla <https://www.kaypahoito.fi/hoi50061#K1>
- Tenenbaum, R., Musser, E., Morris, S., Ward, A., Raiker, J., Coles, E., & Pelham, W. (2019). Response Inhibition, Response Execution, and Emotion Regulation among Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *47*(4), 589–603. <https://doi.org/10.1007/s10802-018-0466-y>
- Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E., & Johnsen, B. H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: The neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of Behavioral Medicine*, *37*(2), 141–153. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9101-z>

- Thomas, R., Sanders, S., Doust, J., Beller, E., & Glasziou, P. (2015). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, *135*(4), 994–1001. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-3482>
- Tripp, G., & Wickens, J. R. (2009). Neurobiology of ADHD. *Neuropharmacology*, *57*(7), 579–589. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2009.07.026>
- Utendale, W., Nuselovici, J., Saint-Pierre, A., Hubert, M., Chochol, C., & Hastings, P. (2014). Associations between inhibitory control, respiratory sinus arrhythmia, and externalizing problems in early childhood. *Developmental Psychobiology*, *56*(4), 686–699. <https://doi.org/10.1002/dev.21136>
- Voutilainen, A. & Puustjärvi, A. (2014). Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö. Teoksessa H. Pihko, L. Haataja, & H. Rantala (toim.), *Lastenneurologia* (s. 71–82). Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Wass, S. (2018). How orchids concentrate? The relationship between physiological stress reactivity and cognitive performance during infancy and early childhood. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *90*, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.03.029>
- Wehmeier, P. M., Schacht, A., & Barkley, R. A. (2010). Social and emotional impairment in children and adolescents with ADHD and the impact on quality of life. *Journal of Adolescent Health*, *46*(3), 209–217. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2009.09.009>
- Willcutt, E. (2012). The Prevalence of DSM-IV Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Neurotherapeutics*, *9*(3), 490–499. <https://doi.org/10.1007/s13311-012-0135-8>
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-Deficit/Hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, *57*(11), 1336–1346. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.02.006>
- Woods, D., Wolraich, M., Pierce, K., DiMarco, L., Muller, N., & Sachdeva, R. (2014). Considerations and evidence for an ADHD outcome measure. *Academic Pediatrics*, *14*(5), S54–S60. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2014.06.011>
- Young, S., & Myanathi Amarasinghe, J. (2010). Practitioner review: Non-pharmacological treatments for ADHD: A lifespan approach. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *51*(2), 116–133. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2009.02191.x>