

**IÄN, SUKUPUOLEN JA HARJOITTELUN YHTEYS REAKTIONOPEUTEEN MIES - JA
NAISVETERAANIURHEILJOILLA**

Laura Vainio

Pro Gradu -tutkielma

Gerontologia ja kansanterveys

Jyväskylän yliopisto

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Terveystieteiden laitos

Kevät 2013

IÄN, SUKUPUOLEN JA HARJOITTELUN YHTEYS REAKTIONOPEUTEEN MIES - JA NAISVETERAANIURHEILJOILLA

Laura Vainio

Pro gradu –tutkielma

Gerontologia ja kansanterveys

Jyväskylän yliopisto, liikuntatieteellinen tiedekunta, terveystieteiden laitos

Kevät 2013

44 sivua, 1 liite

Yksi ikääntymisen mukana tapahtuva toimintojen heikkeneminen ilmenee ärsykkeisiin reagoimisen ja reaktionopeuden hidastumisena. Mitä enemmän ikääntyvillä ihmisillä on nopeutta, kestävyyttä ja lihasvoimaa, sitä paremmin he suoriutuvat jokapäiväisistä arkiaskareista. Fyysinen aktiivisuus on tärkeä osa ikääntyvän ihmisen elämässä. Harjoittelun on todettu vaikuttavan reaktionopeuteen parantavasti. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia onko fyysinen harjoittelu, sukupuoli ja ikä yhteydessä ikääntyneiden ihmisten reaktioaikaan.

Tutkimusaineisto oli yksinkertaisessa reaktioaikatestissä 805 miestä ja 438 naista ja monivalintareaktioaikatestissä 712 miestä ja 368 naista. Yksinkertaisessa reaktioaikatestissä oli nopeusurheilijoita 350, kestävyysurheilijoita 186 ja ei-aktiiviurheilijoita 707. Monivalintareaktioaikatestissä oli nopeusurheilijoita 183, kestävyysurheilijoita 188 ja ei-aktiiveja 709. Aineisto on kerätty (v. 1981–2012) eri kilpailujen yhteydessä (Piirinmestaruus, Suomen Mestaruus tai Maailmanmestaruus) tai Jyväskylän yliopistossa terveys- ja toimintakykytutkimuksen yhteydessä. Koehenkilöitä testattiin näköärsykkeiden avulla ja viiden parhaan reaktioajan keskiarvo huomioitiin tuloksissa. Aineisto analysoitiin SPSS20- tilastoanalyysiohjelmalla.

Sukupuolivertailussa 60-95 –vuotiaiden miesten ja naisten reaktioaikojen välillä havaittiin merkitsevä ero niin nopeus kuin kestävyysryhmässä. Lajiryhmävertailussa 60-95 -vuotiailla miehillä ja naisilla molemmat harjoitteluryhmät olivat merkitsevästi nopeampia kuin kontrolliryhmä. Miesten ja naisten ikäryhmävertailussa nuorten ryhmät olivat pääasiassa nopeampia kuin yli 60-vuotiaat.

Tulokset viittaavat siihen, että iän ja sukupuolen lisäksi fyysinen harjoittelu on yhteydessä parempiin reaktioaikoihin ikääntyneillä ihmisillä. Lisätutkimuksia tarvittaisiin pitkäikäistutkimusten tuloksista.

Avainsanat: Reaktionopeus, ikääntynyt ihminen, fyysinen harjoittelu

ABSTRACT

AGE, GENDER AND EXERCISE CONNECTION TO REACTION TIME IN MEN AND WOMEN VETERAN ATHLETES

Laura Vainio

Master's thesis

Gerontology and public health

University of Jyväskylä, Faculty of sport and health sciences, Department of health sciences

Spring 2013

44 pages, 1 appendix

One of the typical change when you get old is that different movements get slower. Slowing of psychomotor speed among older individuals has been shown in many studies. Exercise has been shown to impact reaction time positively. The purpose of the study was to examine if age, gender and type of exercise is connected to reaction time in men and women veteran athletes.

Data on psychomotor speed were collected in 1981-2012 in different competitions in different countries or in Jyväskylä University. The test was based on in visual stimulus and five best times created the average time that was used in the results. Participants were veteran athletes, young athletes and individuals who were not active in sports (Control group). In simple test the number of participants was 805 men and 438 women and in choice test there were 712 men and 368 women. In simple test there were 350 speed athletes, 186 endurance athletes and 707 controls. In choice test there were 183 speed athletes, 188 endurance athletes and 709 controls. The data was analysed by using the SPSS20 statistics –program.

When comparing men and women who were 60-95 year old we found significant differences in reaction time. When comparing 60-95 year old men and women in exercise groups we found that exercise groups were significantly faster than control group. Comparing age groups in men and women younger age groups were mainly faster than over 60 years old.

The results contribute the fact that age and gender and physical exercise are connected to better reaction time in older individuals. More examination, especially in longitudinal research, is needed.

Key words: Psychomotor speed, older individuals, exercise

SISÄLLYS

Tiivistelmä

Abstract

1. JOHDANTO.....	1
2. HAVAITOMOTORIIKKA	3
3. REAKTIONOPEUS	6
3.1 Esimotorinen aika.....	6
3.2 Motorinen aika.....	7
3.3 Kokonaisaika	8
3.4 Reaktiionopeuden mittaaminen	8
4. IKÄÄNTYMISMUUTOKSET REAKTIONOPEUDESSA.....	10
4.1 Ikääntymismuutokset havaintomotorisessa toiminnassa ja reaktiionopeudessa.....	10
4.2 Sukupuolierot havaintomotorisessa toiminnassa ja reaktiionopeudessa.....	11
4.3 Havaintomotorisen toiminnan hidastumisen syitä.....	12
5. FYYSISEN HARJOITTELUN VAIKUTUS REAKTIOAIKAAN IKÄÄNTYESSÄ.....	15
5.1 Harjoittelun vaikutus vireystasoon	17
6. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	18
7. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	19
7.1 Tutkimusaineisto	19
7.2 Tutkimusmenetelmät	19
7.3 Analysointimenetelmät.....	20
7.4 Tutkimuksen eettisyys.....	21
8. TULOKSET	23
8.1 Tutkittavien taustatiedot	23
8.2 Iän yhteys reaktiioaikoihin miehillä ja naisilla	24
8.3 Lajiryhmien yhteys reaktiioaikoihin 60-95- vuotiailla miehillä ja naisilla.....	25
8.4 Sukupuolen yhteys reaktiioaikoihin lajiryhmittäin.....	26
9. POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	28
Lähteet	33
Liitteet	

LIITTEET

Liite 1: Sukupuolen yhteys reaktioaikaan lajiryhmittäin, liitetaulukot 1-4

1. JOHDANTO

Erilaisten toimintojen hidastumisen on sanottu olevan tyypillinen ikääntymisen merkki. Etenkin suurin osa kognitiivisista kyvyistä, kuten muisti, nopeuden tuottaminen ja tehtävien ratkaisu hidastuvat iän karttuessa. Yksi ikääntymisen mukana tapahtuva toimintojen heikkeneminen ilmenee ärsykkeisiin reagoimisena ja reaktionopeuden hidastumisena (MacRae ym. 1996).

Ikääntyneiden on todettu monissa tutkimuksissa reagoivan hitaammin annettuihin ärsykkeisiin verrattuna nuorempiin ihmisiin (Era ym 1986, Suzuki ym. 2005, Tun&Lachman 2008, Era ym. 2010), minkä vuoksi ikääntyneillä ihmisillä reaktioaika on merkittävästi pidempi kuin nuoremmilla (Suzuki ym. 2005). Tämä voi johtua yleisestä ikääntymisestä, häiriösignaaliteoriasta tai aivojen hitaasta kyvystä käsitellä tulleita stimuluksia (Pajala ym. 2008). Reaktioaikaa mitattaessa saadaan tietoa ikääntymisen vaikutuksista keskushermoston toimintaan. Keskushermosto havainnoi ärsykkeet, prosessoi ja valitsee oikeat liikevasteet. Nopeita reaktioita tarvitaan esimerkiksi autolla ajettaessa tai äkillisissä tilanteissa, jossa esimerkiksi kaatuminen on lähellä ja ihmisen pitää reagoida nopeasti korjaavalla liikkeellä pysyäkseen pystyssä (Cao ym. 1997).

Fyysinen aktiivisuus on tärkeä osa ikääntyvän ihmisen elämässä. Harjoittelun on todettu vaikuttavan reaktionopeuteen parantavasti (Rooks ym. 1997, Hunter ym. 2001, Mouelhi ym. 2006). Harjoittelu vaikuttaa samoin myös kognitiivisiin kykyihin, mikä on yhteydessä reaktionopeuden nopeampaan tuottamiseen (Colcombe&Kramer 2003, Erickson&Kramer 2008, Liu-Ambrose&Donaldson 2008). Mitä enemmän ikääntyvillä ihmisillä on nopeutta, kestävyyttä ja lihasvoimaa, sitä paremmin he suoriutuvat jokapäiväisistä arkiaskareista. Fyysisten ominaisuuksien ylläpitäminen auttaa ihmistä jatkamaan aktiivista ja toimintakykyistä elämää iän karttuessa. Hyvä reagointikyky voi edesauttaa mm. kaatumisen ehkäisyssä tai korjausliikkeen tekemisessä kaatumisen ehkäisemiseksi. (Korhonen 2009, Suominen 2010).

Tässä työssä tarkastelen ikääntyneiden reaktionopeutta ja ikääntymisen vaikutusta reaktionopeuteen sekä fyysisen harjoittelun vaikutusta reaktionopeuteen. Käsitelen ensin havaintomotoriikkaa, reaktionopeutta ja näiden tekijöiden yhteisvaikutusta eli reaktioaikaa. Havaintomotoriikassa havaitsemme aistielinten välityksellä esimerkiksi

ympäristöstä tulevaa informaatiota. Aivomme osaavat tuottaa ja valikoida tilanteeseen sopivat motoriset vasteet eli liikkeet mitä teemme. Näin pystymme reagoimaan nopeasti tulleeseen informaatioon (Pajala 2008). Reaktionsopeus koostuu esimotorisesta, motorisesta ja näiden kokonaisajasta. Esimotorinen aika on aika, mikä kuluu ärsykkeen näkemisestä lihasaktiivisuuden alkuun. Motorinen aika jatkuu lihasaktiivisuuden alusta liikkeen loppuun. Näiden avulla pystytään mittaamaan reaktionsopeutta (Spirduso 1995, 185).

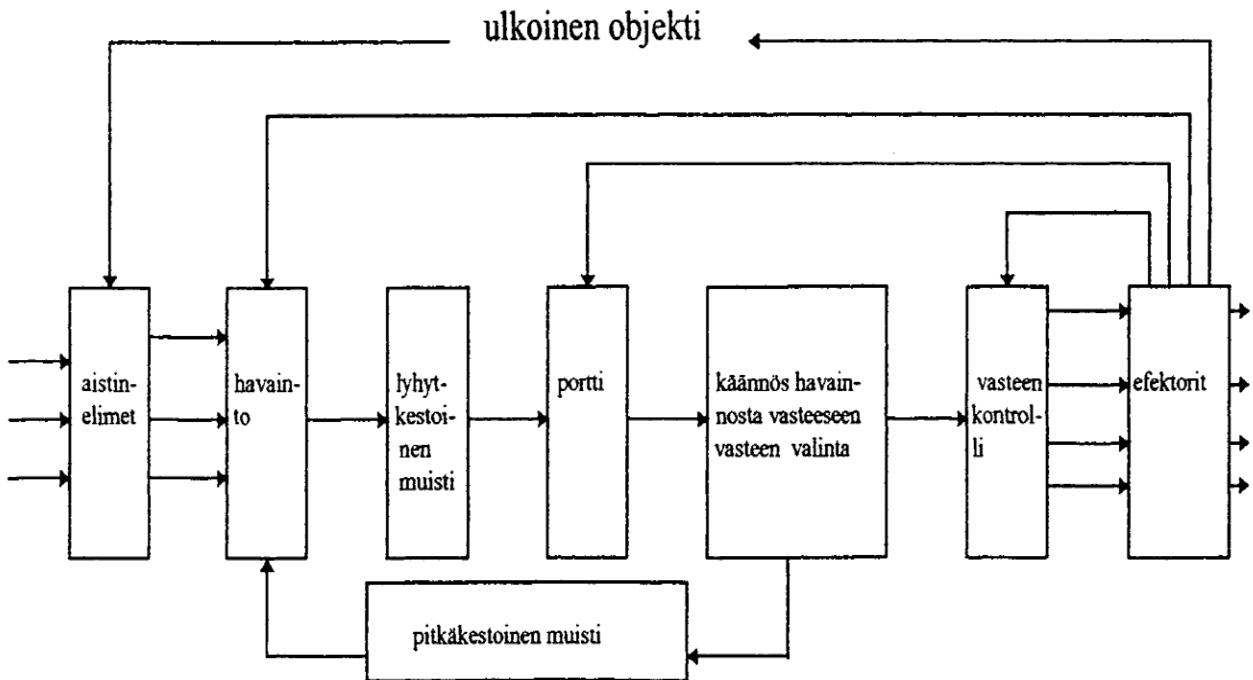
2. HAVAITOMOTORIIKKA

Havaintomotoriikka on prosessi, jossa yksilö kerää tietoa eri aistikanavien kautta ympäristöstään ja omasta toiminnastaan. Prosessissa ihminen käsittelee, valikoi ja yhdistää saatua tietoa jo olemassa olevan tiedon ja omien kokemustensa avulla. Aistitoimintojen heikentyessä viestien käsittely aivoissa hidastuu, tasapaino heikkenee ja kaatumisriski kasvaa. Havaintomotoriikka antaa meille tietoa ympäristöstä ja sen avulla pystymme reagoimaan ja liikkumaan tarpeen vaativalla tavalla. Havaintomotoriikka liittyy vahvasti reaktionopeuteen, koska aistielintemme avulla, esimerkiksi näkö ja kuulo, pystymme reagoimaan havaitsemiimme ärsykkeisiin (Pajala ym. 2008).

Fyysisellä aktiivisuudella on todettu olevan yhteyttä havaintomotoriikkaan ja sitä on pyritty selittämään eri tavoin. Fyysisen aktiivisuuden tehostaman sydän- ja verenkiertoelimistön toiminnan on katsottu välillisesti parantavan keskushermoston verenkiertoa. Fyysisen aktiivisuuden on selitetty myös nostavan yleistä vireystilaa ja lisäävän hermojärjestelmän keskeisten välittäjäaineiden aktiivisuustasoa (Era 1997).

Keskushermosto liittyy vahvasti havaintomotoriseen toimintaan. Keskushermosto jaetaan kahteen osaan sen perusteella, miten se rakentuu ja toimii. Keskushermostoon kuuluu aivot ja selkäydin joista lihakset saavat käskyjä. Ääreishermostossa sijaitsee motoriset hermot. Ääreishermostosta kulkeutuu tietoa keskushermostoon aistielimien välityksellä (Enoka 2002, 435-439, 234).

Keskushermosto pystyy ympäristöstä saadun tiedon perusteella valitsemaan ja käynnistämään tilanteeseen sopivat motoriset vasteet, esimerkiksi jalan tai käden liikkeet. Keskushermosto kontrolloi ja mukauttaa liikettä koko ajan aistipalautteen avulla. Aistit havainnoivat jatkuvasti ympäristöä, aivot tuottavat liikettä ja kontrolloivat sitä, jolloin syntyy tarkoituksenmukaista toimintaa (Welford 1984, Pajala ym. 2008). Prosessissa on tärkeää myös oikein ajoitettu nopeus esimerkiksi reaktioaikatesteissä ja jokapäiväisissä tilanteissa, kuten autolla ajossa (Era 1997). Kuvassa on esitetty Welfordin (1984) esittämä malli, miten havainnosta prosessoituu oikea vaste (Kuva 1).



Kuva 1. Welfordin (1984) esittämä malli miten havainnosta kehittyy vaste ja miten sitä mukautetaan.

Havaintomotoriseen toimintaan on liitetty useampi teoria. Kognitiivisen lähestymistavan mukaan ensin nähdään jokin ympäristössä tapahtuva tapahtuma eli stimulus ja sen jälkeen toimitaan tapahtuman vaatimalla motorisella toiminnolla, näin konkreettiset vaiheet johtavat ärsykkeestä vasteeseen. Tässä teoriassa on sensorinen yksikkö, joka ensin havaitsee ärsykkeen, kognitiivinen yksikkö, joka käsittelee ärsykkeen ja määrittää tapahtuman vaatiman vasteen ja lopulta motorinen yksikkö, joka esivalmistelee ja suorittaa halutun vasteen. Nämä ominaisuudet muodostavat periaatteen, jossa havainto luo halutun toiminnon (Kotchoubey 1998).

Modernin teorian mukaan informaation prosessoinnin vaiheet suorittaa limittäin ajan suhteen. Tässä teoriassa informaatio voidaan siirtää seuraavaan vaiheeseen osissa eikä kokonaisena. Esimerkiksi sensorinen yksikkö, joka on vastaanottanut yhden tapahtumaan liittyvistä ärsykkeistä ja lähettää sen informaation heti seuraavaan vaiheeseen, kun samalla analysoi uusia tulevia ärsykejä. Nämä ominaisuudet muodostavat periaatteen, jossa informaatio virtaa jatkuvasti eri yksikköjen välillä (Kotchoubey 1998).

Biologisessa teoriassa reaktioita ei aloiteta ärsykkeen esiintymisellä vaan ohjeellisella tapahtumaan liittyvällä informaatiolla. Nämä ohjeet mahdollistavat sensomotorisen koordinaation luonnin etukäteen, kuten esineeseen tarttumisen. Stimulus, joka käynnistää vasteen ei luo sitä. Tällaiseen sensomotorisen koordinaation luontiin liittyy rinnakkainen suora yhteys motorisen ja sensorisen yksikön välillä. Näin mahdollistetaan toiminto, jossa valmistautuminen tiettyyn havaintoon on kytkettynä valmiiksi asianmukaiseen motorisen toiminnon säätelyyn (Kotchoubey 1998).

3. REAKTIONOPEUS

Puhuttaessa reaktionopeudesta tarkoitetaan sillä reagointia johonkin stimulukseen (Spirduso 1995, 186). Reagointi mitataan yleensä reaktioajan avulla. Tulos ilmoitetaan aikana, mikä kuluu ärsykkeen antamisesta toiminnan alkamiseen. Reaktioaikaa voidaan mitata kuulo-, näkö tai tuntoaärsykkeen avulla reaktiotilanteessa (Spirduso 1995, 186, Mero ym. 2004).

Reaktionopeus on yksi motorisen kyvykkyyden osa-alue. Se, miten henkilö suoriutuu fyysisistä toiminnoista, riippuu sensorisista kyvyistä (kuulo-, näkö- ja tuntoaisti), motorisista kyvyistä (kunto ja koordinaatio) ja kehon kokemisesta (tietoisuus ja hahmotus omasta kehosta) (Keskinen ym. 2004, 185). Mero ym. (1990) ovat määritelleet reaktioaikojen vaihtelualueet seuraavasti: kuuloreaktio 0.100–0.160s näköreaktio 0.140–0.200s ja valintareaktio 0.180–0.240s.

Reaktionopeus jaetaan kahteen osaan, joita kutsutaan esimotoriseksi ajaksi ja motoriseksi ajaksi. Näistä muodostuu kokonaisuus jota kutsutaan reaktionopeudeksi. (Finkel ym. 1995, Era ym. 2010). Reaktionopeuteen vaikuttavat esimerkiksi ikä, näkö, kuulo, sukupuoli, lihaksen väsymystila ja sen koko (Suzuki ym. 2005). Reaktionopeus kehittyy siten, että reaktioaika lyhenee eli hermosto kykenee käsittelemään viestejä ja kuljettamaan niitä nopeammin. Tämä ominaisuus kehittyy nopeasti lapsuudessa. Nopeus on hyvin periytyvää hermolihaskäytännön osalta ja biologiset rakennemuutokset on helpointa saada muutettua varhaisessa lapsuudessa. Jos lapsena ei harjoitella nopeutta ja reagointia vaativia taitoja, sitä on vaikea kompensoida aikuisena ja ikääntyneenä (Mero ym. 2004).

3.1 Esimotorinen aika

Esimotorisella ajalla tarkoitetaan aikaa, mikä kuluu ärsykkeen saamisesta lihasaktiivisuuden alkuun. Esimotorinen aika pitenee ikääntyessä etenkin silloin, kun kyseessä on monivalintatesti (Era ym. 2010).

Esimotorista aikaa voidaan mitata esimerkiksi näköaistin avulla, jolloin stimuluksena toimii esimerkiksi valon syttyminen. Testi tehdään yleensä hallitsevalla kädellä. (Finkel

ym. 1995, Era ym. 2010). Esimotorisen ajan testaaminen on hyvin yksinkertaista, koska kyseessä on hyvin pieni liike, esimerkiksi käden nostaminen napilta ylös, kun valo on syttynyt. Näin testataan kuinka nopeasti yksilö pystyy reagoimaan annettuun stimuluseseen (Spirduso 1995, 187).

Era ym. (2010) mittasivat esimotorista aikaa käyttäen näköä stimulusena. Tutkittavan tehtävä oli painaa paneelissa olevia valoja, kun ne syttyvät. Monivalintareaktioaikatestissä näköön perustuva stimulus johdettiin sattumanvaraisesti neljään lamppuryhmään, jolloin painettiin lamppuryhmien keskellä olevaa kohdenappia. Valojen välit olivat puoliympyrässä, jotta levähdysnapilta olisi sama välimatka kaikille näppäimille. Tutkittava istui käyttäjälleen sopivan korkuiseksi säädetyllä tuolilla. Tietokone mittasi ajan siitä, kun valo syttyi ja käsi nousi levähdysnapilta. Tämän laskettiin olevan testin esimotorinen aika. (Finkel ym. 1995, Era ym. 2010).

3.2 Motorinen aika

Motorinen aika tarkoittaa sitä aikaa, mikä kuluu käden nostamisesta oikean kohdenapin painamiseen. Koehenkilön tehtävänä on suorittaa testi mahdollisimman nopeasti liikkeen jatkuessa esimotorisen ajan jälkeen lihasaktiivisuuden alusta liikkeen loppuun (Spirduso 1995, 205). Motorista aikaa voidaan vähän parantaa nopeusharjoittelulla aikuisiällä (Mero ym. 2004). Motorinen aika on tärkeä esimerkiksi kun pitää pysäyttää auto tai poimia numero tv-ruudulta mahdollisimman nopeasti (Spirduso 1995, 205).

Motorinen aika hidastuu ikääntyneillä silloin, jos valittavana on paljon erilaisia vasteita. Tämä johtuu siitä, että oikean vasteen valitsemiseen kuluu enemmän aikaa kuin ennen. Tällöin esimotorinen aika hidastuu. Itse kokonaisaika saattaa kuitenkin olla odotettua nopeampi, sillä henkilö on varmempi valitun vasteen oikeellisuudesta, jolloin motorinen aika saattaa nopeutua. (Spirduso 1995, 205). Motorisen ajan on todettu olevan miehillä kaikissa ikäryhmissä lyhyempi kuin naisilla. (Finkel ym. 1995, Era ym. 2010).

3.3 Kokonaisaika

Yhdessä esimotorinen aika ja motorinen aika muodostavat kokonaisajan, jota kutsutaan reaktionopeudeksi. Molemmat ajat ovat yhtä tärkeitä, kun ajatellaan kokonaissuoritusta. Mitä nopeammin esimotorinen aika on saatu alkamaan, sitä nopeammin motorinen aika toteutuu (Spirduso 1995, 205).

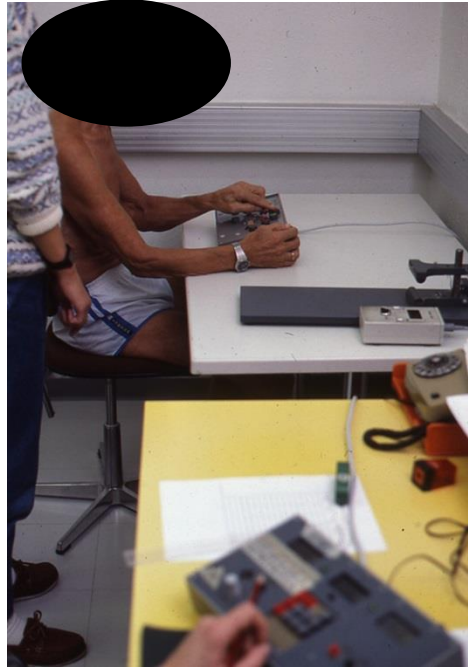
3.4 Reaktionopeuden mittaaminen

Havaintomotoriikassa tapahtuvia muutoksia ikääntyessä on tutkittu reaktio- ja liikeajan mittauksilla (Kuva 2). Testeissä nähdään, miten usean elinjärjestelmän säätämisessä ja kontrolloinnissa yhdenkin osa-alueen heikkous saattaa hidastaa kokonaissuoritusta (Pajala ym. 2008). Havaintomotoriikan muutoksia ihmisen ikääntyessä on tutkittu erilaisin testein. Testitilanteissa stimuluksena käytetään yleensä näkö-, ääni- tai kosketusärsykettä. Vasteena on erilaisia järjestelmiä esimerkiksi puhe- tai liikesuoritus (Spirduso 1995, 186).

Reaktioaikaa voidaan mitata useammalla eri tavalla. Mittaus voi olla joko yksinkertainen tai monivalintatesti. Reaktioaika mitataan pikajuoksussa esimerkiksi siitä, kuinka pitkä aika menee lähtölaukauksesta liikkeelle lähtöön, tai autolla ajossa siitä, kun tiellä oleva este havaitaan ja jalka on siirtynyt jarrulle. Tätä kutsutaan yksinkertaiseksi reaktioajaksi. Kun kyseessä on vain yksi stimulus (este tiellä) ja vain yksi vaihtoehto (eli pysähtyminen) kyseessä on yksinkertainen reaktioaika (Spirduso 1995, 186).

Monivalintareaktioajassa henkilön on valittava oikea liike mikä on yhteydessä annettuun stimulukseseen. Henkilön pitää löytää stimulukselle oikea pari, esimerkiksi jos punainen valo syttyy henkilö vapauttaa oikean käden avaimen tai jos vihreä valo syttyy hän vapauttaa vasemman käden avaimen. Jokaiselle stimulukselle on oma parinsa eli vaste ja se hankaloittaa testin tekemistä. Monivalintatestissä aivojen täytyy käsitellä monta osaa: stimuluksen tunnistus, vasteen valinta ja siihen reagoiminen sekä liikkeen aloitus. Ikääntyneillä on enemmän vaikeuksia käsitellä aivoihin tullutta informaatiota kuin itse havainnollistamista ja vasteeseen reagoimista (Spirduso 1995, 189-190).

Reaktioaikaan vaikuttavat ikääntyminen, alkoholi, unihäiriöt, sairaudet ja vireystila. Tuloksia tulkitessa pitää muistaa, että ne ovat keskiarvoja ja reaktioajat sekä niiden muutokset ovat hyvin yksilöllisiä kaikissa ikäryhmissä (Spirduso 1995, 187).



Kuva 2. Näköreaktioon perustuva testitilanne. Koehenkilö painaa niin nopeasti syttyneen valon alla olevaa nappia kuin pystyy (Rantanen 2013).

Reaktioaika tutkittaessa, yksi mittausmenetelmä on elektromyografia (EMG), jonka mittaus perustuu aktiopotentiaalien mittaukseen. EMG –mittaus tapahtuu yleensä pintaelektrodeja apuna käyttäen, mitkä kiinnitetään ihon pinnalle. Mittauksessa nähdään lihasaktivaation alku ja siten saadaan tietoa esimotorisesta (stimuluksen saamisesta lihasaktivaatioon) ja motorisesta ajasta (lihasaktivaatiosta liikkeen aloitukseen) Aktiopotentiaali on yleensä hermosolua tai lihassolua pitkin liikkuva sähköisen virran aalto. Se kuljettaa hermoston viestejä hermosolujen välillä vieden viestejä esim. kudoksille ja lihaksille (Enoka 2002, 46-51).

4. IKÄÄNTYMISMUUTOKSET REAKTIONOPEUDESSA

Nopeuden on todettu heikkenevän 0,5-0,6 % vuodessa ikävuosien 35-40 jälkeen (Korhonen 2009). Ikääntymismuutoksia tapahtuu esimerkiksi lihaksissa, kehohallinnassa ja havaintomotoriikassa. Asento- ja liikeaistin toiminnot heikkenevät ja voivat altistaa esimerkiksi kaatumiselle. Myös näkö ja kuulo heikentyvät ja hidastavat niiden välittämän tiedon prosessointia. Reaktiionopeuden heikkeneminen, lihasten surkastuminen ja korjausliikkeiden hidastuminen vaikeuttavat itsenäistä selviytymistä kotona (Aalto 2009, 13).

4.1 Ikääntymismuutokset havaintomotorisessa toiminnassa ja reaktiionopeudessa

Suzuki ym. (2005) toteavat, että ikääntyneillä ihmisillä reaktioaika oli merkittävästi suurempi kuin nuoremmilla. Nuorempiin verrattuna ikääntyneiden reaktioajoissa oli eroa jopa yli 200 ms. Ikääntyneillä ihmisillä reaktion vaihteluväli on suurempi. Spirduso (1995, 194) mainitsee, että ikääntyneiden ja nuorempien välillä ei kuitenkaan huomattu eroja, jos tutkittiin, niin että tutkittavien tuli vastata mahdollisimman nopeasti esitettyihin kysymyksiin ”kyllä” tai ”ei”. Tämä voi johtua siitä, että vokaalista ääntä käytetään paljon normaalielämässä, eikä se tunnu testattavasta oudolta. Ihminen saattaa esimerkiksi kommunikoida puheen välityksellä paljon päivän aikana ja toisen ihmisen puheeseen täytyy reagoida tarvittaessa. Siten tällainen testausmenetelmä saattaa olla tutumpi.

Ihmisen vanhentuessa esimerkiksi kuulon heikentyminen voi vaikuttaa reaktioaikojen hidastumiseen. Huomiointikyky, ärsykkeiden valinta ja vireystila liittyvät audiitiiviseen toimintavalmiuteen (Sorri ym. 2008). Tasapainon heikentyessä on vaikeampi ylläpitää liikettä ja huojunta, niin eteen-taakse suunnassa kuin sivusuunnassakin, kasvaa. Era ym. (1996) havaitsivat yhteyden 75-vuotiailla naisilla ja miehillä tasapainotestien ja reaktiionopeuden välillä. Tasapainotesteissä huonosti menestyneet olivat hitaita myös reaktiioikatesteissä.

Näköaistin on havaittu olevan yhteydessä reaktioaikaan. Suzuki ym. (2005) havaitsivat, että yli 55-vuotiailla näköstimulukseen reagoiminen hidastuu, jos väri oli sininen. Reagointi tähän väriin oli paljon hitaampaa kuin muihin väreihin. Reaktioajan heikkeneminen on ikääntymisen myötä systemaattisempaa monivalinta-reaktioaikatestissä kuin yksinkertaisessa reaktioaikatestissä (Era ym. 1986, Spirduso 1995, Era ym. 2010). Hunter ym. (2001) on todennut, että naisten iältään 20–89 -vuotta reaktioaika piteni 0,57 ms vuodessa. Samansuuruinen havainto tehtiin myös Fozardin ym. (1994) tutkimuksessa, jossa iältään 20-90 -vuotiaiden miesten ja naisten reaktioaika piteni 0,5 ms vuodessa.

Reaktioaika sekä yksinkertaisissa testeissä että monivalintatesteissä alkaa hidastua jo 20 vuoden iässä. Vuodessa yksinkertaisessa testissä hidastuminen on 0,5 ms ja monivalintatestissä 1,6 ms. (Fozard ym 1994). 20 ikävuoden jälkeen reaktioajat hidastuvat vähitellen, kunnes 50 vuoden jälkeen reaktioajat hidastuvat nopeasti (Pajala ym. 2008). Godefroy ym. (2010) tutkivat toistoreaktioaikaa siten, että henkilön tuli 15 sekunnin ajan painaa hallitsevan käden sormella nappia niin monta kertaa kuin ehtii. Tutkimuksessa havaittiin, että näpyttelyn taajuus alkoi laskea 60 ikävuodesta eteenpäin.

4.2 Sukupuolierot havaintomotorisessa toiminnassa ja reaktionopeudessa

Miesten on monissa tutkimuksissa todettu olevan reaktioajoissa nopeampia kuin naisten (Fozard ym. 1994, Yan&Zhou 2008, Era 2010). Sukupuolten väliset erot näkyvät selvimmin, kun tarkastellaan ikääntyneitä ihmisiä. Reaktioaikojen erot olivat pienimpiä 20–30- vuotiaiden ikäryhmässä. Sen sijaan 60–70- vuotiaiden ryhmässä reaktioaikojen erot olivat jo suurempia ja suurinta sukupuolierojen vaihtelu oli 70–80- vuotiaiden ikäryhmässä (Fozard ym. 1994). Samansuuntaisia tuloksia ovat saaneet Tun ym. (2008) tutkimuksessaan. Myöhemmällä iällä aloitetun säännöllisen harjoittelun on todettu lyhentävän esimotorista aikaa ikääntyneillä naisilla (MacRae ym. 1996).

Era ym. (2010) havaitsivat, että miehet olivat jokaisessa ikäryhmässä naisia nopeampia niin yksinkertaisessa testissä kuin monivalintatestissä. Esimotorisessa ajassa suurimmat erot huomattiin yksinkertaisessa reaktioaikatestissä, jossa miehet olivat nopeampia. Monivalintatestissä ei ollut niin huomattavaa eroa sukupuolten välillä. Motorisessa ajassa niin yksinkertaisessa kuin monivalintatestissä miehet olivat huomattavasti

nopeampia kuin naiset jokaisessa ikäryhmässä. Yksi syy voi olla se, että miehet ottavat enemmän riskejä saavuttaakseen maksimaalisen nopeuden testauksessa. Naiset tekevät testit rauhallisemmin, jotta testissä tulisi mahdollisimman vähän virheitä. Toinen syy, mikä voi vaikuttaa miesten ja naisten välisiin sukupuolieroihin on, kehon koostumus ja viestien välityksen tehokkuus keskushermostoon ja sieltä pois. Sukupuolierojen on todettu olevan isompia, kun on tarkasteltu esimotorista aikaa yksinkertaisessa testissä. Testin vaikeutuessa monivalintatestiin esimotorinen aika sukupuolten välillä kuitenkin katosi. Era ja Rantanen (1997) tutkivat viiden vuoden ajan 75 vuotiaiden miesten ja naisten kokonaisreaktioaikoja. Miehillä reaktioajan lasku oli keskimäärin 232 millisekuntia (553-785ms) ja naisilla 165 millisekuntia (669-834ms).

4.3 Havaintomotorisen toiminnan hidastumisen syitä

Ikääntyneiden havaintomotorisen kyvyn hidastumisen syyn yhtenä tekijänä voidaan pitää keskushermoston heikentynyttä kykyä ohjata motorisia suoritteita. Iäkkäiden havaintomotoriikkaan saattavat vaikuttaa myös ulkoiset tekijät esimerkiksi krooniset sairaudet. Monet sairaudet tai päällekkäiset lääkitykset saattavat myös hidastaa havaintomotoriikkaa. Ikääntymisen vaikutusten erottaminen sairauksien ja lääkityksen aiheuttamista muutoksista havaintomotoriikassa on haasteellista (Era 1997).

Stimuluksen ollessa yksinkertainen, mutta vasteen ollessa vaikea liikesuoritus, motorisen ajan on todettu pidentyvän enemmän kuin esimotorisen ajan. Monivalintatehtävissä, testattaessa hienomotoriikkaa, esimotorinen aika hidastuu enemmän kuin motorinen aika. Mitä enemmän liikkeitä vaikeutuvat sitä enemmän ikääntyneiden suoritukset hidastuvat (Godefroy 2010). Reaktioaikoihin vaikuttavat ikääntyessä mahdollisesti puhkeavat sairaudet. Varsinkin neurologiset sairaudet, kuten Parkinsonin tauti, voi vaikuttaa keskushermostoa ja aivojen toimintaa hidastavasti. Miesten kuolleisuutta tutkittaessa, on havaittu yhteys neurologisten sairauksien, reaktioaikojen ja kuolleisuuden välillä. Esimotorinen aika hidastui niillä miehillä, joilla oli neurologisia sairauksia. (Metter ym. 2005).

Tutkijat pyrkivät selvittämään, mitkä tekijät aiheuttavat toiminnan hidastumista havaintomotoriikkaa säätelevissä järjestelmissä. Keskushermostossa tapahtuvia

muutoksia, kuten hermovälittäjäaineiden kulun hidastumista ja hermostollisten solujen vähentymistä, on pidetty hidastumista selittävinä tekijöinä (Spirduso 1995, 202). Jotkut tutkijat ovat katsoneet, että ärsykeitä aivoihin tuovien hermosolujen ja toimintaa aikaansaavien signaalien nopeus hidastuu iän myötä, mutta näiden vaikutusta kokonaisreaktioaikaan ei ole voitu havaita (Pajala ym. 2008).

Yhden teorian mukaan motorinen ja kognitiivinen kyvykkyys ja havainnointi hidastuvat, kun yksilö vanhenee (Spirduso 1995, 186). Testitilanteissa, kaikki eri stimulutukset huomioon ottaen, on havaittu, että iäkkäämmät henkilöt pystyvät tekemään annetun tehtävän samalla tavalla kuin nuoremmatkin henkilöt, mutta suoritusnopeus on hidastunut. Voidaankin ajatella, että ikääntynyt tekee tehtävän hitaammin, jotta se menisi oikein ja että tekeminen olisi turvallista. Ikääntynyt voi varoa ja hidastaa toimintaa tarkoituksella, jotta hän suoriutuisi arkielämän rutiineista ja testeistä vielä hyvin. Testaustilanteessa hitaammin tehtäviä suorittavalla henkilöllä voidaan tämän vuoksi ajatella olevan toimintakyvyn heikkenemistä, vaikka kyse on todellisuudessa vain varovaisuudesta tai tarkkuudesta (Spirduso 1995, 186, Pajala ym. 2008).

Toinen teoria on, että aivoissa on häiriösignaaleja, jotka ovat peräisin vanhojen signaalien jälkivaikutuksista. Aivot eivät pysty vaimentamaan niitä täysin ja ne jäävät taustameluksi aivoihimme. Tämä ilmiö voi vaikeuttaa uusien signaalien havaitsemista ja näin myös oikean vasteen valintaa. Ikääntymisen myötä on mahdollista, että oikeiden signaalien tunnistaminen taustamelusta on vaikeampaa ja se hidastaa ikääntyneen havaintomotorisia toimintoja (Spirduso 1995, 202, Petersen ym. 2000). Hidastumista on myös selitetty työmuistin kapasiteetin vähenemisenä ja toimintakyvyn heikkenemisenä. Ikääntyminen kaventaa kapasiteettia käsitellä tulevaa informaatiota ja on häiriöherkkä erilaisille signaaleille (Salthouse 2000, Fisk&Sharp 2004).

Ikääntymisen myötä hidastuvat aistitoimintoihin liittyvät sensoriset toiminnot, kognitiiviset toiminnot, työmuisti ja muut reagointiin tarvittavat toiminnot. Tämä hidastaa annettujen tietojen käsittelyä. Lisäksi tieto aivoista liikkuu hitaammin ja vasteen saaminen kestää kauemmin (Fisk&Sharp 2004). Godefroy ym. (2010) tutkivat reaktioaikojen muutoksia niin, että oikean kirjaimen ilmestyessä ruutuun, koehenkilön tuli samaan aikaan painaa nappia ja luetella kuusinumeroisen puhelinnumeron. Tutkimuksessa kävi ilmi, että reaktioajat olivat pidempiä kuin yksinkertaisessa

reaktioaikatestissä. Kahta asiaa samanaikaisesti tehtäessä, keskittyminen vaikeutuu ja reaktioajat pitenevät. Ikääntyneenä kahden asian suorittaminen on siis hankalampaa ja siihen käytetään enemmän aikaa kuin nuorempana. Informaation pitempi prosessointi aivoissa pidentää esimotorista aikaa (Der&Deary 2006, Yan&Zhou 2009).

Ikääntyneitä ihmisiä tutkittaessa ei ole pystytty huomaamaan, että he kykenisivät kehittämään optimaalista valmiutta reagoida tiettyyn ärsykkeeseen. Ikääntyneiden voi olla vaikeampi pysyä valmiudessa ja keskittyä koko reagoititestiänsä ajan ja tästä syystä reagoititestiänsä voivat hidastua. Testitilanteen erilaiset häiriötekijät, kuten testihuoneen hämärä valaistus, voi haitata testin tekemistä. Se, kuinka motivoitunut testattava on, vaikuttaa myös tuloksiin. Esimerkiksi urheilijat ovat yleensä hyvin motivoituneita kokeilemaan kuinka hyvin he reagoivat, kun taas joku ei pidä siitä, että häntä testataan. Motivaation puute saattaa huonontaa tuloksia ja voidaan saada virheellistä tietoa (Spirduso 1995, 198-199).

Koulutuksella on myös todettu olevan vaikutusta reaktioaikaan. Usean tutkimuksen perusteella paremmin koulutetut suoriutuivat nopeammin reaktioaikaa testaavista testeistä (Era ym. 1986, Anstey ym. 2005, Tun ym. 2008). Erityisesti motorinen aika on nopeampi pidempään koulutetuilla (Era ym. 2010). Tutkijat perustelivat tätä löydöstä sillä, että paremmin koulutettujen on helpompi järjestellä tulevaa informaatiota ja löytää oikea vaste (Tun ym. 2008).

5. FYYSISEN HARJOITTELUN VAIKUTUS REAKTIOAIKAAN IKÄÄNTYESSÄ

Harjoittelun vaikutuksista ikääntyneiden reaktioaikoihin on paljon erilaisia tuloksia (Era 1997). Toisten tutkimusten mukaan pitkäkään fyysinen harjoittelu ei vaikuta reaktioaikojen parantumiseen (Cress ym. 1999). Toisissa tutkimuksissa taas fyysisen aktiivisuuden on havaittu parantavan kognitiivisia kykyjä (Colcombe&Kramer 2003, Liu-Ambrose&Donaldson 2008) ja olisi näin ollen yhteydessä parempiin reaktioaikoihin (Erickson&Kramer 2008). Fyysisen aktiivisuuden on todettu myös auttavan parantamaan reaktioaikoja tai ainakin säilyttämään saavutetun reaktionopeuden tason. (Lord ym. 1995, Hunter ym. 2001). Fyysinen aktiivisuus parantaa myös muita elämänalueita, esimerkiksi elämänlaatua ja toimintakykyä. Spirduso (1995, 199) on havainnut, että parempikuntoisten ihmisten reaktioajat ovat nopeampia kuin huonokuntoisten.

Aktiivisuudella ja inaktiivisuudella on todettu olevan yhteys reaktioaikaan. Hunter ym. (2001) on todennut, että reaktioajat ovat parempia fyysisesti aktiivisilla kuin inaktiivisilla. Reaktioaikojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä huomattiin yhteys myös Eran ym. (1995) tutkimuksessa, jossa inaktiivisten ihmisten ajat olivat selkeästi hitaampia. Keskimääräisesti aktiivisten ja hyvin aktiivisten ryhmät eivät taas poikenneet paljon toisistaan.

Simonen ym. (1997) havaitsivat tutkiessaan suomalaisten kaksosten reaktionopeutta, että terveydentilalla, iällä, harjoittelulla ja työllä on merkitystä reaktioaikoihin, mutta vain vähän. Liikuntaa harrastaneet ja terveet ikääntyneet saivat parempia tuloksia reaktioaikatesteissä kuin ne, jotka eivät harrastaneet liikuntaa ja joilla oli sairauksia (Era ym. 1986, Fozard ym. 1994, Earles&Salthouse 1995). Simosen ym. (1997) mukaan liikunnan pitäisi olla kuitenkin runsaasti kuormittavaa ja sitä pitäisi harrastaa vähintään neljä kertaa viikossa, jotta sillä olisi positiivinen vaikutus reaktioaikaan.

Tutkijat ovat osoittaneet, että ikääntyminen rajoittaa monia kognitiivisia toimintoja, kuten informaation valmistamisen nopeutta. (Budson&Price 2005, Park&Reuter-Lorenz 2009). Brown ym. (2009) havaitsivat, että kuntosali ja tasapaino harjoittelu paransivat aivojen nesteiden virtausta paremmin kuin esim. liikkuvuus- ja rentoutusharjoittelu. Carral ja Perez (2007) tutkivat voimaharjoittelun ja aerobisen harjoittelun ryhmää ja

aerobisen, liikkuvuuden ja joustavuuden ryhmää. He tulivat siihen tulokseen, että molemmissa ryhmissä kognitiiviset kyvyt paranivat, kun he harjoittelivat korkealla intensiteetillä ja usein.

Ozkaya ym. (2005) tutkivat ikääntyneitä ja jakoivat heidät kestävyys-, voima-, ja kontrolliryhmään. Molemmilla harjoitteluryhmillä oli nopeampi viiveaika ja suurempi liikkeen laajuus. Viive ja laajuus osoittavat stimuluksen luokittelun nopeutta ja oikean vasteen jakamista. Tulokset tukevat ajatusta, että harjoittelulla on positiivisia vaikutuksia koehenkilöiden aivojen neuroelektroniprosessiin. Komulainen ym. (2010) ei sen sijaan pystynyt löytämään kognitiivisten toimintojen välille eroja aerobisen harjoitteluryhmän, vastusharjoitteluryhmän, dieettiryhmän, aerobisen harjoittelu- ja dieettiryhmän, vastusharjoittelu- ja dieettiryhmän sekä kontrolliryhmien välille. Mittaukset kestivät kaksi vuotta ja viikossa harjoiteltiin 150-180 min. Vastusharjoittelulla huomattiin olevan suora yhteys lähimuistiin, minkä vuoksi vastusharjoittelulla voidaan ajatella olevan yhteys myös kognitiivisiin toimintoihin.

Liu-Ambrose ym. (2009) tutkivat vastusharjoittelua, niin että ensimmäinen ryhmä harjoitteli kerran viikossa, toinen ryhmä kaksi kertaa viikossa ja kolmas ryhmä oli kontrolliryhmä. Ryhmät harjoittelivat vuoden ja he olivat ikääntyneitä naisia. Tuloksista huomattiin, että jopa ryhmässä, joka harjoitteli vain kerran viikossa, harjoittelu vaikutti aivojen rakenteeseen ja kognitiivisiin toimintoihin sillä tavalla, että valikoiva huomiokyky ja ristiriitojen erottelukyky paranivat. Rooks ym. (1997) tutkivat harjoittelun vaikutusta alaraajan suorituskykyyn. Harjoittelujakson jälkeen alaraajan liikesuoritus yksinkertaisessa reaktioaikatestissä nopeutui. 12 kuukautta kestänyt voimaharjoittelu, joka sisälsi myös aerobista, tasapaino ja liikkuvuus harjoittelua paransivat myös alaraajan reaktionopeutta (Lord ym. 1995).

Erickson ja Kramer (2008) tutkivat 6 kuukauden ajan kognitiivisten toimintojen ja fyysisen aktiivisuuden yhteyttä jakamalla tutkittavat kävelyryhmään ja väritysryhmään. Tutkijat havaitsivat, että kävelyryhmällä ei ainoastaan aerobinen kyky kasvanut, vaan sillä saattaa olla vaikutusta myös kognitiiviseen hidastumiseen. Fyysisellä aktiivisuudella on vaikutusta kognitiivisiin kykyihin ja aivojen toimintaan niin, että ne mukautuvat helpommin toimintaan. Voidaankin ajatella, että kun reagointi ympäristöstä tulevaan ärsykkeeseen on nopeampaa, reaktioaika voi myös parantua. MacRaen ym. (1996) tutkimuksessa tutkittiin säännöllisen juoksuharjoittelun vaikutusta reaktioaikaan.

Tutkittavina olivat terveet, aktiivisesti juoksevat nuoret (22-vuotta) ja ikääntyneet (62-vuotta) naiset joita verrattiin inaktiivisiin henkilöihin. Tutkimuksessa kävi ilmi, että harjoittelu paransi nuorten ja ikääntyneiden reaktioaikaa ja esimotorista aikaa monivalintatesteissä, mutta reaktioaika ja esimotorinen aika parantuivat merkitsevästi vain ikääntyneillä, kun testattiin yksinkertaista reaktioaikaa.

Colcombe ja Kramer (2003) tutkivat aerobista ja voimaharjoittelua sisältävän fyysisen aktiivisuuden vaikutusta kognitiivisiin toimintoihin, kuten nopeuteen ja toimintakykyyn. Tutkimuksessa havaittiin, että 66-70- vuotiaat hyötyivät eniten harjoittelusta verrattuna 55-65- vuotiaisiin tai yli 70- vuotiaisiin. Voima ja aerobisella harjoittelulla oli enemmän vaikutusta kognitiivisen kyvykkyyden parantumiseen, kuin pelkällä aerobisella harjoittelulla.

5.1 Harjoittelun vaikutus vireystasoon

Mouelhi ym. (2006) ovat tutkimuksessaan todenneet, että harjoittelu ja lämmittely vaikuttavat reaktioaikaan parantavasti. Harjoittelu kerää aktivaatiota, mikä herättää vireystasoa jolloin ihminen pystyy reagoimaan paremmin ympäristön antamiin stimuluksiin. Rammsayer ym. (1995) tutkivat henkilöitä, jotka oleilivat kylmässä ja kuumassa. Kuumassa oleskelleilla ihmisillä keskimääräinen reaktioaika oli yli puolet nopeampi, kuin kylmässä olleilla.

Davrenche ym. (2006) tutkivat yksinkertaista reaktioaikaa samalla, kun tutkittavat ajoivat kuntopyörää tai olivat levossa. Tutkijat huomasivat, että samalla, kun tutkittavat polkivat kuntopyörää, keskireaktioaika oli parempi kuin levossa. Harjoituksen aikana motoriset yksiköt ovat paremmassa vireystilassa, joten liike on nopeampaa.

6. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia onko fyysinen harjoittelu, sukupuoli ja ikä yhteydessä ikääntyneiden ihmisten reaktioaikaan.

Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Onko eri ikäryhmillä eroa reaktionopeudessa?
2. Onko kestävyysurheilijoiden, nopeusurheilijoiden ja kontrolliryhmän reaktioajoilla eroa?
3. Onko miesten ja naisten välillä eroa reaktionopeudessa?

7. AINEISTO JA MENETELMÄT

7.1 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostuu veteraaniurheilijoista ja nuorista urheilijoista, jotka ovat osallistuneet Piirinmestaruuskisoihin, Suomen mestaruuskisoihin ja Maailmanmestaruuskisoihin. Kontrolleina toimivat koehenkilöt eivät harrasta aktiivisesti liikuntaa. Aineisto on kerätty (1981–2012) kilpailuiden yhteydessä tai osallistumalla terveys- ja toimintakykytutkimukseen Jyväskylän yliopistossa. Yksinkertaiseen reaktioaikatestiin osallistui yhteensä 1243 henkilöä ja monivalintareaktioaikatestiin 1080 henkilöä. Tutkimuksen tarkoituksena on kerätä pitkäikäisyyttä nopeus-, kestävyys- ja voimalajien mies- ja naisurheilijoilta.

7.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkittavat osallistuivat tutkimukseen, joko kilpailujen yhteydessä tai Jyväskylän yliopistossa. Kilpailujen yhteydessä heidät testattiin kilpailujen välissä, ennen tai jälkeen kilpailun. Testauksen ajankohdasta sovittiin paikanpäällä. Kilpailujen lisäksi testattavat tulivat sovitusti testeihin Jyväskylän Liikuntalaboratoriolle.

Testauksen yksi osa koostui reaktioaikojen mittaamisesta. Ennen testejä koehenkilöille tehtiin terveystarkastus ja lääkärintarkastus, minkä jälkeen varmistettiin osallistumiskelpoisuus. Lisäksi selvitettiin tutkittavien ikä ja mahdollinen lajiryhmä. Lajiryhmät oli jaettu etukäteen joko kestävyys- tai nopeuslajien harrastajiin. Heidän lisäksi mittaukset tehtiin ei-aktiiviurheilijoille, joista muodostui tutkimuksen kontrolliryhmä.

Ennen reaktioaikatestien tekemistä testattavien lääkärintarkastus- ja terveystarkastuslomakkeet käytiin läpi ja varmistettiin osallistuminen testaukseen. Testipaikka käytiin läpi testattavan kanssa jolloin tehtiin mahdolliset muutokset esim. tuolin korkeuteen. Testi käytiin tarkasti läpi ja ennen reaktioaikatestien aloittamista, testattava sai harjoitella testiä kolme kertaa. Jos testattava ei ymmärtänyt testin kulkua kolmen harjoittelukerran jälkeen, testiä voitiin harjoitella vielä muutaman kerran lisää.

Ennen itse testin aloittamista testattavilta varmistettiin, että hän oli ymmärtänyt testin kulun.

Testilaitteessa oli viisi eri valoa. Yksinkertaisessa testissä sama valo syttyi 12 kertaa ja valon syttyessä testattava painoi hallitsevan käden etusormella mahdollisimman nopeasti valon alla olevaa nappia. Valon ollessa pois päältä, testattava piti etusormeaan niin sanotulla levähdysnapilla. Monivalintareaktioaikatestissä viisi lamppua syttyi sattumanvaraisessa järjestyksessä 12 kertaa. Lamput saattoivat syttyä myös kaksi kerrallaan, jolloin testattavan oli painettava lamppujen välissä olevaa nappia. ”Valmis”-komento annettiin joka kerta ennen valon syytymistä. Sekä harjoittelussa että itse testitilanteessa testi toistettiin samassa järjestyksessä jokaisen testattavan kohdalla. Jos testattava ei nähnyt valoa, painoi väärää nappia tai jutteli testin aikana, kyseinen reaktioaika mitattiin uudelleen testin jälkeen. Testaaja ei antanut palautetta testin aikana, vaan kaikki palaute hoidettiin testin päätyttyä.

Kaikista reaktioajoista poistettiin Eran ym. (2010) tutkimuksen mukaan sellaiset tulokset, jotka edustivat poikkeavia arvoja. Näitä olivat ajat, joissa 1) esimotorinen aika oli alle 100ms sekä yksinkertaisessa että monivalintareaktioaikatestissä, 2) esimotorinen aika oli pitempi kuin 1500 ms yksinkertaisessa reaktioaikatestissä, 3) esimotorinen aika oli pitempi kuin 2500 ms monivalintareaktioaikatestissä, 4) liikeaika oli lyhyempi kuin 50 ms tai pitempi kuin 1500 ms yksinkertaisessa reaktioaikatestissä tai 5) liikeaika oli lyhyempi kuin 50 ms tai pitempi kuin 2500 ms monivalintareaktioaikatestissä. Kun nämä ajat oli karsittu, valittiin jokaiselta testattavalta viisi parasta aikaa molemmista testeistä, joiden keskiarvosta muodostui tutkimuksessa käytetty kokonaisaika.

7.3 Analysointimenetelmät

Aineisto analysoitiin IBM SPSS Statistics 20.0- tilastoanalyysiohjelmalla. Tulosten tilastollista merkitsevyyttä tarkasteltiin kolmella eri merkitsevyydellä: $p \leq 0.05$ (*) melkein merkitsevä, $p \leq 0.01$ (**) merkitsevä ja $p \leq 0.001$ (***) erittäin merkitsevä. Muuttujien jakaumien normaalisuutta tarkasteltiin käyttämällä Kolmogorov-Smirnov-testiä, joka on tarkoitettu isojen aineistojen jakaumien normaalisuuden testaukseen. Testi testaa nollahypoteesia, jonka mukaan testattava muuttuja noudattaa

normaalijakaumaa. Jakauman normalisuus toteutuu, jos testin havaittu merkitsevyystaso on suurempi kuin .05. Normaalijakaumatestin lisäksi jakaumia kannattaa tarkastella myös tutkimalla silmämääräisesti graafisia tulosteita, kuten histogrammia, sekä katsomalla jakauman vinous- ja huipukkuuskertoimia. Yleinen kriteeri on, että jakaumaa voidaan pitää normaalina, jos vinous ja huipukkuus ovat itseisarvoltaan ykköstä pienempiä (Nummenmaa 2009, 154-155).

Tarkastelin reaktioaikojen normalisuutta miehillä ja naisilla erikseen ikäryhmien ja lajiryhmien osalta. Lähes jokaisen ryhmän reaktioajat olivat ei-normaalisti jakautuneita. Ainoastaan miesten kestävyysryhmä yksinkertaisessa reaktioaikatestissä sekä miesten ja naisten nopeusryhmä monivalintareaktioaikatestissä olivat normaalisti jakautuneet. Lisäksi ikäryhmissä naisten nuorten ryhmä oli sekä yksinkertaisessa että monivalintareaktioaikatestissä normaalisti jakautuneet. Koska ryhmävertailuja tehtiin sellaisten muuttujien kanssa, jotka eivät olleet normaalisti jakautuneet, päätettiin testauksessa käyttää ainoastaan ei-parametrisia testejä.

Taustatiedot, lajiryhmät ja ikäryhmät ristiintaulukoitiin sukupuolittain ja erot miesten ja naisten välillä testattiin χ^2 -riippumattomuustestillä ja Mann-Whitneyn U- testillä. χ^2 -testi mittaa kahden muuttujan välistä riippumattomuutta, eli testataan ovatko muuttujat yhteydessä toisiinsa. Mann-Whitneyn U-testi on riippumattomien otosten t-testin ei-parametrinen vastine. Testi soveltuu erityisesti järjestysasteikollisten muuttujien tutkimiseen ja sitä tulisi käyttää aina, kun epäillään t-testin edellytysten olemassaoloa (Metsämuuronen 2003, 293, 320, Nummenmaa 2009, 261, 305).

Ikäryhmien, lajiryhmien ja sukupuolen yhteys reaktioaikoihin testattiin ei-parametrisella Kruskal-Wallis- testillä. Testiä voidaan käyttää yksisuuntaisen varianssianalyysin asemesta, jos normaalijakaumaoletus ei ole voimassa (Karhunen ym. 2011, 81).

7.4 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimus toteutettiin hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen (Maailman lääkäriiliiton Helsingin julistus). Tutkittavien oikeudet ja turvallisuus olivat ensisijaisia. Osallistuminen tutkimukseen oli täysin vapaaehtoista ja tutkittavilla oli oikeus kieltäytyä ja keskeyttää testit ilman, että siitä aiheutuu mitään seuraamuksia. Henkilötietoja sisältävä materiaali säilytetään lukitussa tilassa.

Tutkimukseen kutsuttaessa tutkittaville lähetettiin kirjallista tietoa tutkimuksesta. Tämän lisäksi heille tarjottiin mahdollisuus saada lisätietoa ennen tutkimuksen alkua puhelimen välityksellä tai tutkimuspaikalla. Tulosten tallentamisen jälkeen aineiston jatkokäsittely tapahtui koodien perusteella. Tutkimusraporteissa esitetyt tulokset julkaistiin tutkittavan yksilöllisyyttä kunnioittaen, siten että yksittäisiä tutkittavia ei voida tuloksista tunnistaa.

8. TULOKSET

8.1 Tutkittavien taustatiedot

Yksinkertaiseen reaktioaikatestiin osallistui 805 miestä ja 438 naista ja monivalintatestiin osallistui 712 miestä ja 368 naista. Molemmissa testeissä miehiä oli noin puolet enemmän kuin naisia. Naisilla keski-ikä oli korkeampi kuin miehillä. Eniten tutkittavia oli 60-79 -vuotiaiden ryhmässä. Kun tarkastellaan tutkittavia lajiryhmittäin, kontrolliryhmässä oli eniten tutkittavia molemmissa ryhmissä ja nopeusurheilijoita oli enemmän kuin kestävyysurheilijoita yksinkertaisessa testissä. Monivalintatestissä nopeus- ja kestävyysurheilijoita oli lähes yhtä paljon. (Taulukko 1)

Taulukko 1. Tutkimukseen osallistuneiden sukupuoli, ikä, ikäryhmä ja harjoitusryhmä.

	Yksinkertainen reaktioaikatesti			Monivalintareaktioaikatesti		
	Mies n=805	Nainen n=438	p	Mies n=712	Nainen n=368	p
Sukupuoli %	64,8	35,2		65,9	34,1	
Ikä vuosina, keskiarvo (kh)	59,2 (16,8)	65,9 (10,3)	<0,001	59,6 (17,4)	68,1 (7,9)	<0,001
Ikäryhmät %						
19-39 v. n	18,6 150	2,3 10		21,1 150	0,5 2	
40-59 v. n	30,6 246	17,1 75		26,7 190	9,5 35	
60-79 v. n	42,4 341	77,2 338		43,8 312	87,0 320	
80-95 v. n	8,4 68	3,4 15	<0,001	8,4 60	3,0 11	<0,001
Lajiryhmä %						
Nopeusurheilijat n	27,0 217	30,4 133		17,1 122	16,6 61	
Kestävyysurheilijat n	16,6 134	11,9 52		18,8 134	14,7 54	
Kontrollit n	56,4 454	57,8 253	0,061	64,0 456	68,8 253	0,196

8.2 Iän yhteys reaktioaikoihin miehillä ja naisilla

Miesten ikä jaettiin neljään eri ryhmään. Tulosten mukaan kahden nuorimman ikäryhmän reaktioajat yksinkertaisessa testissä olivat merkitsevästi lyhyempiä verrattuna 60-79- vuotiaiden ryhmään. Miesten monivalintatestissä nuorin ikäryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin kaikki muut ikäryhmät. Lisäksi toiseksi nuorin ikäryhmä, 40-59- vuotiaat, olivat merkitsevästi nopeampia kuin 60-79- vuotiaat. (Taulukko 2)

Taulukko 2. Yksinkertaisen- ja monivalintareaktioaikatestin keskiarvot ja –hajonnat (ms) ikäryhmien mukaan miehillä.

	Ikäryhmät								p
	19-39 v.		40-59 v.		60-79 v.		80-95 v.		
	ka	kh	ka	kh	ka	kh	ka	kh	
Yksinkertainen reaktioaikatesti n=805	450,9	139,9	459,8	156,5	539,6	217,7	481,2	128,4	<0,001
Monivalinta-reaktioaikatesti n=712	634,6	141,1	715,9	252,7	831,0	356,2	746,9	222,8	<0,001

*p<0,05

Naisten ikä jouduttiin jakamaan kahteen ryhmään, koska kaikista nuorimpia tutkimukseen osallistuvia naisia oli todella vähän. Sekä yksinkertaisessa reaktioaikatestissä, että monivalintareaktioaikatestissä nuorempi ikäryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin vanhempi ikäryhmä. (Taulukko 3)

Taulukko 3. Yksinkertaisen- ja monivalintareaktioaikatestin keskiarvot ja –hajonnat (ms) ikäryhmien mukaan naisilla.

	Ikäryhmät				p
	19-57 v.		58-95 v.		
	ka	kh	ka	kh	
Yksinkertainen reaktioaikatesti n= 438	361,6	68,6	537,0	140,8	<0,001
Monivalinta- *reaktioaikatesti n= 368	447,2	81,5	733,8	180,9	<0,001

*p<0,05

8.3 Lajiryhmien yhteys reaktioaikoihin 60-95- vuotiailla miehillä ja naisilla

Miehillä nopeusryhmä oli yksinkertaisessa reaktioaikatestissä merkitsevästi nopeampi, kuin kestävyys- ja kontrolliryhmä. Lisäksi kestävyysryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin kontrolliryhmä. Monivalintareaktioaikatestissä nopeus- ja kestävyysryhmät olivat nopeampia kuin kontrollit, mutta lajiryhmien välillä ei havaittu merkitsevää eroa. (Taulukko 4)

Taulukko 4. Yksinkertaisen- ja monivalintareaktioaikatestin keskiarvot ja –hajonnat (ms) lajiryhmien mukaan 60-95 vuotiailla miehillä.

	Lajiryhmät						p
	Nopeus		Kestävyys		Kontrolli		
	ka	kh	ka	kh	ka	kh	
Yksinkertainen reaktioaikatesti n=409	420,7	115,7	465,2	112,5	644,0	239,1	<0,001
Monivalinta- reaktioaikatesti n=372	631,9	138,9	690,5	175,5	978,9	398,1	<0,001

*p<0,05

Naisten nopeusryhmä ja kestävyysryhmä olivat merkitsevästi kontrolliryhmää nopeampia sekä yksinkertaisessa reaktioaikatestissä että monivalintareaktioaikatestissä. (Taulukko 5)

Taulukko 5. Yksinkertaisen ja monivalintareaktioaikatestin keskiarvot ja –hajonnat (ms) lajiryhmien mukaan 60-95 vuotiailla naisilla.

	Lajiryhmät						p
	Nopeus		Kestävyys		Kontrolli		
	ka	kh	ka	kh	ka	kh	
Yksinkertainen reaktioaikatesti n=353	463,6	104,3	414,8	78,7	579,5	135,9	<0,001
Monivalinta-reaktioaikatesti n=329	672,4	144,1	592,9	141,8	769,4	177,2	<0,001

*p<0,05

8.4 Sukupuolen yhteys reaktioaikoihin lajiryhmittäin

Sukupuolen yhteys reaktioaikoihin lajiryhmittäin koko aineistolla on esitetty liitetaulukoissa 1-4 (Liite 1). Yksinkertaisessa reaktioaikatestissä kestävyysurheilijoiden osalta naiset ovat miehiä merkitsevästi nopeampia koko aineiston osalta. Nopeus- ja kontrolliryhmissä miehet taas olivat merkitsevästi nopeampia verrattuna naisiin. Monivalintareaktioaikatestissä naiset olivat miehiä merkitsevästi nopeampia kestävyysryhmässä. Muiden lajiryhmien osalta ei havaittu merkitseviä eroja sukupuolten välillä.

Miesten ja naisten eroja testattiin vielä 60-95- vuotiailla veteraaniurheilijoilla. Kestävyysurheilijoiden joukossa naiset (ka 463,6) olivat miehiä (ka 420,7) merkitsevästi nopeampia yksinkertaisessa reaktioaikatestissä (p=0,012). Nopeusurheilijoista miehet (ka 462,5) taas olivat naisia (ka 414,8) merkitsevästi nopeampia (p=0,001).

Monivalintareaktioaikatestissä 60-95- vuotiaille nopeusryhmäläisillä ei havaittu sukupuolieroja. Kestävyyssurheilijoista naiset (ka 592,9) olivat miehiä (ka 690,5) merkitsevästi nopeampia ($<0,001$).

9. POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia onko fyysinen harjoittelu, sukupuoli ja ikä yhteydessä ikääntyneiden ihmisten reaktioaikaan. Tuloksia tarkasteltiin miehillä ja naisilla erikseen. Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan sanoa, että fyysisellä aktiivisuudella on yhteys parempiin reaktioaikoihin. Tutkimukseen osallistuneet urheilijat olivat todella aktiivisia ja ei-aktiivit eli kontrolliryhmä ei harrastanut liikuntaa säännöllisesti. Yhteenvedon voidaan todeta, että ikääntyminen vaikuttaa reaktioaikojen pidentymiseen ja harjoittelulla on vaikutusta parempiin reaktioaikoihin ikääntyessä.

Tulosten pohdinta. Ikäryhmiä vertailtaessa yksinkertaisessa testissä miehillä nuorin ja toiseksi nuorin ikäryhmä olivat merkitsevästi nopeampia kuin 60-79 -vuotiaiden ikäryhmä. Se oli mielenkiintoista huomata, vaikka merkitsevää eroa ei ollutkaan, että 80-95 -vuotiaiden ryhmä oli nopeampi kuin 60-79 -vuotiaiden ryhmä. Se voi johtua siitä, että ne jotka ylittävät 80 vuoden ikärajan ja pystyvät osallistumaan mittauksiin, ovat niin hyvässä kunnossa, että he saavat ikäryhmäänsä nähden hyviä aikoja. 60-79 -vuotiaiden ryhmässä vähän heikompi kuntoiset voivat osallistua mittauksiin vielä ja näin ollen hidastaa ryhmän keskiarvoja. Monivalintareaktioajoissa nuorin ryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin muut ryhmät. Lisäksi 40-59 -vuotiaiden ryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin 60-79 -vuotiaiden ryhmä. Pajala ym. (2008) totesikin tutkimuksessaan, että 50 ikävuoden jälkeen reaktioajat heikentyvät huomattavasti. Samoin ikävuosina 60-79 voisi olettaa tapahtuvan eniten ikääntymiseen liittyviä muutoksia. Tapahtuu kaatumisia, ilmenee sairauksia, jotka voivat hidastaa muistikapasiteettia ja reaktionopeutta. Nämä muutokset voivat olla yhteydessä siihen, että 40-59 -vuotiaat ovat merkitsevästi nopeampia kuin seuraava ikäluokka.

Naiset jaettiin kahteen ikäryhmään, koska nuoria naisia osallistui tutkimukseen erittäin vähän. Niin yksinkertaisessa kuin monivalintatestissä nuorempi ikäryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin vanhempi ikäryhmä. Tulos oli oletusten mukainen. Myös Suzuki ym. (2005), Pajala ym. (2008) ja Korhonen (2009) totesivat, että reaktioaika heikkenee iän myötä.

Lajiryhmiä vertailtaessa niin naisilla kuin miehillä kontrolliryhmät olivat merkitsevästi hitaampia kuin kestävyys ja nopeusryhmät. Tutkimuksessa ei huomaitu oliko eri ryhmien edustajilla eri sairauksia tai lääkityksiä, jotka olisivat vaikuttaneet tuloksia

heikentävästi. Niin yksinkertaisessa kuin monivalintareaktioaikatestissä miesten nopeusryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin kestävyys ja kontrolliryhmä. Samoin kestävyysryhmä oli merkitsevästi nopeampi kuin kontrolliryhmä. Naisten osalta nopeus- ja kestävyysryhmät olivat merkitsevästi nopeampia kuin kontrolliryhmä, mutta lajiryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Tulosten perusteella voidaan olettaa, että harjoittelulla on vaikutusta reaktioaikojen parantumiseen. Samoin kuin Era ym. (1995) ovat tutkimuksessaan todenneet, tulokset viittaavat siihen, että aktiivisesti liikkuvilla on paremmat reaktioajat kuin inaktiivisilla. Myös MacRaen ym. (1996) totesivat saman tutkimuksessa, jossa verrattiin nuorten ja ikääntyneiden juoksijoiden reaktioaikoja inaktiivisten ihmisten reaktioaikoihin. Harjoittelun pitää olla kuitenkin kuormittavaa ja säännöllistä (Rooks ym. 1997, Hunter ym. 2001). Tällöin voidaan ajatella, että jo yleisellä, jokapäiväisellä, aktiivisuudella saattaa olla positiivinen yhteys parempiin reaktioaikoihin.

Testattaessa sukupuolten eroja eri lajiryhmien osalta havaittiin, että kestävyysurheilijoista naiset olivat miehiä nopeampia sekä yksinkertaisessa että monivalintareaktioaikatestissä. Nopeus- ja kontrolliryhmissä miesten reaktioajat olivat naisia nopeampia yksinkertaisessa reaktioaikatestissä, mutta monivalintatestissä merkitseviä eroja ei havaittu. Sukupuolten välistä eroa testattiin vielä ottamalla tarkasteluun ainoastaan kaksi vanhinta ikäryhmää kestävyys- ja nopeusurheilijoista. Samoin kuin koko aineistoa verrattaessa kestävyysurheilijoista ikääntyneet naiset olivat miehiä nopeampia, kun taas nopeusurheilijoista ikääntyneet miehet olivat naisia nopeampia. Useat tutkimukset ovat osoittaneet miesten olevan reaktioajoissa naisia nopeampia (Fozard ym. 1994, Yan&Zhou 2008, Era ym. 2010). Fozard ym. (1994) ja Tun ym. (2008) havaitsi tutkimuksissaan sukupuolierojen kasvavan iän myötä ja olevan suurinta 70-80- vuotiaiden ikäryhmässä. Tässä tutkimuksessa merkitseviä eroja miesten ja naisten välillä saatiin 60-79- vuotiaiden ryhmässä, mutta vanhimmassa ikäryhmässä, 80-95- vuotiailla, merkitseviä eroja ei löydetty. Tämän tutkimuksen tulokset tältä osin tukevat aikaisempien tutkimusten tuloksia.

Reaktionopeuteen yhteydessä olevia tekijöitä. Reaktionopeuden hidastumiseen vaikuttaa myös muut asiat kuin ikä, sukupuoli ja lajiryhmä. Esimerkiksi eri neurologiset sairaudet vaikuttavat reaktioaikojen hidastumiseen (Metter ym. 2005). Tässä tutkimuksessa niitä ei ole otettu huomioon. Reaktioaikoihin ovat saattaneet vaikuttaa ikääntyneiden tutkittavien halu tai tarve tehdä testit mahdollisimman virheettömästi. Der ja Deary

(2006) havaitsivat tutkimuksessaan, että iäkkäät pyrkivät välttämään virheitä ja sen takia heidän reaktionopeutensa testitilanteessa saattaa hidastua. Osallistuessani tutkimuksiin huomasin testaustilanteessa, että ikääntyneemmät eivät liikauttaneet sormiaan ennen kuin tiesivät mihin sormi pitää liikuttaa, kun taas nuoremmat testattavat tekivät testin mahdollisimman nopeasti. Tämän ilmiön vuoksi nuoremmat tekivät paljon enemmän virheitä ja saattoivat useammin painaa väärää nappia ennen oikean löytymistä. Ikääntyneiden ihmisten virheiden välttäminen ja siten reaktioaikojen hidastuminen saattaa antaa virheellistä tietoa mm. ikääntyneen ihmisen toimintakyvyn tasosta.

Fyysisen aktiivisuuden vaikutusta reaktionopeuden kasvuun pitää tutkia ikääntyneille teetettyjen harjoitusohjelmien ja kokeellisten tutkimusten avulla, jotta pystyttäisiin sanomaan, vaikuttaako itse liikunta reagoinnin nopeutumiseen. Esimerkiksi fyysisesti aktiiviset ihmiset omaavat yleensä pidemmän koulutuksen ja koulutuksen on huomattu olevan yhteydessä parempaan reaktioaikaan (Tun ym. 2008). Myös niillä ihmisillä, jotka ovat harrastaneet liikuntaa pienestä pitäen, voi liikunnan vaikutus reaktioaikaan olla vähäinen, koska reaktioajat voivat olla jo entuudestaan hyviä (Era 1997).

Pitkittäis- ja poikittaistutkimukset. Pitkittäistutkimuksia ja poikittaistutkimuksia vertailtaessa voidaan havaita, että tulokset näyttävät vähän erilaisilta. Pitkittäistutkimuksen ongelma on se, että ikääntyneiden terveydentila heikkenee ja näin reaktioajat pitenevät helpommin. Myös kuolemat ovat tavallisia ikääntyneiden keskuudessa. Poikittaistutkimuksissa on huomattu, että tutkimuksiin osallistujat ovat ikäisiään keskimäärin parempikuntoisia, mikä näin ollen vaikuttaa tuloksia parantavasti ja tulos ei välttämättä vastaa koko ryhmän keskitasoa (Pajala ym. 2008). Tässä tutkimuksessa saattaa olla niin, että osallistujat edustavat aktiivisten ikääntyneiden parhaimmistoa. Se, vaikuttaako ei-urheilevan, mutta peruskuntoilua harrastavan, ikääntyneen fyysinen aktiivisuus reaktioaikoihin parantavasti, jää tässä tutkimuksessa selvittämättä. Jotta saataisiin lisätietoa ikääntymisen yhteydestä reaktioaikojen heikkenemiseen ja aktiivisen harjoittelun vaikutuksista reaktioaikojen ylläpitoon tai paranemiseen, pitäisi asiaa tutkia useamman vuoden seurulla. Poikkileikkaustutkimuksissa ei mm. oteta huomioon, jos alkumittauksen jälkeen on jäänyt pois tutkimuksesta, esimerkiksi huonon terveydentilan vuoksi. Tutkimukseen jäävät vain ne, jotka ovat hyvässä kunnossa. (Pajala ym. 2008).

Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet. Tutkimuksen vahvuutena on sen suuri aineistokoko. Toisaalta suuren otoskoon vuoksi tilastolliset yhteydet näkyvät herkemmin merkitsevinä ja saattavat antaa osittain harhaan johtavaa kuvaa. Heikkoutena voidaan pitää erityisesti nuorten naisten vähäistä osallistumista tutkimukseen, minkä vuoksi esimerkiksi ikäryhmäjaottelu jäi karkeaksi. Aineiston keruu on aloitettu jo vuonna 1981 ja mitattavia on ympäri maailmaa, mikä on saattanut vaikuttaa tuloksiin. Mittaustilanteet ovat saattaneet olla erilaisia ja harjoittelu on myös voinut olla erilaista. Tutkimukseen osallistui ihmisiä monesta eri maasta, eikä testitilanne ole ollut kaikille samanlainen. Toiset ovat tehneet testin kilpailujen yhteydessä ja toiset tulemalla varta vasten mittauksiin. Itse testi, eli yksinkertainen ja monivalintareaktioaikatesti oli kuitenkin kaikille samanlainen. Tutkimuksen tulokset tukevat sitä käsitystä, että aktiivinen harjoittelu ylläpitää ja saattaa jopa parantaa reaktioaikoja.

Testitilanteessa huomaa hyvin sen, milloin testattava on motivoitunut testin tekemiseen. Tässä tutkimuksessa motivoituneimpia olivat urheilijat ja vähemmän motivoituneita olivat kontrolliryhmä. Era (1997) ja Godefroy (2010) toteavat tutkimuksissaan, että ne testattavat, jotka ovat hyvässä kunnossa ja aktiivisia liikkujia, ovat motivoituneita testaamaan omaa reaktioaikaansa, koska olettavat sen olevan hyvä. Kilpaurheilijoiden sisäinen kilpailuvietti on kovempi ja näin kannustaa testin tekijää mahdollisimman hyvään suoritukseen. Kontrolliryhmän mahdollinen motivaation puute ja koeryhmän suuri motivaatio on saattanut vaikuttaa tuloksiin niin, että erot aktiivisten ja inaktiivisten välillä ovat todellisuutta suuremmat.

Testihuoneen valaistus voi vaikuttaa joihinkin tuloksiin, koska joskus huoneeseen tullut auringonvalo oli niin kirkasta, että testilamppujen valoa oli vaikeampi havaita. Toisinaan käytävältä kantautui huoneeseen puheensorinaa, mikä voi osaltaan vaikuttaa testattavan keskittymiseen. Testipäivät olivat myös pitkiä ja päivät olivat täynnä erilaisia testejä. Testattavat olivat tehneet jo monia testejä päivän aikana, joten he saattoivat olla väsyneitä. Tämä on voinut vaikuttaa keskittymiskyvyn heikentymiseen testiä tehdessä.

Mittaajan lyöntivirheet ovat saattaneet vaikuttaa tuloksiin. Aikojen syöttämisessä SPSS-ohjelmaan on voinut tulla vahingossa eri numero mitä on pitänyt tulla. Testattava ei ole välttämättä ensin ymmärtänyt mitä testissä tehdään, testejä harjoiteltiin vähintään kolme

kertaa ja tarvittaessa enemmän, jotta väärinymmärryksiltä olisi välttytty. Tutkimukseen valittiin molemmista testeistä testattavan viisi parasta aikaa, josta muodostui testin kokonaisaika. 12 yrityksestä karsiutui vielä seitsemän huonointa aikaa pois, joten testattavalla oli monia mahdollisuuksia parantaa aikaansa.

Mielenkiintoista tutkimuksessani oli se, että sekä yksinkertaisessa että monivalintareaktioaikatestissä kestävyysurheilija naiset olivat merkitsevästi nopeampia kuin miehet. Se on yllättävä tieto, koska esim. (Era ym. 2010) tutkimuksessa miehet olivat molemmissa testeissä nopeampia. Tämä voi johtua siitä, että ei-parametriset testit ovat herkempiä antamaan merkitseviä yhteyksiä.

Jatkotutkimusehdotuksena olisi kiinnostavaa vertailla aktiivisesti urheilevien ja kuntoliikuntaa harrastavien ikääntyneiden ihmisten reaktioaikoja. Tällöin saataisiin selvitettyä liikunnan kuormittavuuden ja useuden yhteyttä reaktioaikojen kehittymiseen. Toiseksi olisi hyvä tutkia kuinka paljon reaktioaikoihin vaikuttaa harjoittelun aloittaminen myöhemmällä iällä. Näin saataisiin selvitettyä pystytäänkö ikääntyneiden reaktioaikoja parantamaan, vaikka nuoruudessa liikuntaa ei olisi aktiivisesti harrastettu.

Lähteet

Aalto R. Liikkeelle. Hyvänolonopas senioreille. WSOY, Jyväskylä. 2009.

Anstey KJ, Dear K, Christensen H, Jorm AF, Biomarkers, health, lifestyle and demographic variables as correlates of reaction time performance in early, middle and late adulthood. *Quarter J Exper Psychol* 2005;58A:5-21.

Brown AK, Liu-Ambrose T, Tate R, Lord SR. The effect of group-based exercise on cognitive performance and mood in seniors residing in intermediate care and self-care retirement facilities: A randomized controlled trial. *Brit J Sport Med*. 2009;43:608-14.

Budson AE, Price BH. Memory Dysfunction. *New Engl J med*. 2005;352:692-99.

Cao C, Ashton-Miller JA, Schultz AB, Alexander NB. Abilities to turn suddenly while walking: Effects of age, gender and available response time. *J Gerontol Med Sci* 52A. 1997:M88-M93.

Carral CJM, Perez CA. Effects of high-intensity combined training on women over 65. *Gerontol*. 2007;53:340-46.

Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A Meta-Analytic Study. *Psychol Sci*. 2003;14:125-30.

Cress ME, Buchner DM, Questad KA, Esselman PC, DeLateur BJ, Schwartz RS. Exercise, effects on physical, functional performance in independent older adults. *J Gerontol Med Sci*. 1999;54A:M242-48.

Davranche K, Burle B, Audiffren M, Hasbroucq T. Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction timeperformance: An electromyographic analysis. *Neurosci Let* 396. 2006;54–56.

Der G, Deary IJ. Age and sex differences in reaction time in adulthood: results from the United Kingdom health and lifestyle survey. *Psychol Aging*. 2006;21:62–73.

Earles JL, Salthouse TA. Interrelations of age, health and speed. *J gerontol: Pshychol Sci*. 1995;50:P33-41.

Enoka RM. *Neuromechanics of human movement*, third edition. 2002;46-51,219-224,229-235,435-439.

Era P, Jokela J, Heikkinen E. Reaction and movement times in men of different ages: a population study. *Percept Mot Skills* 1986;63:111-30.

Era P, Berg S, Schroll M. Psychomotor speed and physical activity in 75-year-old residents in three Nordic localities. *Aging Clin Exp Res*. 1995;7:195-204.

Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E, Steen B. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women. A corss-national comparative study. *J Gerontol Med Sci*. 1996;51A:M53-M63.

Era P. Havaintomotoriikan ja kehon asennonhallintakyvyn muutokset vanhetessa ja liikunta. Teoksessa Era P. (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 108. ER paino, Jyväskylä. 1997;49-62.

Era P, Rantanen T. Changes in physical capacity and sensory/psychomotor functions from 75-80 years of age and from 80-85 years of age – a longitudinal study. *Scand J Soc Med.* 1997;53:25-43.

Era P, Sainio P, Koskinen S, Ohlgren J, Härkänen T, Aromaa A. Psychomotor speed in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Aging Clin Exp Res* 2010;23:135-44.

Erickson KI, Kramer AF. Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. *Br J Sports Med.* 2008;22:22-24.

Finkel D, Whitfield K, McGue M. Genetic and environmental influences on functional age: a twin study. *J Gerontol.* 1995;50:P104-P113.

Fisk JE, Sharp CA. Age related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting and access. *J Clin Exp Neuropsych.* 2004;26:874-90.

Fozard JL, Verduyssen M, Reynolds SL, Hancock PA, Quilter RE. Age differences and changes in reaction time: The Baltimore longitudinal study of aging. *J Gerontol* 1994;49:P179-89.

Godefroy O, Roussel M, Desprez P, Quaglino V ja Boucart M. Age-related slowing: Perceptuomotor, decision or attention decline? *Exp Aging Res.* 2010;36:169-89.

Hunter SK, Thompson MW, Adams RD. Reaction time, strength and physical activity in women aged 20-89 years. *J Aging Phys Act* 2001;9:32-42.

Karhunen V, Rasi I, Lepola E, Muhli A, Kanninen A. IBM SPSS Statistics Perusteet. Tietohallinto, Oulun yliopisto. Oulu, Uniprint:2011.

Keskinen KL, Häkkinen K, Kallinen M. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere. 2004:164,185–186.

Komulainen P, Kivipelto M, Lakka TA, Savonen K, Hassinen M, Kiviniemi V, Hanninen T, Rauramaa R. Exercise, fitness and cognition - A randomised controlled trial in older individuals: The DR's extra study. *European Geriatric Medicine.* 2010;1;pp.266-72

Korhonen M. Effects of aging and training on sprint performance, muscle structure and contractile function in athletes. Väitöskirja. University of Jyväskylä. Studies in Sport, Physical Education and Health. 2009.

Korhonen M. Nopeus. Teoksessa Heikkinen E, Rantanen T. (toim.) Gerontologia. Duodecim, 2. painos. 2008;129-35.

Kotchoubey B. What do event-related brain potentials tell us about the organization of action. Systems theories and a priori aspects of perception. Elsevier Science B. V. 1998.

Liu-Ambrose T, Donaldson MG. Exercise and cognition in older adults: is there a role for resistance training programmes? *Br J Sports Med.* 2009;43:25-27.

- Lord SR, Ward JA, Williams P, Strudwick M. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength and falls in older women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 1995;43:1198-1206.
- MacRae P, Morris C, Lee C, Crum K, Giessman D, Greene J, Ugolini J. Fractionated reaction time in women as a function of age and physical activity level. *J Aging Phys Act.* 1996;4:14-26.
- Mero A, Jouste P, Keränen T. Nopeus. Teoksessa Mero A, Nummela A, Keskinen K, Häkkinen K. (toim.) *Urheiluvallmennus. Kuormitusfysiologiset, ravintofysiologiset, biomekaaniset ja valmennusopilliset perusteet.* VK-kustannus oy. 2004;293-310.
- Mero A, Komi P. Reaction time and electromyography activity during a sprint start. *Eur J Appl Physiol* 1990;61:73-80.
- Metsämuuronen J. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus, 2003.
- Metter EJ, Schragger M, Ferrucci L, Talbot LA. Evaluation of movement speed and reaction time as predictors of all-cause mortality in men. *J Gerontol.* 2005;60A:840-46.
- Mouelhi GS, Bouzaouach I, Tenenbaum G, Ben KA, Feki Y, Bouaziz M. Simple and choice reaction times under varying levels of physical load in high skilled fencers. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006;46:344-51.
- Nummenmaa L. Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät. Keuruu: Otava, 2009.
- Ozkaya GY, Aydin H, Toraman FN, Kizilay F, Ozdemir O, Cetinkaya V. Effect of strength and endurance training on cognition in older people. *J Sports Sci Med.* 2005;4:300-13.
- Pajala S, Sihvonen S, Era P. Asennonhallinta ja havaintomotorinen kyvykkyys. Teoksessa Heikkinen E, Rantanen T. (toim.) *Gerontologia. Duodecim, 2 uudistettu painos,* Keuruu. 2008;136-57.
- Park C, Reuter-Lorenz P. The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. *Annu Rev Psychol.* 2009;60:173-96.
- Petersen RC, Jack RC, Xu YC, Waring SC, O'Brien PC, Smith GE, Ivnik RJ, Tangalos EG, Boeve BF, Kokoman E. Memory and MRI-based hippocampal volumes in aging and AD. *Neurology.* 2000;54:581-87.
- Rammsayer TH, Bahner E, Netter P. Effects of cold on human information processing: application of a reaction time paradigm. *Integr Physiol Behav Sci.* 1995;30:34-45.
- Rantanen T. Gerontologisen tutkimuksen luentomateriaali. Kevät 2013.
- Rooks DS, Kiel DP, Parsons C, Hayes WC. Self-paced training and walking exercise in community-dwelling older adults: effects on neuromotor performance. *J Gerontol* 1997;52A:M161-68.
- Salthouse TA. Aging and measures of processing speed. *Biol Psychol.* 2000;5:435-54.
- Simonen RL, Videman T, Battié MC, Gibbons LE. Determinants of psychomotor speed among 61 pairs of adult male monozygotic twins. *J Gerontol.* 1997;53A:M228-34.

Sorri M, Huttunen K. Ikääntyneen kuulo. Teoksessa Heikkinen E, Rantanen T. (toim.) Gerontologia. Duodecim, 2 uudistettu painos, Keuruu. 2008;158-169.

Suominen H. Aging and maximal physical performance. Eur Rev Aging Phys Act. 2010;8:37-42.

Suzuki T, Qiang Y, Sakuragawa S, Tamura H, Okajima K. Age-related changes of reaction time and p300 for low-contrast color stimuli: effects of yellowing of the aging human lens. J Physiol Antropol. 2005;25:179-87.

Spiriduso W. Physical dimensions of aging. Behavioral Speed. 1995:185-211.

Tun PA, Lachman ME. Age differences in reaction time and attention in a national telephone sample of adults: education, sex and task complexity matter. American Psychological Association. 2008;44:1421-29.

Yan J, Zhou C. Effects of motor practise on cognitive disorders in older adults. Eur Rev Aging Phys Act. 2008;6:67-74.

Welford AT. Between bodily changes and performance: Some possible reasons slowing with age. Exp Aging Res. 1984;10:73-88.

LIITE 1

Liitetaulukko 1. Yksinkertaisen reaktioaikatestin keskiarvot ja –hajonnat (ms) lajiryhmittäin sukupuolen mukaan.

	Sukupuoli					
	n	Mies n=805		n	Nainen n=438	
		ka	kh		ka	kh
Nopeus	217	388,9	105,0	133	415,3	100,7
Kestävyys	134	441,9	115,6	52	391,6	76,0
Kontrolli	454	559,2	202,5	253	579,5	135,9

Liitetaulukko 2. Sukupuolen vaikutus yksinkertaiseen reaktioaikaan lajiryhmittäin.

	df	F	p	Eta ²	Bonferroni
Nopeus	1	5,376	0,002	0,015	1<2*
Kestävyys	1	8,422	0,005	0,044	2<1*
Kontrolli	1	2,037	<0,001	0,003	1<2*

*p>0,05

Liitetaulukko 3. Monivalintareaktioaikatestin keskiarvot ja –hajonnat (ms) lajiryhmittäin sukupuolen mukaan.

	Sukupuoli					
	n	Mies n=712		n	Nainen n=368	
		ka	kh		ka	kh
Nopeus	122	582,0	154,0	61	612,2	170,3
Kestävyys	134	651,3	181,7	54	550,9	133,8
Kontrolli	456	826,8	321,4	253	769,4	177,2

LIITE 1

Liitetaulukko 4. Sukupuolen vaikutus monivalintareaktioaikaan lajiryhmittäin.

	df	F	p	Eta ²	Bonferroni
Nopeus	1	1,456	0,239	0,008	
Kestävyys	1	13,522	<0,001	0,068	2<1*
Kontrolli	1	6,917	0,252	0,010	

p*<0,05