

# **Ihon sähkönjohtavuuden ja tarkkaavuuden suhde ikääntyneillä, 2023**

Jasmin Wilén

Kandidaatin tutkielma

Psykologian laitos

Jyväskylän yliopisto

joulukuu, 2023

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella ihon sähkönjohtavuuden ja tarkkaavuuden välisiä suhteita ikääntyvillä. Tutkimus on toteutettu osana laajempaa tarkkaavuuden tutkimusaineistoa yhteistyössä Jyväskylän yliopiston monitieteisen aivotutkimuskeskuksen ja psykologian laitoksen kesken. Tutkimukseen osallistui yhteensä 9 tutkittavaa, jotka olivat iältään 66-75-vuotiaita. Tutkimuksen keskiössä oli tarkkaavuuden osakomponentit: valppaus ja inhibitio sekä niiden suhde ihon sähkönjohtavuuteen.

Tutkittavat suorittivat ANT (Attention network task) -tehtävän Jyväskylän yliopiston tutkimuslaboratoriossa. Koe koostui kahdesta 20 minuutin pituisesta osiosta, joissa osallistujan tehtävänä oli tunnistaa tietokoneen ruudulla näkyvän nuolirivin keskimmäisen nuolen osoittama suunta. Osallistujan valppautta mitattiin siten, että ärsykettä edelsi joko kaksoisvihje tai vihjettä ei ollut lainkaan. Sen sijaan inhibitiokykyä vertailtiin epäkongruenttien ärsykkeiden, eli erisuuntaisten nuolten avulla, sekä kongruenttien ärsykkeiden, eli samansuuntaisten nuolten välillä. Ihon sähkönjohtavuutta mitattiin EDA (Elektrodermaalinen aktiivisuus) -laitteen avulla siten, että osallistujan ei-hallitsevan käden kämmenen puolen peukalon päkiälle ja vastapäkiälle kiinnitettiin kaksi elektrodia.

Tutkimustulosten mukaan osallistujien keskimääräiset erot ilman vihjettä ja ärsykettä edeltävän kaksoisvihjeen sekä kongruentin ja epäkongruentin välillä osoittautuivat tilastollisesti merkittäviksi. Sen sijaan ihon sähkönjohtavuuden erot eivät osoittautuneet merkittäviksi. Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että osallistujat suoriutuvat keskimäärin nopeammin kaksoisvihjeen avulla verrattuna tilanteeseen, kun vihjettä ei ole. H suoriutuvat myös nopeammin, kun ärsyke on kongruentti verrattuna epäkongruenttiin ärsykkeeseen. Koska aikaisempaa tutkimusta ei ole hyödynnetty ANT-tehtävän yhteydessä, sen vuoksi tuloksia voidaan hyödyntää viitoittamaan tulevia tutkimuksia koskien ihon sähkönjohtavuuden ja kognition välisiä suhteita.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Department of psychology / psychology

Wilén, Jasmin: The relationship between skin conductance response and various measures of alerting and inhibition processes in older adults

Bachelor's thesis, 17 pages

Supervisors: Miriam Nokia, Praghajieeth Santhana-Gopalan

December, 2023

---

The aim of this study is to find out the relationship between skin conductance response and various measures of alerting and inhibition processes in older adults. This study is carried out as a part of broader research concerning alerting and inhibition processes in co-operation with Jyväskylä Centre for Interdisciplinary Brain Research, and the Department of Psychology. Altogether, 9 participants, aged 66-75 years, took part in the study. The focus of this research was the two components of attention: alerting and inhibition, and their relationship with skin conductance response.

This bachelor's thesis is based on an experimental setting in which the participants performed an ANT (Attention Network Task) task in the research laboratory of the University of Jyväskylä. The experiment consists of two, 20-minute sections, where participant's task was to identify and respond to the direction indicated by the middle arrow of the row of arrows displayed on the computer screen. In the task, the participant's alertness was measured by means of a double cue or no cue preceding the stimulus. By contrast, inhibition was compared between incongruent stimuli (i.e. arrows pointing different directions), and congruent stimuli (i.e. arrows pointing in the same direction). The skin conductance response was measured using an EDA (Electrodermal activity) device by placing two electrodes on the thenar and hypothenar of the participant's non-dominant hand.

According to the results, the mean reaction time differences between double-cue versus no-cue conditions, and congruent versus incongruent stimulus showed statistical significance. Alternatively, skin conductance response differences did not occur as significant. Based on these results, it can be stated that the participants perform faster on a double-cue condition compared to the situation when there is no cue, and faster when the stimulus is incongruent compared to the incongruent stimulus. Previous EDA research has not been applied with the ANT task, and therefore the results can be considered for the future studies concerning the relationship between skin conductance response and cognition.

Keywords: EDA, SCR, ANT, attention, alerting, inhibition

# Sisällysluettelo

<b>1. Johdanto</b>	<b>5</b>
1.1 Tarkkaavuus	5
1.1.1 Valppaus ja inhibitio	5
1.1.2 Valppauden ja inhibition neuraalinen perusta	6
1.1.3 Valppauden ja inhibition tutkiminen	6
1.2 Attention network test	7
1.3 Ihon sähkönjohtavuus	7
1.4 Tutkimuskysymykset	9
<b>2. Tutkimusmenetelmät</b>	<b>10</b>
2.1 Osallistujat	10
2.2 Tutkimusasetelma	10
2.3 Tutkimustilanne	11
2.4 Aineiston analysointi	11
<b>3. Tulokset</b>	<b>12</b>
3.1 Ihon sähkönjohtavuuden yhteys valppauteen	12
3.2 Ihon sähkönjohtavuuden yhteys inhibitioon	12
<b>4. Pohdinta</b>	<b>13</b>
Lähteet	15
Liitteet	17

# 1. Johdanto

Tässä luvussa tarkastellaan tarkkaavuutta ja sen alakomponentteja valppautta ja inhibitiota. Valppauden ja inhibition neuraalista perustaa pohditaan eri näkökulmien kautta. Sen lisäksi kuvaillaan erilaisia tutkimusasetelmia, joiden avulla on saatu tietoa valppauden ja inhibition toiminnasta. Tämän jälkeen esitellään tutkimuksessa käytetty ANT (Attention network task) -tehtävä sekä kuvaillaan, miten ihon sähkönjohtavuutta mitataan. Tämän kappaleen lopuksi esitellään tutkimuksen pääkysymykset.

## 1.1 Tarkkaavuus

Elämme jatkuvan ärsykevirran ympäröimänä. Aivoillamme on kuitenkin luontainen kyky rajoittaa ja suodattaa tiedon määrää. Tätä taitoa kutsutaan tarkkaavuudeksi. Jehkonen, Nurmi ja Kuikka (2015) kuvailevat tarkkaavuutta tiedonkäsittelyn suuntautumisena, jonka avulla yksilö valitsee tilanteen kannalta olennaisen informaation tarkempaan käsittelyyn. Ilman tarkkaavuutta elämä saattaisi tuntua kovin kaoottiselta. Toisenlaisen näkökulman tarjoavan Banich:n ja Compton:n (2018) mukaan tarkkaavuus on tietyn informaation valitsemista jatkokäsittelyyn ollen siten osoitus aivojen tehokkuudesta. Toisaalta tarkkaavuus on läheisessä yhteistyössä muiden kognitiivisten taitojen, kuten toiminnanohjauksen ja työmuistin kanssa (Jehkonen ym., 2015).

Tarkkaavuuden tutkimuksen yhtenä merkittävämpänä teoriana voidaan pitää Petersenin ja Posnerin tarkkaavuuden järjestelmää, joka koostuu kolmesta verkostosta: valppaudesta (alerting), suuntaamisesta (orienting) ja toiminnanohjauksesta (executive) (Petersen & Posner, 2012). Karttuneen tutkimuksen myötä tarkkaavuus voidaan jakaa neljään osatoimintaan: valikoivaan, suuntaavaan, ylläpitävään sekä jaettuun tarkkaavuuteen (Jehkonen ym., 2015).

### 1.1.1 Valppaus ja inhibitio

Tarkkaavuuden pohjalla piilee sen alkeellinen taso, jota kutsutaan valppaudeksi tai vireystilan kohoamiseksi (Banich & Compton, 2018). Valppaus siis luo tarkkaavuuden perustan, mutta siihen vaikuttaa myös niin yksilölliset kuin ympäristölliset tekijät (Jehkonen ym., 2015). Valppaus on toisaalta hereillä oloa, mutta myös herkkyyttä reagoida ärsykkeisiin ja käsitellä tietoa. Tarkkaavuudessa on myös eräs tärkeä osa, jota kutsutaan inhibitioksi. Inhibitio on kykyä ohittaa, keskeyttää tai pysäyttää käyttäytyminen (Banich & Compton, 2018). Sen katsotaan olevan toiminnanohjauksen osa (Banich Compton, 2018; Petersen & Posner, 2012). Inhibitio voidaan toisaalta katsoa opituksi taidoksi. Oman vuoron odottaminen, tilanteeseen sopivan käyttäytymisen

mukauttaminen ja harmittavasta tilanteesta ylipääseminen ovat inhibition liittyviä taitoja. Mikäli valppaus luo tarkkaavuudelle perustan, inhibition voidaan nähdä tarkkaavuuden tukipylväänä.

### **1.1.2 Valppauden ja inhibition neuraalinen perusta**

Valppautta voidaan tarkastella sen neuraalisen perustan näkökulmasta. Sinitumake reagoi aistiärsykkeisiin erittämällä noradrenaliinia. Tällöin aivojen toiminnalliset yhteydet vahvistuvat, sensorisen aivokuoren tarkkuus sekä prosessoinnin herkkyys lisääntyy. (Petersen & Posner, 2012.) Noradrenerginen järjestelmä on tärkeässä asemassa aivojen vireystilan kohoamiselle. Vireystilan kohoaminen viestii aivoille, että sen tulisi valmistautua vastaanottamaan informaatiota tai vastaamaan ärsykkeeseen (Banich & Compton, 2018).

Inhibition neuraalisesta perustasta ei ole toistaiseksi löydetty kovin yksimielistä kuvaa. Syynä saattaa olla inhibition laaja käyttötarkoitus. Dorsolateraalinen prefrontaali aivokuori on hyvin merkityksellisessä asemassa, kun estetään ei-toivottua käyttäytymistä. Sen sijaan oikea inferiorinen prefrontaali aivokuori aktivoituu, kun muutamme käyttäytymistämme ympäristön vaatimusten mukaan. Ja kun estämme itseämme puhumasta ohi suun, tyvitumakkeet rientävät apuun. (Banich & Compton, 2018.) Aivojen aktivaatio inhibition aikana riippuu siis paljon tehtävän sisällöstä. Esimerkiksi kokeellisessa tutkimusasetelmassa, jossa tehtävänä on tunnistaa keskimmäisen kalan uintisuunta viiden kalan rivistössä, inhibition vaikutus voitiin nähdä prefrontaalisella aivokuorella ja vasemmalla anteriorisella temporaalisella aivolohkolla (Santhana-Gopalan ym., 2019).

### **1.1.3 Miten valppautta ja inhibitiota voidaan tutkia?**

Valppautta voidaan tutkia esimerkiksi koeasetelmassa, jossa käytetään varoitussignaalia ennen varsinaista kohdeärsykettä. Tällaisen varoitusvihjeen tarkoituksena on nostaa tutkittavan vireystila, mikä valmistaa yksilön havainnoimaan haluttu ärsyke sekä reagoimaan siihen. (Petersen & Posner, 2012.) Valppautta voidaan myös mitata tarkastelemalla reaktioaikojen eroja, kun tutkittavalle esitetään vihje verrattuna tilanteeseen, kun vihjettä ei esitetä (Santhana-Gopalan ym., 2019).

Hyvin klassinen inhibition tutkimusasetelma on Go/No-Go tehtävä, jossa tutkittavan täytyy painaa nappia go-ärsykkeen aikana ja pidättäytyä painamasta no-go-ärsykkeen aikana. Stop-merkki -tehtävä on myös hyvä esimerkki inhibition tutkimusasetelmasta. Tällöin tutkittavan täytyy vastata mahdollisimman nopeasti heti ärsykkeen ilmestyessä ruudulle. Osassa tehtävistä visuaalisen ärsykkeen jälkeen ilmestyy auditorinen ärsyke, jolloin osallistujan tulee kumota vastaus. (Banich &

Compton, 2018.) Inhibitiota voidaan myös tarkastella vertailemalla reaktioaikojen eroja epäkongruentin (incongruent) ja kongruentin (congruent) kohdeärsykkeen välillä (Santhana-Gopalan ym., 2019).

## **1.2 Attention network test**

Attention network test (ANT) on kokeellinen testi, joka perustuu Posnerin ja Petersenin neurokognitiiviseen malliin ihmisen tarkkaavuuden järjestelmästä (Petersen & Posner, 2012). Testin avulla voidaan tutkia tarkkaavuuden kolmea osa-aluetta: valppautta (alerting), tarkkaavuuden kohdentamista (orienting) ja inhibitiota (inhibition, executive attention). (Petersen & Posner, 2012; Santhana-Gopalan ym., 2019).

Fan kollegoineen (2002) kehittivät ANT-tehtävän noin kaksikymmentä vuotta sitten 30 minuutin mittaiseksi kokeeksi. Se on yhdistelmä Posnerin reaktioaikatehtävää sekä Eriksenin ja Eriksenin flanker -tehtävää. ANT -tehtävän vahvuutena on muun muassa sen helppo toteutettavuus eri ikäisille koehenkilöille. Koeasetelmassa osallistujaa pyydetään päättämään, osoittaako nuolirivin keskellä oleva nuoli vasemmalle tai oikealle. Tehtäväsuoriutumista tarkastellaan vihjeiden ja kohdeärsykkeen vaikutuksesta reaktioaikaan.

Aikaisempi tutkimus on osoittanut, että varoittava signaali ennen ärsykettä nostaa vireyttä ja nopeuttaa reaktioaikaa. Sen lisäksi aikaisemmissa tutkimuksissa on huomattu, että epäkongruentti ärsyke aiheuttaa ristiriidan, mikä häiritsee osallistujan vastaamista. (Fan ym., 2022; Fumiharu ym., 2015; Santahan-Gopalan ym., 2019.) Tämän tutkimuksen oletuksena on, että osallistujien reaktioajat ovat nopeampia kaksoisvihjeen jälkeen verrattuna tilanteeseen, kun vihjettä ei ole sekä kongruenttiin ärsykkeeseen verrattuna epäkongruenttiin ärsykkeeseen.

## **1.3 Ihon sähkönjohtavuus**

Vireystilaa voidaan tutkia mittaamalla ihon sähkönjohtavuutta (engl. electrodermal activity, EDA) ja sen muutoksia. Vireystilan kohotessa ihon sähkönjohtavuus kasvaa. EDA syntyy sympaattisen hermoston aktiivisuuden sekä ihon paikallisten prosessien vuorovaikutuksesta. (Boucsein, 2012.) EDA:ta pidetään myös emotionaalisen viriämisen psykofysiologisena osoituksena (Caruelle ym., 2019).

EDA:n koostuu kahdesta pääkomponentista: ihon sähkönjohtavuuden tasosta (SCL) sekä ihon sähkönjohtavuuden vasteesta (SCR) (Braithwaite ym., 2013). SCL:ä voisi luonnehtia hitaasti-muuttuvana komponenttina, jonka avulla saadaan selville ihon sähkönjohtavuuden keskimääräinen taso. Sen sijaan SCR on nopea ja lyhytkestoinen ihon sähkönjohtavuuden vaste, joka kasvaa ärsykkeen aiheuttama reaktion vuoksi. (Dawson ym., 2017.) Ihon sähkönjohtavuuden vastetta voidaan myös kutsua huipuksi tai elektrodermaalisen aktiivisuuden vasteeksi (electrodermal activity response, EDR) (Caruelle ym., 2019). Ihon sähköjohtavuuden taso ilmoitetaan mikrosiemens - yksikköinä. SCR:n minimivasteen voimakkuudesta on tutkimuskentällä hieman eriäviä mielipiteitä, mutta nykytekniikan avulla se on voitu asettaa jopa 0,01 mikrosiemensiin. (Boucsein, 2012; Caruelle ym., 2019; Dawson ym., 2017.)

Ihon sähkönjohtavuutta voisi luonnehtia vaiheittaiseksi, sillä sen signaalin elementit muuttuvat nopeassa tahdissa (Braithwaite ym., 2013). Elektrodermaalinen vaste koostuu *frekvenssistä*: kuinka monta kertaa vaste esiintyy asetetussa aikaikkunassa (1-3 per min.), *voimakkuudesta*: vasteen korkeudesta (0,2-1,0  $\mu$ S), *latenssista*: ärsykkeen alkamisen ja vastaamisen välisestä ajasta (1-3 sekuntia), *nousuajasta* vastauksen alkamisen ja maksimin välisestä ajasta (1-3 sekuntia), sekä *palautumisajasta*: aika, jolloin voimakkuus on laskenut noin 50 % verran (2-10 sekuntia) (Dawson ym., 2017). Elektrodermaalista vastetta kutsutaan myös tapahtumasidonnaiseksi SCR:ksi (event-related SCR, ER-SCR). Signaalin poikkeamat, jotka tapahtuvat ennen tätä ajanjaksoa määritellään ei-spesifiseksi SCR:ksi (non-specific SCR, NS-SCRs), eivätkä ne liity suoraan kokeelliseen manipulaatioon. (Braithwaite ym., 2013.)

Ihon sähkönjohtavuutta mitataan usein käden kämmenen ihosta, jossa hikirauhaset ovat tiheät. Niiden ajatellaan olevan herkkiä psykologisesti merkittävälle ärsykeille. (Dawson ym., 2017.) Yksityiskohtaisemman selityksen tarjoavien Caruellen ja kumppaneiden (2019) mukaan emotionaalinen ärsyke saa pienet hikirauhaset muodostamaan hikeä, jolloin ihon sähkövirtojen johtuminen tehostuu. Mitä suurempi emotionaalinen lataus ärsykkeellä on, sitä enemmän hikeä erittyy ja sitä enemmän ihon sähköiset ominaisuudet muuttuvat. (Caruelle ym., 2019.) Ihon sähkönjohtavuutta mitataan yleensä kahden elektrodin avulla, jotka asetetaan ei-hallitsevan käden kämmenen puolelle. Elektrodien pinnalle levitetään isotonista tahnaa, joka toimii viestivälittäjänä elektrodien ja ihon välillä. (Dawson ym., 2017.)

EDA:n vahvuutena pidetään sen helppokäyttöisyyttä, edullisuutta ja sensitiivisyyttä (Dawson ym., 2017). Toisaalta EDA kompensoi itsearviointiin liittyviä rajoituksia, kuten tunteiden sanallistamiseen



tai muistamiseen liittyviä haasteita (Caruelle ym., 2019). Heikkoutena sen sijaan voidaan nähdä sen hidas vasteiden tunnistaminen sekä ihon sähkönjohtavuuteen vaikuttavat lukuisat tekijät (Dawson ym., 2017). On myös otettava huomioon, että ikääntyvillä on löydetty ihon sähkönjohtavuuden vasteissa matalampia arvoja verrattuna nuorempiin aikuisiin (Boucsein, 2019). Aikaisemman tutkimuksen mukaan ihon sähkönjohtavuuden vaste on osoitus tehtävään liittyvän emotionaalisesta viriämisestä kognition aikana (Caruelle ym., 2019; Grassini ym., 2022; Hietanen ym., 2020). Siksi tässä tutkimuksessa oletetaan, että valppauden ja inhibition viriäminen heijastuu suurempana ihon sähkönjohtavuuden vasteena.

## **1.4 Tutkimuskysymykset**

Tämän tutkielman keskiössä on ihon sähkönjohtavuuden sekä valppauden ja inhibition väliset suhteet ikääntyvillä. Sen vuoksi muodostettiin kaksi päätutkimuskysymystä:

1. Miten ihon sähkönjohtavuus on yhteydessä valppauteen?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen pyritään löytämään vastaus tarkastelemalla testin kaksoisvihjeen ja ei vihjeen vaikutuksia ihon sähkönjohtavuuteen.

2. Miten ihon sähkönjohtavuus on yhteydessä inhibitioon?

Toisen tutkimuskysymyksen kohdalla tarkastellaan testin kongruentin ja epäkongruentin kohdeärsykkeen vaikutuksia ihon sähkönjohtavuuteen.

## **2. Tutkimusmenetelmät**

Tässä luvussa tarkastellaan kokeellisen tutkimuksen menetelmistä. Aluksi kuvaillaan osallistujia, jonka jälkeen kerrotaan tutkimusasetelmasta ja tutkimustilanteesta. Sen jälkeen kerrotaan aineiston analysointiin liittyvistä tekijöistä.

### **2.1 Osallistujat**

Tutkimukseen osallistui yhteensä 9 ikääntynyttä osallistujaa (6 naista, 3 miestä, keski-ikä = 70 vuotta, keskihajonta = 3,4 vuotta, ikähaitari = 66-75 vuotta), jotka rekrytoitiin Jyväskylän seniorimessuilla lokakuussa 2023. Tutkimuksen poissulkukriteereinä olivat krooninen päänsärky tai akuutti migreeni, kuivasilmäisyys tai silmien vetistäminen, merkittävä näkö- tai kuulovamma, neurologiset sairaudet kuten epilepsia, keskushermostoon vaikuttava lääkitys (nukahtamislääkkeet ovat sallittuja), sydämen rytmihäiriöt tai sydämen rytmiin vaikuttavat lääkkeet, krooniset keuhkosairaudet (astma ei haittaa, jos se on lääkityksellä hallinnassa) sekä akuutit hengitystietulehdukset (nuha, yskä). Kaikilta osallistujilta saatiin kirjallinen suostumus tutkimukseen.

Tutkimuksesta poissuljettiin kaksi osallistujaa. Näistä tutkittavista toisella ilmeni koetilanteessa näön heikentymää. Sen sijaan toinen poissuljettu tutkittava osoitti ensimmäisessä koeosiossa muihin osallistujiin verrattuna selkeästi enemmän virheitä epäkongruentin nuolirivin osalta, ja hänen reaktioaikansa oli myös selkeästi muita hitaampi. Huomionarvoista on se, että tämä tutkittava oli iältään 94-vuotias. Tutkimus päätettiin keskeyttää hänen kohdallaan ensimmäisen koeosion jälkeen.

### **2.2 Tutkimusasetelma**

Koetilanteessa tutkittavalle esitettiin tietokoneen näytöltä viiden nuolen rivi. Tietokoneen näytölle ilmestyi joko kaksoisvihje ennen jokaista nuoliriviä tai sitä ei ollut lainkaan. Tutkittavan tehtävänä oli reagoida rivin keskellä olevaan nuoleen. Mikäli keskimmäinen nuoli osoitti vasemmalle, tuli painaa vasemmalla olevaa nappia. Sen sijaan nuolen osoittaessa oikealle, tutkittavan tuli painaa oikealla olevaa nappia. Tutkittavan tehtävänä oli reagoida niin tarkasti ja nopeasti kuin pystyy. Tutkittavaa pyydettiin keskittymään ja olemaan valppaana koko tehtävän ajan. Koe koostui kahdesta kahdenkymmenen minuutin pituisesta osiosta. Tutkittavilla oli myös mahdollisuus pitää tauko koeosioden välillä. Viimeinen osio alkoi heti tauon jälkeen.

## 2.3 Tutkimustilanne

Tutkimus järjestettiin Jyväskylän yliopiston tutkimuslaboratoriossa. Tutkimus suoritettiin sekä akustisesti suojatussa että elektronisilta laitteilta suojatussa tutkimushuoneessa. Tutkittava istui tuolissa koko tutkimustilanteen ajan noin puolen metrin etäisyydellä tietokoneen näytöstä. Tutkittavaa seurattiin videokameran avulla viereisessä monitorihuoneessa. Tutkittavaa pyydettiin myös pysymään mahdollisimman paikoillaan suorituksen aikana.

Ihon sähkönjohtavuutta mitattiin kahdella elektrodilla, joiden pinnalle levitettiin isotonista tahnaa. Elektrodit kiinnitettiin tutkittavan ei-hallitsevan käden kämmenen puolelle peukalon päkiälle ja vastapäkiälle. Ärsykkeeseen vastaaminen suoritettiin hallitsevalla kädellä. Kaikki tutkittavat suorittivat tutkimuksen oikealla kädellä. Tutkittavista yhteensä seitsemän oli oikeakätisiä, ja yksi tutkittava oli molempikäinen.

## 2.4 Aineiston analysointi

EDA -aineisto analysoitiin MATLAB Ledalab -työkalulla. Aineisto esiprosessoitiin muuntamalla ylipäästösuodatin (engl. high-pass filter) 100 Hz:n taajuuteen ja suodattamalla alipäästösuodattimella (engl. low-pass filter) 10 Hz:n taajuuteen. Jokaisen koetehtävän kesto oli 4 sekuntia. Lähtötilanteen korjaus (baseline correction) määriteltiin -1-0 sekuntiin. Vihje tuli näkyviin 0 sekunnin kohdalla, ja ärsyke 0,5 sekunnin kohdalla. Vastauksen voimakkuus määriteltiin maksimaalisen huipun mukaan perustuen aikaikkunaan: 0.5-3 sekuntia ärsykkeen alkamisen jälkeen. Vaste laskettiin vähentämällä EDA:n maksimiarvosta sen minimiarvo ( $\text{max EDA value} - \text{min EDA value}$ ). 0.5-3 sekunnin aikaikkuna valittiin kirjallisuuteen perustuen (Dawson ym., 2017).

Tulosten analysointiin vaikutti myös kaksi huomionarvoista seikkaa. Yhden osallistujan ihon sähkönjohtavuuden arvot puuttuivat koetilanteessa ilmenneen teknisen ongelman vuoksi. Tämän vuoksi ihon sähkönjohtavuuden aineisto koostuu kahdeksan osallistujan tuloksista. Sen lisäksi koetilanteessa käytettyä EDA -laitetta ei oltu kalibroitu asianmukaisesti. Sen vuoksi ihon sähkönjohtavuuden vasteen arvot esitellään mikrosiemensin sijaan mielivaltaisina yksikköinä.

Koska muuttujat eivät osoittautuneet normaalisti jakautuneiksi, aineisto analysoitiin parametrittomalla Wilcoxonin testillä (Wilcoxon Signed-Rank -testi). Sen avulla oli mahdollista vertailla ennen ärsykettä esitetyn kaksoisvihjeen ja ilman vihjetä esitetyn ärsykkeen vaikutusta sekä

kongruentin ja epäkongruentin kohdeärsyksen vaikutusta ihon sähkönjohtavuuteen erikseen. Analyysi suoritettiin SPSS 28 -ohjelmistolla.

### **3. Tulokset**

Tässä luvussa raportoidaan tutkimustuloksista. Aluksi tarkastellaan tulosten kuvailevia tunnuslukuja. Tulosten analysointi on jaettu kahteen otsikkoon päätutkimuskysymyksiin perustuen. Ensin tarkastellaan tuloksia ihon sähkönjohtavuuden yhteyksistä valppauteen, jonka jälkeen raportoidaan tuloksia ihon sähkönjohtavuuden yhteyksistä inhibitioon.

Reaktioaikojen keskiarvo (keskihajonta) koko otoksessa ( $n=9$ ) ilman vihjettä esitettyyn kohdeärsykkeeseen oli 837 ms (61 ms), kaksoisvihjeen avulla oli 803 ms (50 ms), kongruenttiin ärsykkeeseen oli 729 ms (57 ms) ja epäkongruenttiin ärsykkeeseen oli 914 ms (69 ms). Osallistujien ihon sähkönjohtavuuden vasteiden keskiarvot (keskihajonta) koko otoksessa ( $n=8$ ) ilman vihjettä esitettyyn kohdeärsykkeeseen oli 181 (143), kaksoisvihjeen avulla esitettyyn kohdeärsykkeeseen oli 180 (137), kongruenttiin ärsykkeeseen oli 182 (141) ja epäkongruenttiin ärsykkeeseen oli 182 (143). Osallistujien keskimääräinen tarkkuus tehtäväsuoritusissa koko otoksessa ( $n=9$ ) ilman vihjettä esitettyyn kohdeärsykkeeseen oli 98 %, kaksoisvihjeen avulla esitettyyn kohdeärsykkeeseen oli 99 %, kongruenttiin ärsykkeeseen oli 99 % ja epäkongruenttiin ärsykkeeseen oli 97 %.

#### **3.1 Ihon sähkönjohtavuuden yhteys valppauteen**

Tarkasteltaessa reaktioaikojen positiivisia ja negatiivisia erotuksia: yhteensä kahdeksalla osallistujalla oli hitaampi reaktioaika, kun vihjettä ei ollut. Sen sijaan yhdellä osallistujalla tilanne oli toisin päin: reaktioaika oli tällöin nopeampi. Nämä tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $Z = -2.547$ ,  $p < .05$ ). Ihon sähkönjohtavuuden vaste oli pienempi kaksoisvihjeen kohdalla viiden osallistujan kohdalla. Sen sijaan kolmella osallistujalla ihon sähkönjohtavuuden vaste oli pienempi silloin, kun vihjettä ei ollut. Kuitenkaan ihon sähkönjohtavuuden erot eivät osoittautuneet tilastollisesti merkitseviksi ( $Z = -.560$ ,  $p > .05$ ).

#### **3.2 Ihon sähkönjohtavuuden yhteys inhibitioon**

Kaikilla yhdeksällä osallistujalla oli nopeampi reaktioaika kongruenttiin ärsykkeen kohdalla verrattuna epäkongruenttiin ärsykkeeseen. Tämä ero oli myös tilastollisesti merkitsevä ( $Z = -2.666$ ,  $p < .05$ ). Tarkastellessa ihon sähkönjohtavuuden vasteen muutosta, yhteensä neljän osallistujan kohdalla vasteet osoittivat suurempaa muutosta kongruenttiin ärsykkeeseen, ja neljän osallistujan vasteet olivat

suurempia epäkongruentin ärsykkeen kohdalla. Ero ei osoittautunut tilastollisesti merkitsevä ( $Z = -0.280, p > .05$ ).

#### 4. Pohdinta

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ihon sähkönjohtavuuden ja tarkkaavuuden välisiä suhteita ikääntyneillä. Tutkimuksessa tarkasteltiin osallistujien reaktioaikoja ja ihon sähkönjohtavuutta ANT-tehtävän avulla. ANT-tehtävä koostui kahdesta kahdenkymmenen minuutin tehtäväosioista, joissa tarkastelun kohteena olivat osallistujien reaktioaikojen ja ihon sähkönjohtavuuden erot ilman vihjettä esitetyn kohdeärsykkeen ja kaksoisvihjeen avulla esitetyn ärsykkeen sekä kongruentin ja epäkongruentin ärsykkeen välillä. Aikaisemman tutkimuksen mukaan ihon sähkönjohtavuus kasvaa emotionaalisen viriämisen sekä kognitiota vaativien tehtävien yhteydessä. Sen vuoksi oletuksena oli, että erityisesti valppautta ja inhibitiota vaativat tilanteet saattaisivat vaikuttaa suurempaan ihon sähkönjohtavuuteen.

Tutkimustulosten analysoinnissa saatiin selville, että osallistujien keskimääräiset reaktioajat vaihtelivat ilman vihjettä esitetyn ärsykkeen ja kaksoisvihjeen avulla esitetyn ärsykkeen sekä kongruentin ja epäkongruentin ärsykkeen välillä, ollen tilastollisesti merkittäviä. Osallistujat vastasivat keskimäärin nopeammin, kun ärsykettä edelsi kaksoisvihje. Tämä tutkimustulos osoittaa sen, että tarkkaavuuden suuntaaminen kaksoisvihjeen avulla nopeuttaa reaktioaikaa. Osallistujat myös vastasivat keskimäärin nopeammin silloin, kun nuolet osoittivat samaan suuntaan. Epäkongruentti ärsyke siten vaatii inhibitiokykyä, jolloin tiedonkäsittely monimutkaistuu, ja reagointi hidastuu. Nämä tutkimustulokset toisaalta osoittavat ANT-tehtävän validiteettia, mutta myös puoltavat aikaisempaa tutkimusta. Sen sijaan tulosten analysoinnissa havaittiin, että ihon sähkönjohtavuuden vasteiden erot valppautta ja inhibitiota mittaavissa tehtäväosuuksissa eivät osoittautuneet tilastollisesti merkittäviksi. Sen vuoksi voidaan todeta, että ihon sähkönjohtavuus ei ollut yhteydessä ANT-tehtävän vaatimaan inhibitiioon eikä valppauteen. Koska aikaisemman tutkimuksen avulla on löydetty yhteys ihon sähkönjohtavuuden ja kognition välillä, nykyisen tutkimuksen tuloksia voidaan selittää ANT-tehtävän ominaisilla piirteillä. Yhtenä syynä voidaan pitää testin nopeaa etenemistä. Koska jokaisen koetehtävän kesto oli neljä sekuntia, ihon sähkönjohtavuuden vaste ei ehtinyt laskea tarpeeksi, jotta vasteiden välille olisi muodostunut suurempia eroja. Siten osallistujien vireyden taso pysyi suhteellisen korkeana koko tehtäväsuorituksen ajan. Toisena syynä voidaan pitää osallistujan habituaatiota, sillä tehtävät toistuivat lukuisia kertoja testin aikana (Boucsein, 2019; Dawson ym., 2017). On myös otettava

huomioon, että ikääntyvillä on löydetty matalampia arvoja verrattuna nuorempiin aikuisiin (Boucsein, 2019).

Tutkimusta rajoittavina tekijöinä voidaan pitää suhteellisen pientä näytettä (reaktioaika,  $n=8$ ; SCR,  $n=9$ ). Sen lisäksi suurin osa osallistujista oli naisia (6/9). Rajoituksena voidaan myös pitää EDA-laitteen kalibroinnista johtuvia haasteita, minkä vuoksi ihon sähkönjohtavuuden vasteet on esitetty tutkimuksessa mielivaltaisina yksikköinä.

Tämä tutkimus on ainutlaatuinen siksi, että aikaisempaa tutkimusta ihon sähkönjohtavuudesta ja ANT-tehtävästä ei ole. Vaikka tämä tutkimus ei kuitenkaan tuottanut merkittäviä löydöksiä ihon sähkönjohtavuuden ja valppauden sekä inhibition välille, tuloksia voidaan hyödyntää viitoittamaan tulevia tutkimuksia. Jatkotutkimuksissa olisi mielenkiintoista tarkastella ihon sähkönjohtavuuden muutoksia nuorilla aikuisilla. Tulevissa tutkimuksissa voitaisiin myös hyödyntää muokattua ANT-tehtävää, jossa ihon sähkönjohtavuuden vaste ehtisi laskea lähtötasolle ennen seuraavaan tehtävään siirtymistä.

Tämä tutkimus osoittaa, että ennen ärsykettä edeltävä kaksoisvihje nopeuttaa reaktioaikaa verrattuna tilanteeseen, kun vihjetä ei esitetä ennen ärsykettä. Tarkkaavuuden suuntaaminen siten nopeuttaa reaktioaikaa. Sen lisäksi tämän tutkimuksen mukaan reaktioaika on nopeampi silloin, kun nuolet osoittavat samaan suuntaan verrattuna reaktioaikaan, kun nuolet osoittavat eri suuntiin. Eri suuntiin osoittavat nuolet aiheuttavat ristiriidan, jolloin ongelmanratkaisua suorittava inhibitiokyky hidastaa tiedonkäsittelyä sekä reagointia. Sen sijaan tässä tutkimuksessa ihon sähkönjohtavuuden sekä inhibition ja valppauden välisiä merkittäviä yhteyksiä ei löydetty. Syynä voidaan pitää ANT-tehtävän ominaisia piirteitä, jolloin valppautta ja inhibitiota vaativat tehtävät eivät saaneet aikaan merkittäviä eroja ihon sähkönjohtavuudessa.

## Lähteet

- Braithwaite, J. J., Watson, D. G., Jones, R. & Rowe, M. (2013). A guide for analysing electrodermal activity (EDA) & skin conductance responses (SCRs) for psychological experiments. Selective attention & awareness laboratory (SAAL) behavioural brain sciences centre, University of Birmingham, UK. Doi: <https://www.biopac.com/wp-content/uploads/EDA-SCR-Analysis.pdf>
- Banich, M. T. & Compton, R. J. (2018). Cognitive Neuroscience. 4<sup>th</sup> edition. Cambridge University Press. <https://www-cambridge-org.ezproxy.jyu.fi/core/books/cognitive-neuroscience/8F1012551AEDA08F284A6D10469166DC>
- Boucsein, W. (2012). Electrodermal activity. 2<sup>nd</sup> edition. Boston, MA : Springer US.
- Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., Berntson, G. G. Berntson. (toim.) (2017). Handbook of psychophysiology. Cambridge University Press.
- Dawson, M. E., Schell, A. M. & Filion, D. L (2017). The electrodermal system. Teoksessa Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., Berntson, G. G. Berntson. (toim.) (2017). Handbook of psychophysiology. Cambridge University Press.
- Caruelle, D., Gustafsson, A., Shams, P. & Lervik-Olsen, L. (2019). The use of electrodermal activity (EDA) measurement to understand consumer emotions – A literature review and a call for action. Journal of business research, 104, 146-160. Doi: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.jyu.fi/science/article/pii/S0148296319304011>
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A. & Posner, I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. Journal of cognitive neuroscience, 14 (3): 340-347. Doi: <https://direct-mit-edu.ezproxy.jyu.fi/jocn/article/14/3/340/3628/Testing-the-Efficiency-and-Independence-of>
- Fumiharu, T., Lange, G., Natelson, B. H. & Quigley, K. S. (2015). Attention network test: assessment of cognitive function in chronic fatigue syndrome. J Neuropsychol, 9(1), 1-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4159443/>
- Grassini, S., Segurini, G. V. & Koivisto, M. (2022). Watching nature videos promotes physiological restoration: evidence from the modulation of alpha waves in electroencephalography. Frontiers in psychology, 13, 871143. Doi: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.871143/full>
- Hietanen, J., Peltola, M. & Hietanen, J. K. (2020). Psychophysiological responses to eye contact in a live interaction and in video call. Psychophysiology, 57, 6. Doi: <https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.jyu.fi/doi/full/10.1111/psyp.13587>
- Jehkonen, M., Saunamäki, T., Paavola, L. & Vilkki, J. (toim.) (2015). Kliininen neuropsykologia. Helsinki: Duodecim.

Jehkonen, M., Nurmi, L. & Kuikka, P. (2015). Tarkkaavuuden häiriöt ja neglect-oire eli huomiotta jättäminen. Teoksessa Jehkonen, M., Saunamäki, T., Paavola, L. & Vilkki, J. (toim.) (2015). Kliininen neuropsykologia. Helsinki: Duodecim.

Petersen, S. E. & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review Neuroscience*, 35, 73-89. Doi: <https://www-annualreviews-org.ezproxy.jyu.fi/doi/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>

Santhana Gobalan, P. R., Loberg, O., Hämäläinen, J. A. & Leppänen, P. H. T. (2019). Attentional processes in typically developing children as revealed using brain event-related potentials and their source localization in attention network test. *Scientific reports*, 9, 2940. Doi: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-36947-3>



## Liitteet

Liite 1. ANT -tehtävän kokeellinen asetus. a.) Vihjeiden tila: ei vihjettä ja kaksoisvihje; b.) Neljä ärsykettä, joita käytettiin nykyisessä tutkimuksessa; ja c.) esimerkki kokeen etenemisestä (Muotoiltu lähteestä Fan ym., 2002).

