

**KESTÄVYYSKUNNON JA KEHONKOOSTUMUKSEN VAIKUTUS TYÖMUISTIIN
JA MOTORISEEN NOPEUTEEN**

Johanna Kautto

Liikuntalääketieteen pro gradu –tutkielma

Kevät 2014

Terveystieteiden laitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Johanna Kautto (2014). Kestävyyskunnan ja kehonkoostumuksen vaikutus työmuistiin ja motoriseen nopeuteen. Terveystieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, liikuntalääketieteen pro gradu –tutkielma, 47 s., 6 liitettä.

Kognitiiviset toiminnot muuttuvat ikääntyessä neuroanatomisista ja -fysiologisista muutoksista johtuen. Kognitiivisten toimintojen säilymiseen vaikuttavat terveydentila ja fyysinen aktiivisuus. Tutkimuksissa on ollut viitteitä siitä, että myös kehonkoostumuksella olisi vaikutusta kognitiivisiin toimintoihin. Tässä työssä selvitettiin kestävyyskunnan ja kehonkoostumuksen vaikutusta työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista neuropsykologisista testeistä suoriutumiseen ikääntyneillä naisilla.

Aineisto kerättiin Jyväskylässä Neuro-Cognitive Changes in Aging-tutkimushankeessa. Tutkimukseen osallistui 44 63-80 vuotiasta naista. Kestävyyskuntoa arvioitiin kuuden minuutin kävelytestillä. Kehonkoostumusta selvitettiin painoindeksillä sekä kehon rasvaprosentilla. Työmuistia arvioitiin Digit Span sekä Letter-Number Sequencing testeillä. Tahdonalaista motorista nopeutta testattiin Tapping testillä, jossa peukalon naputusnopeus rekisteröitiin sekä oikealta että vasemmalta. Tutkimusryhmä jaettiin kestävyyskunnan ja kehonkoostumuksen mukaan kahteen ryhmään. Kävelytestissä oman ikäryhmän viitearvon alle tai sen mukaisen tuloksen kävelleet muodostivat yhden ryhmän ja yli oman viitearvon kävelleet toisen. Painoindeksi ja rasvaprosentti yhdistettiin summamuuttujaksi, jonka avulla ryhmä jaettiin mediaanin mukaisesti kahteen ryhmään. Kestävyyskunnan ja kehonkoostumuksen vaikutuksia työmuistiin ja motoriseen nopeuteen tutkittiin korrelaatioin sekä vertailemalla ryhmien välisiä keskiarvoja normaaliudesta riippuen t-testillä, Mann-Whitneyn U-testillä sekä varianssianalyysillä.

Tutkittavat suoriutuivat kuuden minuutin kävelytestistä keskimäärin yli oman ikäryhmän viitearvojen (kävelymatka $ka=614\pm95$ m). Kestävyyskunnolla tai kehonkoostumuksella ei ollut vaikutusta työmuistiin korrelaatioita tai ryhmien välisiä keskiarvoja tarkasteltaessa. Aineistossa oli viitteitä siitä, että kestävyyskunto ja kehonkoostumus vaikuttavat ei-dominantin käden motoriseen nopeuteen. Aerobisen kunnan ja vasemman käden peukalon naputusnopeuden välillä oli kohtalainen positiivinen korrelaatio ($r=.346$, $p=.023$). Lisäksi t-testissä kestävyyskunnoltaan eritasoisten ryhmien välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p=.047$). Toisessa ryhmässä oli henkilö, jonka kävelytestitulos oli muuta ryhmää selvästi heikompi. Tämän poikkeavan havainnon poistaminen aineistosta muutti tuloksia ei-merkitseviksi. Varianssianalyysissä kehonkoostumuksella oli omavaikutus ei-dominantin käden motoriseen nopeuteen ($p=.05$).

Tässä hyväkuntoisten naisten tutkimusjoukossa kestävyyskunto tai kehon koostumus ei vaikuttanut työmuistiin. Tutkimuksessa saatiin viitteitä, että kestävyyskunto sekä kehonkoostumus vaikuttavat motoriseen nopeuteen ei-dominantilla puolella.

Avainsanat: työmuisti, motorinen nopeus, neuropsykologinen arviointi, kehonkoostumus, aerobinen kunto

ABSTRACT

Johanna Kautto (2014). Effects of aerobic fitness and body composition on working memory and motor speed. Department of Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in Sports Medicine, 47 pages, 6 appendices.

Cognitive functions change in result of ageing due to neuroanatomical and –physiological changes. Changes occur in working memory, flexible intelligence and data processing. General health and physical activity affect cognition. Recent study results also indicate that body composition may affect cognitive functions. In this thesis the effects of aerobic fitness and body composition on neuropsychological tests that evaluate working memory and motor speed were assessed in older women.

The data is part of Neuro-Cognitive Changes in Aging research project executed in Jyväskylä. The study group consisted of 44 63-80-year-old women. Aerobic fitness was assessed with the six-minute walking test. Body composition was evaluated with body mass index and total fat percent. Working memory was tested with Digit Span and Letter-Number Sequencing tests. Motor speed was evaluated by Tapping test where the tapping speed of each thumb was registered. The study group was divided according to aerobic fitness and body composition. Persons whose walking test result was below or within the reference values of their own age group formed one group and those whose walking test result was above the reference value formed the other. Body mass index and fat percent were combined as a sum variable and the group was divided into two according to the median. The effects of aerobic fitness and body composition on working memory and motor speed were examined by correlations and by comparing the mean values of the groups according to normality with t-test, Mann-Whitney U-test and analysis of variance.

In the six-minute walking test the participants walked on average above their own age group's reference values (distance mean=614±95 m). Aerobic fitness or body composition did not have an effect on working memory according to correlations and comparing the mean values of the groups. There were indications that aerobic fitness and body composition affect the motor speed of the non-dominant hand. There was a moderate positive correlation between aerobic fitness and the tapping speed of the left hand ($r=.346$, $p=.023$). The difference between the fitness groups was also statistically significant tested with t-test ($p=.047$). However, in one group there was a person whose walking test result was exceptionally slow (i.e. walked clearly below the reference value of her own age group). After removing this outlier from the analysis these results were non-significant. In the analysis of variance body composition significantly affected motor speed of the non-dominant hand ($p=.05$).

In this group of aerobically fit women aerobic fitness or body composition did not have an effect on working memory. There were indications that aerobic fitness and body composition affect the motor speed of the non-dominant hand.

Key words: working memory, motor speed, neuropsychological assessment, body composition, aerobic fitness

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
2 KOGNITIIVISET TOIMINNOT	2
2.1 Työmuisti	2
2.2. Motorinen nopeus	4
2.3 Neuropsykologinen arviointi	4
2.4 Kognitiiviset muutokset ikääntyessä	5
3 AEROBINEN KUNTO	7
3.1 Aerobinen kunto ja ikääntyminen	7
3.2 Aerobinen kunto ja kognitiiviset toiminnot	8
4 KEHONKOOSTUMUS	11
4.1 Kehonkoostumus ja ikääntyminen	12
4.2 Kehonkoostumus ja kognitiiviset toiminnot	13
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	16
6 TUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT	17
6.1 Tutkimusaineiston kuvaus	17
6.2 Mittausmenetelmät.....	18
6.2.1 Digit Span, Digit Span Backward	18
6.2.2 Letter-Number Sequencing	19
6.2.3 Tapping test (sorminaputus).....	19
6.2.4 Aerobisen kunnan arviointimenetelmät	19
6.2.5 Kehonkoostumuksen arviointimenetelmät	20
6.3 Tilastolliset menetelmät	21
7 TULOKSET	22
7.1 Aerobinen kunto ja neuropsykologisista testeistä suoriutuminen.....	25
7.2 Kehonkoostumus ja neuropsykologisista testeistä suoriutuminen.....	27
7.3 Varianssianalyysi aerobisen kunnan ja kehonkoostumuksen vaikutuksista naputusnopeuteen.....	29
7.4 Yhteenveto tuloksista.....	30
8 POHDINTA.....	31
8.1 Kestävyyskunto, työmuisti ja motorinen nopeus	32

8.2 Kehonkoostumus, työmuisti ja motorinen nopeus.....	35
8.3 Tutkimuksen luotettavuus, vahvuudet ja heikkoudet	37
8.4 Jatkotutkimusehdotukset.....	40
8.5 Johtopäätökset.....	41
LÄHTEET	42
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Kognitiiviset toiminnot muuttuvat ikääntyessä neuroanatomisista ja –fysiologisista muutoksista johtuen. Normaalissa terveessä ikääntymisessä muutokset eivät haittaa päivittäisistä toiminnoista selviytymistä. Heikentymistä tapahtuu esimerkiksi joustavassa älykkyydessä, työmuistissa ja tiedonkäsittelyn ohjauksessa. Muutosten taso korreloi neurobiologisten ikääntymismuutosten kanssa (Hänninen 2013).

Tämän tutkimuksen kohteena ovat kestävyyskunnan ja kehonkoostumuksen vaikutukset työmuistiin ja motoriseen nopeuteen. Työmuistissa ihminen säilyttää tietoa väliaikaisesti. Työmuistin avulla tehdään ajattelutyötä, hahmotetaan kokonaisuuksia ja ymmärretään asioita muistiainesta yhdistelemällä ja siirtelemällä. Työmuistin kesto on alle puoli minuuttia, jonka jälkeen asia unohdetaan tai siirretään pitkäaikaiseen muistiin (Vilkkö-Riihelä 1999, 361-365; Hämäläinen ja Ahonen 2006; Sandström 2010, 82). Motorinen nopeus on tärkeä kognitiivisen ja fyysisen toimintakyvyn osoitin. Ikääntyneillä kognitiivisten toimintojen heikkenemistä edeltää motorinen hidastuminen (Austin ym. 2011).

Neuropsykologisen tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa yksilön kognitiivinen toimintakyky ja selvittää siinä mahdollisesti esiintyviä muutoksia (Hämäläinen ja Ahonen 2006). Useissa tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että fyysinen aktiivisuus vaikuttaisi positiivisesti kognitiiviseen suoriutumiseen (Etnier ym. 2006). Tuoreissa tutkimuksissa on viitteitä myös kehonkoostumuksen yhteyksistä kognitiiviseen suoriutumiseen, mutta yhteyden suunta on epäselvä (esim. Gunstad ym. 2010; Smith ym. 2011).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää aerobisen kunnan ja kehonkoostumuksen yhteyttä työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista neuropsykologisista testeistä suoriutumiseen. Tutkittava ryhmä koostui 44 63-80 vuotiaasta naisesta. Aerobista kuntoa arvioitiin kuuden minuutin kävelytestillä. Kehonkoostumusta selvitettiin painoindeksillä ja kehon rasvaprosentilla. Neuropsykologisista testeistä tähän tutkimukseen valikoitui työmuistia ja muistijäljen pituutta arvioivat testit (Digit Span, Letter-Number-Sequencing) sekä motorista nopeutta arvioiva naputustesti (Tapping test). Tutkimus liittyy psykologian ja terveystieteiden laitoksen yhteishankkeeseen Neuro-Cognitive Changes in Aging.

2 KOGNITIIVISET TOIMINNOT

Kognitiivinen toiminta on tiedonkäsittelyä (Vilkko-Riihelä 1999, 333). Se viittaa tiedonkäsittelyn lisäksi tiedon yhdistelyyn, varastointiin ja mieleen palauttamiseen ja siihen kuuluvat myös havainnot, tarkkaavaisuus, muistitoiminnot ja toiminnanohjaus (Smith ym. 2011). Aivot käsittelevät jatkuvasti sekä elimistöstä että ympäristöstä havaintoina tulevaa tietoa. Suurin osa tiedonkäsittelystä tapahtuu tiedostamattomasti. Tiedostettua on vain se osa, joka on tietoisena tarkkaavaisuuden kohteena ja työmuistin käsittelyssä. Kognitiivisen toiminnan perustaidot ovat kielelliset taidot, havaitseminen, tarkkaavaisuus, muistaminen, toiminnanohjaus ja motoriset taidot. Kognition eri lajeihin perustuvat monimutkaiset kognition taidot, kuten ongelmanratkaisu (Kuikka ym. 2002, 23).

Kognitiivisen toiminnan lähtökohtana on tavoite, joka motivoi toimimaan kohti päämäärää. Tavoite vaikuttaa kaikkiin psyykkisen toiminnan osa-alueisiin. Tarkkaavuus suunnataan päämäärän kannalta tärkeisiin asioihin ja esimerkiksi muistista haetaan asiaan liittyviä aikaisempia tietoja. Kognitiiviset toiminnot mielletään usein yhdeksi kokonaisuudeksi niiden automaattisen luonteen vuoksi (Kuikka ym. 2002, 23).

Kognitiiviset toiminnot voidaan jakaa neljään osaan. Vastaanottavat toiminnot liittyvät kykyyn valita, omaksua, luokitella ja yhdistää tietoa. Muisti ja oppiminen viittaavat tiedon varastointiin ja mieleen palauttamiseen. Ajattelutoiminnot ovat tiedon järjestelyä ja uudelleen järjestelyä. Ajattelutoimintoihin kuuluvat myös tiedon ilmaisuun (expressive functions) liittyvät keinot, joilla tietoa välitetään. Vaikka tiedonkäsittelyssä voidaan erottaa eri luokkia, toimivat luokat tiiviisti yhdessä (Lezak ym. 2004, 19-20).

2.1 Työmuisti

Kognitiivisten toimintojen keskiössä on kyky muistaa, oppia ja palauttaa mieleen muistiin varastoitua tietoa. Muisti on tiedon varastoimista ja sen mieleen palauttamista ja soveltamista sopivaa tarkoitusta varten. Muistin arvioiminen on keskeistä neuropsykologisessa tutkimuksessa (Lezak ym. 2004, 414).

Muistissa on erotettavissa mieleenpainamisen, mielessä säilyttämisen ja mieleenpalauttamisen vaiheet. Neuropsykologisessa arvioinnissa on erilaisilla tehtävillä mahdollista selvittää, mikä vaiheista on mahdollisesti häiriintynyt. Muistia luokiteltaessa puhutaan lyhyt- ja pitkäkestoisesta muistista. Lyhytkestoisessa työmuistissa käsitellään pieniä määriä joko auditiivisfologista tai visuaalis-spatiaalista informaatiota. Työmuistissa olevan materiaalin säilymisaikaa voidaan pidentää kertaamalla asioita mielessä tai erilaisten muististrategioiden avulla (Hokkanen ym. 2006).

Pitkäkestoisessa muistissa opittu materiaali säilyy vuosia tai jopa loppuelämän. Semanttinen ja episodinen muisti liittyvät pitkäkestoiseen muistiin säilytyn materiaalin luonteeseen. Semanttisessa muistissa säilyy ympäröivää maailmaa, yhteiskuntaa ja kielellistä käsitteistöä koskeva tietoaines, kun taas episodisessa muistissa tapahtumiin ja kokemuksiin liittyvä tieto. Semanttinen ja episodinen muistiaines on tietoista eli deklarativista, mutta pitkäkestoiseen muistiin tallentuu myös tiedostamatonta ainesta, kuten motoriset taidot (Hokkanen ym. 2006).

Työmuisti on rajallinen sekä kestoaltaan että kapasiteetiltaan. Työmuistissa ihminen säilyttää tietoa väliaikaisesti lyhyen aikaa. Uutta tietoa saataessa vanha muistiaines poistuu työmuistista. Työmuistiin voidaan myös noutaa ainesta pitkäkestoisesta muistista. Työmuistin avulla tehdään ajattelutyötä, hahmotetaan kokonaisuuksia ja ymmärretään asioita muistiainesta yhdistelemällä ja siirtelemällä. Työmuistin kesto on alle puoli minuuttia, jonka jälkeen asia unohdetaan tai tallennetaan pitkäkestoiseen muistiin (Sandström 2010, 82; Vilkkö-Riihelä 1999, 361-365; Hämäläinen & Ahonen 2006). Työmuisti pystyy kerrallaan käsittelemään keskimäärin 3-7 yksikköä eli numeroa, kirjainta, sanaa tai lausetta. Kapasiteettia voidaan kuitenkin nostaa muodostamalla laajempia mieltämysyksiköitä (Sandström 2010, 82).

Työmuistin toiminta perustuu tehtävästä ja käytetystä strategiasta riippuen hermosolujen aktiviteettiin eri aivoalueilla. Etenkin etuotsalohko on tärkeä työmuistin toiminnan kontrollointiin liittyvä aivoalue. Työmuistin häiriöt haittaavat omaehtoista mieleen painamista ja asioiden palauttamista pitkäkestoisesta muistista työmuistin käsiteltäväksi (Hämäläinen & Ahonen 2006).

2.2. Motorinen nopeus

Nopeus on kykyä reagoida ja tuottaa yksittäisiä tai jatkuvia liikesuorituksia mahdollisimman lyhyessä ajassa. Lihasten voimantuottonopeus hidastuu ikääntyessä, vaikka poikkipinta-alaan suhteutettu maksimivoima säilyisi ennallaan. Lihasmassan väheneminen ja voimantuottonopeuden aleneminen ikääntyessä johtuu ensisijaisesti nopeiden II-tyyppin lihassolujen pinta-alan ja lukumäärän pienenemisestä. Lisäksi ikääntyvän henkilön kyky rekrytoida nopeasti suuria joukkoja motorisia yksiköitä voi olla heikentynyt. 75-80 ikävuoden jälkeen nopeussuorituskyky heikkenee kiihtyvästi noin 2% vuosivauhtia molemmilla sukupuolilla (Korhonen 2013). Tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että ikääntyneillä harjoittelun vaikutukset ilmenevät spesifisti niissä ominaisuuksissa, joita harjoitetaan. Ikääntyneiden nopeusominaisuudet ovat kehitettävissä ja ylläpidettävissä tarkoituksenmukaisella harjoittelulla (Korhonen 2013).

Motorinen nopeus on tärkeä kognitiivisen ja fyysisen toimintakyvyn osoitin ja ennustaja. Motorinen hidastuminen, esimerkiksi sormen naputustestillä osoitettuna, edeltää kognitiivisten toimintojen heikkenemistä ikääntyneillä. Naputustesti eli finger tapping test on yksi usein käytetyistä motorista nopeutta arvioivista testeistä neuropsykologisessa arvioinnissa. Sitä käytetään ikääntymiseen liittyvän motorisen toiminnan hidastumisen arvioimiseen (Austin ym. 2011). Motorista nopeutta koskevissa tutkimuksissa on osoitettu maksimaalisen sormen naputusnopeuden olevan ikääntyneillä hitaampi kuin nuoremmilla koehenkilöillä (Christianson & Leathem 2004, Aoki & Fukuoka 2010). Stanekin ja kumppaneiden (2013) tutkimuksessa suurempi kehonkoostumus ennusti heikompaa motorista suoriutumista naputustestillä arvioituna sekä dominantilla että ei-dominantilla puolella.

2.3 Neuropsykologinen arviointi

Neuropsykologinen tutkimus perustuu haastatteluun sekä neuropsykologisiin testeihin. Neuropsykologisen tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa yksilön kognitiivinen toimintakyky ja selvittää siinä mahdollisesti esiintyviä muutoksia (Hämäläinen & Ahonen 2006). Neuropsykologisessa tutkimuksessa tarkoituksena on laaja-alaisesti kartoittaa sekä säilyneitä että vaurioituneita kognitiivisen toiminnan osa-alueita. Erilaisilla testeillä voidaan kartoittaa

loogista päättelyä ja abstrahointikykyä, muistitoimintoja, havaintotoimintoja, konstruktiiivisia ja spatiaalisia taitoja, kielellisiä toimintoja ja tahdonalaista motoriikkaa (Vilkko-Riihelä 1999, 179; Hokkanen ym. 2006). Tutkimuksessa keskeistä on muutosten luonteen, vaikeusasteen ja haittaavuuden työ- ja arkielämässä arviointi sekä kuntoutustarpeen arviointi (Hämäläinen & Ahonen 2006).

Aivojen toimintaan liittyvän lokalisaatioajattelun mukaan tietyt aivoalueet vastaavat spesifeistä kognitiivisista toiminnoista. Toisen ajattelutavan mukaan kognitiivisista toiminnoista vastaa koko hermoverkko. Tämänhetkisen käsityksen mukaan osa kognitiivisista toiminnoista on yleistoimintoja, joista vastaa koko hermoverkosto. Osa toiminnoista on taas paikannettavissa tiettyihin aivojen rakenteisiin. Esimerkiksi aivovammapotilailla voidaan vaurion sijaintia ja oireita vertaamalla päätellä, mistä kognitiivisesta kyvystä vaurioitunut aivoalue vastaa (Hämäläinen & Ahonen 2006)

Muistaminen perustuu havaintojen tekemiseen, keskittymiskykyyn ja toiminnanohjaukseen. Neuropsykologisessa tutkimuksessa selvitetään näön- ja kuulonvaraisia muistitoimintoja (Lezak ym. 2004, 414; Hämäläinen & Ahonen 2006). Työmuistiin liittyvissä neuropsykologisissa testeissä testattavan tulee pitää annettu tieto mielessään ja yleensä samalla myös prosessoida tietoa. Työmuistin laajuutta ja toimintaa mitataan sarjamuistitehtävillä, jotka voivat koostua numero-, sana- ja kuviosarjoista. Lisäksi voidaan testata sanalistaoppimistehtävillä ensimmäisen mieleenpalautuksen määrää sekä kilpailevia ärsykeitä tarjoamalla testata muistin lisäksi myös keskittymistä (Hämäläinen & Ahonen 2006).

2.4 Kognitiiviset muutokset ikääntyessä

Kognitiivinen ikääntyminen on tiedonkäsittelyyn liittyvissä ajattelutoiminnoissa tapahtuvia muutoksia ihmisen ikääntyessä. Normaalissa terveessä ikääntymisessä ei tapahdu päivittäisiä toimintoja haittaavaa kognitiivista heikentymistä. Kognitiivinen ikääntyminen liittyy aivoissa tapahtuviin degeneratiivisiin ikääntymismuutoksiin. Muutokset johtuvat neuroanatomisista ja –fysiologisista muutoksista, hermosolukadosta ja hermosolujen tilavuuden pienenemisestä ja painottuvat etuotsalohkoihin. Kognitiivisessa ikääntymisessä heikentymistä tapahtuu joustavassa älykkyudessa, työmuistissa ja tiedonkäsittelyn ohjauksessa. Lisäksi muutoksia

tapahtuu oppimisessa ja reaktionopeudessa. Näissä tapahtuneet muutokset korreloivat neurobiologisten ikääntymismuutosten kanssa (Kara ym. 2004; Hänninen 2013).

Otsalohko on keskeinen toiminnanohjauksessa, johon kuuluvista osa-alueista ikääntymismuutoksia esiintyy kognitiivisten osa-alueiden toiminnan yhdistämistä vaativassa tiedonkäsittelyn ohjauksessa. Tiedonkäsittelyn ohjauksen keskeinen osa on työmuisti, jonka kyky pitää materiaalia lyhytkestoisesti muistissa säilyy ikääntyessä hyvin, mutta monimutkaisempi eri kognitiivisilta osa-alueilta tulevaa tietoa yhdistävä työmuistin prosessointi hidastuu ja heikkenee (Hänninen 2013).

Aivorakenteiden ja kognitiivisten toimintojen muutokset ovat yksilöllisiä, yksilöiden välillä on vaihtelua niiden ajoittumisessa ja vaikutuksessa kognitiiviseen suoriutumiseen. Kognitiivisten toimintojen säilymiseen vaikuttavat esimerkiksi yleinen terveydentila ja fyysinen kunto. Fyysisen aktiivisuuden vaikutuksesta kognitiivisen suoriutumisen ylläpitämisessä on runsaasti epidemiologista tutkimusta (Suutama & Ruoppila 2007; Hänninen 2013).

Aistitoimintojen muutokset, kuten näön ja kuulon heikkeneminen ovat yhteydessä muutoksiin kognitiivisissa toiminnoissa (Suutama & Ruoppila 2007). Kognitiiviseen heikentymiseen vaikuttavat aivoja rappeuttavien sairauksien ohella esimerkiksi korkea verenpaine ja diabetes. Terveydentilaan vaikuttavat tekijät vaikuttavat kognitiivisten toimintojen säilymiseen pitkäkestoisesti. Keski-ikässä ja vanhuudessa ylläpidetty fyysinen aktiivisuus on kognitiivista suoriutumista suojaavaa. Kognitiiviseen toimintakykyyn vaikuttavat myös perimä, elämäntavat, ruokavalio ja psykososiaaliset tekijät. Myös ympäristötekijöillä ja esimerkiksi koulutustasolla on merkitystä (Suutama & Ruoppila 2007; Hänninen 2013).

Kognitiivisen suoriutumisen säilymistä edistää myös kognitiivisesti virikkeelliset harrastukset ja aktiivinen sosiaalinen elämäntapa. Oppiminen perustuu pääosin aivosolujen välisien yhteyksien vahvistumiseen synapsien plastisuuden ansiosta ja korkealla iälläkin uusien hermosolujen muodostumista tapahtuu tietyillä aivoalueilla, kuten hippokampuksen dentate gyruksessa. Uusien hermosolujen muodostuminen vähenee iän myötä, mutta siihen voidaan vaikuttaa virikkeiden määrällä ja liikunnalla (van Praag 2008; Hänninen 2013).

3 AEROBINEN KUNTO

Aerobinen kunto on tärkeä päivittäisissä fyysisissä toiminnoissa tarvittava kunnan osa-alue. Aerobisella kestävyydellä tarkoitetaan hengitysteiden, sydän- ja verenkiertoelimistön sekä energia-aineenvaihdunnan toimintakykyisyyttä. Maksimaalinen hapenkulutus on aerobisen kunnan mittari, jota voidaan objektiivisesti arvioida sekä suoria että epäsuoria menetelmin. Maksimaalisen hapenkulutuksen on tutkimuksissa osoitettu ennustavan sairastavuutta, kuolleisuutta ja tiettyjen sairauksien riskitekijöitä (Vainio 2004). Maksimaalinen hapenkulutus kuvaa kehon kykyä käyttää happea maksimaalisen aerobisen suorituksen aikana (Van Boxtel ym. 1997).

Aerobinen kunto tai kestävyys on elimistön kykyä vastustaa väsymystä pitkäkestoisessa lihastyössä. Kestävyyteen vaikuttaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kyky välittää happea lihaksille ja lihaksen kyky ottaa happea verenkierrosta ja tuottaa energiaa. Kestävyyskunto voi parantua hapenkuljetuksen tehostuessa esimerkiksi sydämen iskutilavuuden kasvaessa (Kallinen & Kujala 2013).

Aerobinen kunto on terveystilan osatekijä. Terveystila taas sisältää kunnan osatekijät, joihin fyysinen aktiivisuus vaikuttaa myönteisesti tai kielteisesti ja jotka ovat yhteydessä terveydentilaan. Aerobisen kunnan ohella terveystilaan kuuluvat myös tuki- ja liikuntaelinten kunto, motorinen kunto ja kehonkoostumus. Aerobinen kunto liittyy biologisiin toimintoihin, joissa energia-aineenvaihdunnan teholla on suuri merkitys (Oja 2005).

3.1 Aerobinen kunto ja ikääntyminen

Fyysinen suorituskyky muuttuu ikääntyessä. Keskeisimpiä näihin muutoksiin vaikuttavia tekijöitä on luurankolihasmassan koon pieneneminen ja määrän vähentyminen. Lihasmassan väheneminen on osasyynä myös kestävyys- ja maksimaalisen hapenottokyvyn laskuun ikääntyessä, sillä maksimaalisessa pitkäkestoisessa fyysisessä kuormituksessa lihakset kuluttavat noin 90% elimistöön tulevasta hapesta. Myös sydämessä ja hengityselimistöissä tapahtuvat ikääntymismuutokset ja erityisesti syketiheyden lasku vaikuttavat suorituskykyyn (Kallinen & Kujala 2013).

Ikääntyessä lihasmassan vähenemisen lisäksi kardiovaskulaarinen ja hengitystoimintojen kapasiteetti heikkenevät (Kara ym. 2004). Myös kestävyyskuntoa kuvaava maksimaalinen hapenkulutus laskee ikääntyessä. Maksimaalisen hapenottokyvyn lasku alkaa noin 30 vuoden iässä ja se laskee kymmenessä vuodessa 5-22 prosenttia. Aerobinen kunto heikentyy miehillä ja naisilla samalla tavalla. Liikunnallisesti aktiivisemmilla maksimaalinen hapenottokyky heikkenee hitaammin (Kallinen & Kujala 2013).

Epidemiologisissa tutkimuksissa korkea fyysinen aktiivisuus on ikääntyneillä ollut yhteydessä alhaiseen kuolleisuuteen. Fyysinen aktiivisuus ja kestävyyskuntoa ovat toisistaan riippuvaisia. Kestävyyskuntoa ja riittävää hapenottokykyä tarvitaan useissa päivittäisissä toiminnoissa, kuten portaiden kävelyssä. Hapenottokyvyn laskeminen alhaiselle tasolle voi rajoittaa ikääntyneen selviämistä päivittäisistä toiminnoista ja vaikuttaa yleiseen jaksamiseen. Kestävyyskuntoa voidaan parantaa myös vanhemmalla iällä, mutta harjoitteluvasteet eivät ole saman suuruisia kuin nuoremmilla henkilöillä. Harjoittelun vaikutuksissa on iäkkäillä yksilökohtaisia eroja, mikä saattaa johtua perinnöllisestä eroista harjoitteluvasteissa (Kallinen & Kujala 2013).

3.2 Aerobinen kunto ja kognitiiviset toiminnot

Kognitiivisessa toimintakyvyssä voi saman ikäryhmän edustajien välillä olla suuria eroja, joita esimerkiksi fyysinen aktiivisuus saattaa selittää. Aerobisen suorituskyvyn yhteyttä kognitiivisiin toimintoihin on selitetty kahdella mekanismilla: aivojen verenkierron lisääntymisellä ja neuromuskulaarisen aktiiviteetin aiheuttamilla vaikutuksilla tai molempien yhdistelmällä (Van Boxtel ym. 1997). Van Boxtelin ja kumppaneiden (1997) tutkimuksessa eri ikäryhmissä aerobisella kapasiteetilla ei juurikaan ollut vaikutusta muistiin tai psykomotoriseen nopeuteen.

Aerobinen liikunta näyttää vaikuttavan suotuisasti paitsi fyysiseen kuntoon, myös joihinkin kognitiivisiin osa-alueisiin terveillä iäkkäillä. Vaikutuksia on nähty erityisesti kognitiivisen nopeuden ja tarkkaavuuden alueilla. Liikunnasta voi olla hyötyä myös henkilöillä, joilla on dementia tai lievempiä kognitiivisia häiriöitä (Hänninen 2013). Lyhytkestoisella ja intensiteetiltään keskitasoisella harjoittelulla on eräässä tutkimuksessa todettu olevan akutteja positiivisia vaikutuksia työmuistiin (Martins ym. 2013).

Fyysisen aktiivisuuden suhdetta kognitioon on tutkittu useissa tutkimuksissa. Näistä tehdyissä meta-analyyseissä on saatu viitteitä, että fyysinen aktiivisuus vaikuttaisi positiivisesti kognitiiviseen suoriutumiseen. Säännöllisen fyysisen aktiivisuuden on osoitettu vaikuttavan psykologisiin muuttujiin, kuten kognitioon, uneen ja masennukseen. Fyysisen aktiivisuuden on selvästi osoitettu vaikuttavan myös mielenterveyteen (Etnier ym. 2006).

Tutkimusten mukaan vaikuttaa siltä että fyysisen aktiivisuuden seurauksena aerobisen kunnon tulee kehittyä, jotta harjoittelulla olisi vaikutuksia kognitiivisiin toimintoihin. Tämän hypoteesin pohjalta on tutkittu esimerkiksi erilaisen aerobisen kunnon omaavien henkilöiden suoriutumisesta kognitiivisista testeistä. Toisissa tutkimusasetelmissä aerobiseen kuntoon on pyritty vaikuttamaan ja tutkittu muutoksen suuntaa kognitiivisissa toiminnoissa. Fyysisen aktiivisuuden ja kognitiivisen toimintojen välistä annos-vaste-suhdetta ei tutkimuksissa ole onnistuttu osoittamaan. Etnier kumppaneineen osoitti meta-analyysillään, ettei aerobisen kunnon ja kognitiivisen suoriutuskyvyn välinen yhteys ole yksiselitteinen (Etnier ym. 2006).

Karan ja kumppaneiden (2004) tutkimuksessa neljän kuukauden kuntopiiri-tyyppisellä aerobisella harjoittelulla oli vaikutusta kognitiivisia toimintoja arvioivista testeistä suoriutumiseen ikääntyneillä naisilla. Harjoittelujakson jälkeen koehenkilöiden maksimaalinen hapenottokyky, jota arvioitiin kuuden minuutin kävelytestillä, oli merkittävästi parempi ja esimerkiksi Digit Forward ja Digit Backward testeissä oli tapahtunut tilastollisesti merkitsevä parannus (Kara ym. 2004).

Poikkileikkaustutkimuksissa on osoitettu fyysisesti aktiivisten henkilöiden kognitiivisten toimintojen säilyvän paremmin kuin inaktiivisten henkilöiden. Havainnollisilla tutkimusmenetelmillä on todettu fyysisesti aktiivisten pystyvän parantamaan kognitiivisia toimintoja inaktiivisiin verrokeihin nähden. RCT-tutkimukset ja niistä tehtyjen meta-analyysien tulokset eivät ole olleet yhdenmukaisia. Toisissa kognitiivinen toiminta on parantunut harjoittelun seurauksena ja toiset eivät ole raportoineet eroja (Smith ym. 2010).

Meta-analyysi RCT-tutkimuksista (29 tutkimusta, n=2049) harjoittelun vaikutuksista kognitiiviseen suoriutumiseen osoitti, että yli kuukauden jatkuneella aerobisella harjoittelulla (reipas kävely) on kohtalaisen merkittäviä vaikutuksia tarkkaavuuteen, prosessointinopeuteen, toiminnanohjaukseen ja muistiin. Harjoittelun vaikutukset työmuistiin eivät ole yhtä selviä ja vaikuttaisi siltä, että aerobisen harjoittelun yhdistäminen voimaharjoitteluun olisi työmuistin kannalta edullisempi harjoittelumuoto. Tutkimuksissa oli kuitenkin viitteitä siitä, että aerobisen harjoittelun vaikutukset muistiin saattavat olla selvempiä henkilöillä, joilla on lieviä

kognitiivisia häiriöitä, kuin henkilöillä joilla ei kognition heikkenemää ole havaittu (Smith ym. 2010).

Fyysisen aktiivisuuden, parantuneen aerobisen kunnan ja kognition välisistä yhteyksistä ikääntyneillä koottu Cochrane-katsaus sisälsi 11 RCT-tutkimusta. Kahdeksan näistä raportoi koehenkilöiden aerobisen kunnan parantuneen keskimäärin 14 prosenttia. Vastaavasti myös kognitiivinen kapasiteetti oli kohentunut. Kognitiivisten toimintojen osalta merkittävimmät muutokset tapahtuivat motorisessa nopeudessa sekä kuuloon perustuvassa tarkkaavaisuudessa. Lisäksi muutoksia tapahtui kognitiivisessa nopeudessa sekä näköön liittyvässä tarkkaavaisuudessa (Angevaren ym. 2008).

Kramer ja Erickson (2007) toteavat kirjallisuuskatsauksessaan fyysisen aktiivisuuden ja harjoittelun olevan edullinen tapa ylläpitää ja edistää ikääntyneiden kognitiivisia toimintoja. He toteavat, että vaikka suurimmassa osassa havainnoivia tutkimuksia fyysisen aktiivisuuden ja kognitiivisten toimintojen väliltä on löytynyt positiivinen yhteys, eivät kaikki tutkimukset ole pystyneet tätä yhteyttä osoittamaan. Fyysisen aktiivisuuden ja kognitiivisten toimintojen yhteys on selvimmin osoitettu toiminnanohjauksessa, johon myös työmuisti liittyy. Mekanismeja kognitiivisen toimintakyvyn edistämiseen on useita; liikunta pienentää sairastumisriskiä, ja edistää aivojen toimintaa sekä molekyyli-, että solutasolla (Kramer & Erickson 2007).

Fyysisen aktiivisuuden ja kognitiivisten toimintojen välisten yhteyksien tulkintaa vaikeuttavat erilaiset tutkimusasetelmat. Tutkimuksia on toteutettu eri ikäisille koehenkilöille. Lisäksi harjoitteluun liittyvät interventiot ovat olleet tyypiltään, kestoltaan ja intensiteetiltään hyvin erilaisia. Aerobista kuntoa ja kognitiivisia toimintoja on arvioitu eri tavoin. Lisäksi eroja on ollut myös tutkittavien yleisessä terveydentilassa ja kestävyyskunnossa tutkimuksen alkutilanteessa. Myös tutkittavien sukupuolijakauma sekä kontrolliryhmän ominaisuudet ovat voineet vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin (Colcombe & Kramer 2003; Hillman ym. 2008).

4 KEHONKOOSTUMUS

Kehonkoostumus voidaan jakaa 2-4 elementtiin. Yksinkertaisimmillaan keho koostuu rasvattomasta massasta ja rasvamassasta. Tätä näkökulmaa on tutkimuksissa laajennettu niin, että kehonkoostumukseen kuuluu vesi, proteiini ja rasva sekä laskutavasta riippuen myös luun mineraalit omana komponenttinaan (McArdle ym. 2006, 783). Rasvaton massa on ne elimistön osat, jotka eivät sisällä muita kuin elimistön toiminnalle ja rakenteella välttämättämiä rasvoja. Kirjallisuudessa esiintyy myös termi fat-free mass, joka sulkee pois myös välttämättömät rasvat (Keskinen 2005).

Naisten ja miesten kehonkoostumuksessa on eroa eri komponenttien suhteellisissa osuuksissa. Käytännössä kehonkoostumuksessa arvioidaan rasvattoman massan, lihasmassan ja luun määrää sekä rasvan kokonaismäärää. Miesten ja naisten viitearvojen välillä eroa on esimerkiksi lihasmassassa sekä rasvaprosentissa. Erot johtuvat hormonaalisten tekijöiden lisäksi myös biologisista ja ympäristötekijöistä (McArdle ym. 2006, 783).

Tärkeimmät terveyteen liittyvät tekijät kehon koostumuksessa ovat rasvan ja rasvattoman kudoksen suhteelliset määrät. Kehonkoostumusta mitattaessa arvioidaan eri komponenttien massaa ja suhteellista osuutta. Lihavuuden aiheuttamiin terveysriskeihin vaikuttaa olennaisesti rasvan keskittyminen tiettyihin kehonosiin. Erityisesti vatsaonteloon sisäelinten ympärille kertyvä rasva on terveydelle haitallista (Keskinen 2005).

Rasvakudoksen määrän lisäksi rasvan jakautumisella on merkitystä. Rasvan jakautumisen perusteella erotellaan kaksi lihavuustyyppiä, keskivartalolihavuus ja alavartalolihavuus. Erityisesti keskivartalolihavuus altistaa lihavuuteen liittyville sairauksille, kuten diabetekselle ja kohonneelle verenpaineelle. Rasvakudoksen jakautumista voidaan arvioida vyötärön ympärystä tai vyötärö-lantiosuhdetta mittaamalla (Fogelholm & Kaukua 2005).

Antropometria on yksi terveystieteiden osa-alue. Sen tärkeimmät liikuntaan ja terveyteen liittyvät tekijät ovat kehon rasvaosuus ja rasvan jakautuminen. Painoindeksi ja rasvaprosentti kuvaavat rasvakudoksen määrää vartalossa (Oja 2005). Normaalipainoisilla aikuisilla naisilla rasvan osuus kehon painosta on noin 25% ja miehillä noin 15%. Lihavuudesta puhutaan, kun rasvamäärä ylittää normaalit arvot (Fogelholm & Kaukua 2005).

Painoa voidaan arvioida myös laskemalla painoindeksi (BMI). Painoindeksissä paino jaetaan pituuden neliöllä, paino ilmoitettuna kiloina ja pituus metreinä (McArdle ym. 2006, 774).

Normaali painoindeksi on alueella 18,5-25 kg/m². Painoindeksin mukaan normaalipainon rajoilla paino voi vaihdella pituuden mukaan 10-15 kg. Painoindeksi johtaa harhaan erityisesti hyvin lihaksikkailta miehiltä, sillä kehonpaino saattaa lihasten painosta johtuen olla suuri, vaikka rasvakudosta ei olisikaan liikaa. Vaikka BMI ei erottele rasva- ja lihaskudosten määriä, eikä osoita terveydelle haitallisen, vatsan sisäosiin kertyvän rasvan määrää, on se kuitenkin yleensä hyvä tapa arvioida kehon painoa (Fogelholm & Kaukua 2005; Fogelholm 2007).

4.1 Kehonkoostumus ja ikääntyminen

Kehon painossa tapahtuvat vaihtelut johtuvat lähinnä kehon rasvamäärän vaihteluista. Ikääntymisen myötä paino ja BMI voivat säilyä muuttumattomina, vaikka kehonkoostumus muuttuu lihasmassan vähentyessä ja rasvan määrän lisääntyessä. Terveys 2000- tutkimuksen mukaan 65-74- vuotiaista naisista kolmasosa on painoindeksin mukaan lihavia. Vanhemmissa ikäryhmissä kuolemanvaaraa lisäävät korkean BMI:n lisäksi erityisesti matalat BMI-arvot. Optimaaliset BMI-tasot ovat iäkkäillä todennäköisesti korkeampia kuin nuoremmilla aikuisilla (Suominen 2013).

Kehon paino lisääntyy 50.-60. ikävuoteen saakka lähinnä rasvan lisääntymisen vuoksi. Ikääntyessä lihaskudoksen ja muiden rasvattomien komponenttien määrä vähenee. Tämän seurauksena rasvan osuus kehon painosta voi lisääntyä pitkälle vanhuuteen saakka. 70. ikävuoden jälkeen kehon paino yleensä laskee 2-3 kg kymmenessä vuodessa. Ikääntyvän ihmisen kehonkoostumuksessa tapahtuvat muutokset ovat ainakin osittain yhteydessä fyysisen aktiivisuuden vähenemiseen (Suominen 2013).

Ikääntymisen myötä rasvan jakautuminen kehon eri osiin muuttuu. Ihonalaista rasvaa kertyy enemmän keskivartaloon kuin raajoihin ja sisäelinten ympärille ja lihaksiin kertyvän rasvan määrä lisääntyy suhteessa ihonalaiseen rasvaan. Rasvattoman massan vähentyminen johtuu pääasiassa lihaskudoksen sekä muiden proteiinien ja luiden mineraalien määrän vähenemisestä (Suominen 2013).

4.2 Kehonkoostumus ja kognitiiviset toiminnot

Tutkimuksissa kehonkoostumuksen vaikutuksista kognitiivisiin toimintoihin on saatu ristiriitaisia tutkimustuloksia. Epäselvää on esimerkiksi lihavuuden ja kognitiivisten toimintojen välillä havaitun yhteyden suunta eli onko kognitiivinen heikkeneminen lihavuuden syytä vai seurausta. Tutkimuksissa on lisäksi saatu erilaisia tuloksia siitä, mihin kognitiivisten toimintojen osa-alueista kehonkoostumuksella on vaikutusta (Gunstad ym. 2010; Smith ym. 2011; Stanek ym. 2013).

Lihavuus on tutkimuksissa ollut yhteydessä kognitiivisiin heikkouksiin lapsilla, nuorilla ja aikuisilla. Tutkimuksissa on todettu erityisesti toiminnanohjaukseen liittyviä ongelmia. Ikääntyneillä lihavuuden ja kognition välinen yhteys on epäselvä, sillä BMI:n käyttö kehonkoostumuksen arvioinnissa on ikääntyneillä epäluotettavampi. Lihavuus voi olla osittain myös toiminnanohjauksen heikkoudesta johtuvaa. Tutkimuksissa painonpudotus on parantanut kognitiivista suoriutumista lihavilla. Lapsilla heikommat kognitiiviset taidot ennustavat korkeampaa BMI:tä tulevaisuudessa, joten lihavuuden ja kognitiivisten toimintojen välillä oleva yhteys voi olla kaksisuuntainen (Gunstad ym. 2010).

Lihavuus vaikuttaa selvästi moniin terveyteen liittyviin indikaattoreihin, mutta sen vaikutus kognitiiviseen toimintaan on toistaiseksi epäselvä. Tutkimuksissa on löytynyt viitteitä siitä, että ylipaino olisi yhteydessä heikompaan kognitiiviseen suoriutumiseen. Korkea BMI on yhteydessä suurentuneeseen riskiin sairastua Alzheimerin tautiin sekä aivojen rakenteellisiin muutoksiin, kuten ikään liittyvä suurentunut aivoatrofia ja valkean aineen sairaudet (Gunstad ym. 2010). Lihavuudella voi olla aivojen toimintaan negatiivinen vaikutus matala-asteisen kroonisen tulehduksen, kohonneiden lipidiarvojen tai heikentyneen insuliinin säätelyn välityksellä (Smith ym. 2011).

Stanekin ja kumppaneiden (2013) poikkileikkaustutkimus, joka toteutettiin eri ikäisillä ja painoisilla koehenkilöillä (n=732) osoitti, että BMI:llä on selvä yhteys motorisiin taitoihin ja tarkkaavuuteen/prosessointinopeuteen. Lisäksi BMI:llä ja iällä oli yhteisvaikutus toiminnanohjaukseen liittyvistä tehtävistä suoriutumisen kanssa. BMI ei sen sijaan ollut selvästi yhteydessä muistiin tai kielellisiin toimintoihin (Stanek ym. 2013). Lihavuus oli yhteydessä heikompaan suoriutumiseen useilla kognitiivisilla osa-alueilla suuressa amerikkalaisessa pitkittäistutkimuksessa (n=1703). Lihavat koehenkilöt suoriutuivat heikommin muun muassa muistia, toiminnanohjausta ja kielellisiä taitoja vaativista tehtävistä.

Tosin lihavuus oli yhteydessä parempaan suoriutumiseen keskittymiskykyä, psykomotorista nopeutta ja visuospatiaalisia taitoja vaativista tehtävistä. Tutkimustulokset vahvistavat aiempaa käsitystä siitä, että ylipaino on itsenäinen kognitiiviseen toimintaan vaikuttava tekijä (Gunstad ym. 2010).

Yoonin ja kumppaneiden (2012) poikkileikkaustutkimuksessa (n=408) ylipainoiset ja lihavat aikuiset (BMI<25) suoriutuivat normaalipainoisia (BMI 18.5-24.9) heikommin toiminnanohjausta arvioivista testeistä. Tutkimustulokset viittaavat siihen, että korkeampi BMI on yhteydessä heikompaan kognitiiviseen suoriutumiseen iästä riippumatta terveillä aikuisilla (Gunstad ym. 2007). Vyötärölihavuus oli yhteydessä heikompaan kognitiiviseen suoriutumiseen MMSE:llä mitattuna alle 70-vuotialla, mutta ei tätä vanhemmilla ikääntyneillä (Yoon ym. 2012).

Smithin ym. (2011) kirjallisuuskatsauksen mukaan on selviä viitteitä siitä, että lihavuus aikuisiällä on yhteydessä kognitiivisten toimintojen heikkouteen. 14/15 katsaukseen hyväksytystä tutkimuksesta tämä yhteys löydettiin. Toiminnanohjauksen lisäksi poikkileikkaustutkimuksissa on löytynyt viitteitä korkean BMI:n yhteydestä heikompaan yleiseen suoriutumiseen kognitiivisia toimintoja vaativista tehtävistä, muistiin liittyvistä tehtävistä, kielellisistä tehtävistä sekä motorisia taitoja vaativista tehtävistä. Katsauksen mukaan ikääntyneillä yhteys ei ollut aivan yhtä selvä, sillä vaikka valtaosassa tutkimuksia lihavuus ennusti heikompaan kognitiivista suoriutumista, oli mukana myös tutkimuksia joissa yhteys oli päinvastainen (Smith ym. 2011).

Tutkimuksissa on saatu myös viitteitä siitä, että 70-72 ikävuoden jälkeen ylipaino olisi kognitiiviselta heikentymiseltä suojaava tekijä. Tutkijoiden mukaan se saattaisi johtua siitä, että BMI ei ikääntyneillä ole luotettava kehonkoostumuksen mittari. Tosin lihavilla miehillä on rasvakudoksessa enemmän testosteronia, mikä voi ehkäistä kognitiivisten toimintojen heikentymistä. Toinen selitys on lihaviin korkeampi leptiini-taso, mikä voi myös suojata kognitiivisia toimintoja (Smith ym. 2011, Yoon ym. 2012).

Elias kollegoineen (2003) tutki painoindeksin ja korkean verenpaineen yhteyksiä kognitiiviseen toimintaan pitkällä aikavälillä. Tutkimusryhmä tuli siihen tulokseen, että ylipaino ja korkea verenpaine vaikuttivat lähinnä miesten kognitiivisiin toimintoihin. Miehet, jotka olivat ylipainoisia sekä kärsivät korkeasta verenpaineesta suoriutuivat kognitiota arvioivista tehtävistä heikommin, kuin miehet, joilla oli vain toinen ominaisuusista.

Parhaiten oppimista ja muistia arvioivista testeistä suoriutuivat normaalipainoiset ja normaalin verenpaineen omaavat miehet (Elias ym. 2003).

Tutkimuksissa on myös pyritty osoittamaan painon muutoksen vaikutus kognitiivisiin toimintoihin. Han ym. (2008) totesivat tutkimuksessaan, että sukupuolten välillä on eroja siinä, miten painonmuutokset vaikuttivat kognitioon ikääntyneillä koehenkilöillä. Miehillä painonnousu oli yhteydessä positiivisiin muutoksiin kognitiivisessa toiminnassa, kun taas naisilla sekä painonnousu alkutilanteessa ylipainoisilla että laihtuminen alkutilanteessa normaalipainoisilla naisilla oli yhteydessä kognitiivisten toimintojen heikkenemiseen (Han ym. 2009).

Myös Brubacher (2004) kollegoineen tuli tutkimuksessaan päätelmään, että painonnousu sekä painonlasku olisivat yhteydessä kognitiivisten toimintojen heikkenemiseen. Heidän mukaansa yhteys selittyy sillä, että painonmuutos on seurausta kognitiivisten toimintojen heikkenemisestä tai painonmuutos on ensimmäisiä merkkejä neurologisista muutoksista aivoissa, jolloin painonmuutos selittyy ruokahalun säätelyn heikentymisellä.

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kehonkoostumuksen ja aerobisen kunnan yhteyttä työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista neuropsykologisista testeistä suoriutumiseen ikääntyneillä naisilla. Kehonkoostumusta ja aerobista kuntoa tarkasteltiin pääosin erikseen.

Työmuistia ja muistijäljen pituutta arvioitiin Digit Span, Digit Span Backward sekä Letter-Number Sequencing testeillä. Motorista nopeutta arvioitiin Tapping testillä, jossa peukalon naputusnopeus rekisteröitiin sekä oikealta että vasemmalta. Aerobisen kunnan ja kehonkoostumuksen mukaan ryhmä jaettiin kahteen ryhmään ja ryhmien suoriutumista näistä testeistä verrattiin.

Tutkimuskysymykset

Onko kehon koostumuksella tai aerobisella kunnolla vaikutusta neuropsykologisista testeistä suoriutumiseen?

- a) Vaikuttaako aerobinen kunto työmuistiin tai motoriseen nopeuteen?
- b) Vaikuttaako kehonkoostumus työmuistiin tai motoriseen nopeuteen?

Hypoteesit

- a) Kramer ja Erickson (2007) totesivat kirjallisuuskatsauksessaan, että aiemman tutkimusnäytön perusteella fyysisen aktiivisuuden ja kognitiivisten toimintojen välillä on pääasiassa löytynyt positiivinen yhteys. Kestävyyskunto taas on riippuvainen fyysisestä aktiivisuudesta (Kallinen & Kujala 2013). Tämän perusteella tutkimuksen hypoteesina on, että kestävyyskunnoltaan parempikuntoiset suorittavat työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista neuropsykologisista testeistä heikompikuntoisia paremmin.
- b) Kehonkoostumuksen osalta tutkimushypoteesien asettaminen ei ole yksiselitteistä, sillä näyttö kehonkoostumuksen vaikutuksista kognitiivisiin toimintoihin ei ole täysin yhdenmukaista (Esim. Gunstad ym. 2010, Smith ym. 2011). Aiemman tutkimusnäytön perusteella ei hypoteeseja yhteyksistä pystytä asettamaan.

6 TUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineisto on osa psykologian ja terveystieteiden laitoksen yhteishanketta Neuro-Cognitive Changes in Aging. Tutkittu ryhmä koostui 44 63-80 vuotiaasta naisesta. Koehenkilöille lähetettiin tiedote tutkimuksen kulusta etukäteen. He allekirjoittivat suostumuslomakkeen ensimmäisellä tapaamisella, jolloin heillä oli mahdollisuus esittää kysymyksiä tutkimukseen liittyen. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta hyväksyi tutkimussuunnitelman. Alkutilanteessa tutkittiin naisten kehonkoostumusta ja aerobista kuntoa. Heille tehtiin myös laaja neuropsykologinen testistö ja aivosähkökäyrä. Lisäksi kyselyllä selvitettiin muun muassa sosioekonomista asemaa, sairauksia, fyysistä ja sosiaalista aktiivisuutta ja mahdollista hormonikorvaushoitoa.

Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään satunnaisesti. Toinen ryhmä harjoitteli kestävyysharjoittelua ja toisen ryhmän interventio koostui venyttely- ja hengitysharjoituksista sekä esimerkiksi käsitöistä ja kulttuuritapahtumista. Harjoittelujakso kesti kymmenen viikkoa, jonka aikana harjoittelua oli yhteensä 23 tuntia. Harjoittelujakson päätyttyä kehonkoostumus, aerobinen kunto ja kognitiiviset toiminnot arvioitiin uudelleen. Tämän tutkielman kohteena on naisten alkutilanteessa mitattu kehonkoostumus ja aerobinen kunto sekä neuropsykologisista testeistä työmuistia ja motorista nopeutta arvioivat testit.

6.1 Tutkimusaineiston kuvaus

Tutkimusjoukko koostui 44 ikääntyneestä jyvaskyläläisestä naisesta. Tutkittavia rekrytoitiin ikääntyneiden yliopiston luennon alussa Jyväskylässä sekä Keski-Suomen eläkeläisyhdistyksen viikkotapaamisessa, joiden jälkeen vapaaehtoiset saivat ilmoittautua tutkimukseen. Tutkittavien tuli olla oikeakätisiä suomalaisia 63-80 vuotiaita naisia.

Tutkimuksen poissulkukriteerejä olivat muun muassa aivoihin kohdistuneet leikkaukset, neurologiset ja psykiatriset sairaudet sekä sydänsairaudet. Yhtenä poissulkukriteerinä oli myös kansainvälinen kilpaurheilutausta. Neuropsykologiset testit tehtiin tutkittaville yksitellen. Mittaukset ja interventiot toteutettiin maaliskesäkuun aikana 2013.

6.2 Mittausmenetelmät

Tämän opinnäytteen kohteena ovat naisten kehonkoostumus ja aerobinen kunto sekä neuropsykologisista testeistä työmuistia ja tahdonalaista motorista nopeutta testaavat testit. Työmuistia arvioitiin Digit Span sekä Letter-Number Sequencing testeillä. Tahdonalaista motorista nopeutta testattiin Tapping testillä, jossa peukalon naputusnopeus rekisteröitiin sekä vasemmalta että oikealta.

Työmuistia testaavia testituloksia voidaan tarkastella kahdella tavalla. Toinen on esimerkiksi Digit Span testissä saatu muistijäljen maksimipituus ja toinen tulos on tämä arvo muutettuna tulostaulukon mukaiseksi tulokseksi. Aineiston analyysissä pidettiin mukana molemmat testitulokset. Naputusnopeus (Tapping test) rekisteröitiin sekä vasemmalta että oikealta kymmenen sekunnin ajalta kolme kertaa. Tulokseksi laskettiin näiden kolmen naputuskerran keskiarvo.

6.2.1 Digit Span, Digit Span Backward

Digit Span- testit kuuluvat Wechslerin älykkyystestistöön (WAIS-III). Lezakin ym. (2004, 351) mukaan työmuistia testaavat testit liittyvät myös tarkkaavaisuuteen ja tutkijasta riippuu, tulkitaanko tulos tarkkaavaisuutta vai työmuistia kuvaavaksi. Testissä tutkittavan tehtävänä on toistaa kuulemiaan numerosarjoja joko esittämisjärjestyksessä tai päinvastaisessa järjestyksessä. Esittämisjärjestyksen mukainen toistaminen mittaa muistijäljen pituutta ja päinvastaisessa (backward) järjestyksessä toistaminen vaatii enemmän kognitiivista ponnistelua. Numerosarjojen toistaminen vaatii lisäksi hyvää keskittymiskykyä ja tarkkuutta (Kanninen ym. 1997, 179; Kara ym. 2004; Shelton ym. 2009; Stanek ym. 2013).

Digit Span Forward ja Digit Span Backward vaativat hieman erilaisia kognitiivisia toimintoja (Kara ym. 2004). Erityisesti Digit Span Backward testaa työmuistia ja työmuistissa säilyvien yksiköiden määrää. Päinvastaisessa versiossa testattavan tulee toistaa kuulemansa numerosarja päinvastaisessa järjestyksessä ja näin ollen yhtäaikaaisesti pitää numerosarja mielessään ja samalla järjestellä se päinvastaiseen järjestykseen. Tutkimuksissa on osoitettu, ettei ikä juurikaan vaikuta testituloksiin, mutta osa ikääntyneistä kuitenkin suoriutuu testistä heikommin (Lezak ym. 2004, 359).

6.2.2 Letter-Number Sequencing

Myös Letter-Number Sequencing (LNS) kuuluu Wechslerin älykkyystestistöön (WAIS-III) ja arvioi työmuistia. Testissä testaaja lukee ääneen sarjan numeroita ja kirjaimia sattumanvaraisessa järjestyksessä. Tutkittavan tehtävä on painaa yhdistelmä mieleensä ja toistaa lista oikeassa aakkos- ja numerojärjestyksessä. Tehtävässä tarvitaan erilaista prosessointikykyä kuin perinteisissä työmuistia testaavissa tehtävissä (Crowe 2000; Shelton ym. 2009). Nuorilla terveillä aikuisilla saadut testitulokset korreloivat myös Digit Span-testituloksien kanssa (Lezak ym. 2004, 363).

6.2.3 Tapping test (sorminaputus)

Naputustesti eli Finger Tapping Test on yksi usein käytetyistä motorista nopeutta arvioivista testeistä neuropsykologisessa arvioinnissa. Sitä käytetään ikääntymiseen liittyvän motorisen toiminnan hidastumisen arvioimiseen (Austin ym. 2011). Tapping testissä rekisteröidään sormi- tai kämmennaputuksen nopeus (Kanninen ym. 1997, 238). Tutkimuksessa laite rekisteröi naputuksien lukumäärän ja testin tulos on naputuskertojen keskiarvo (Lezak ym. 2004).

Tässä tutkimuksessa Tapping testi suoritettiin peukalonaputuksella. Testissä naputettiin kolmesti 10 sekunnin aikana maksimaalisella nopeudella. Naputusnopeuteen vaikuttavat demografiset tekijät, kuten sukupuoli ja ikä. Iän vaikutus näkyy selvästi 50 ikävuoden jälkeen ja tästä eteenpäin (Lezak ym. 2004, 642-643).

6.2.4 Aerobisen kunnon arviointimenetelmät

Tässä tutkimuksessa kestävyyskuntoa arvioitiin kuuden minuutin UKK-kävelytestillä. Kuuden minuutin kävelytestissä mitataan maksimaalinen matka, jonka henkilö pystyy kävelemään annetussa ajassa. UKK-kävelytesti on submaksimaalinen menetelmä aerobisen kapasiteetin, hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnon ja maksimaalisen hapenottokyvyn (VO₂max) tason arvioimiseen (Steffen ym. 2002). Kävelytesti arvioi aerobisen kunnon

riittävyttä suhteessa terveyteen ja toimintakykyyn (UKK-instituutti 2013). Kuuden minuutin kävelytestillä on osoitettu olevan kohtalainen korrelaatio maksimaaliseen hapenkulutukseen (Faggiano ym. 1997, Vainion 2004 mukaan).

Tutkimuksessa kävelytestissä käveltyä matkaa verrattiin ikäryhmän viitearvoihin ja tämän perusteella luokiteltiin tutkimusjoukko alle viitearvon tai viitearvon mukaisen (N=11) matkan kävelleisiin sekä yli viitearvojen kävelleisiin (N=32). Kuuden minuutin kävelytestitulokset muutettiin myös arvioiksi maksimaalisesta hapenottokyvystä. Suurin osa naisista oli hapenottokyvyn perusteella ikäänsä nähden hyväkuntoisia eikä selvää eroa ryhmien välillä tällä menetelmällä saatu. Kaava ei huomioinut kehonpainoa, minkä vuoksi koehenkilöiden väliset erot maksimaalisessa hapenottokyvyssä olivat pieniä. Kuuden minuutin kävelytestin tulos muunnettiin arvioksi maksimaalisesta hapenottokyvystä kaavalla: $\text{Mean Peak VO}_2 (\text{ml/kg/min}) = 4,948 + (0,023 * \text{Mean 6 MWT meters})$ (Ross ym. 2010).

6.2.5 Kehonkoostumuksen arviointimenetelmät

Tutkimuksessa kehonkoostumusta ja rasvaprosenttia arvioitiin DXA-laitteella. DXA:ta käytetään kliinisesti luun mineraalitiheyden arviointiin ja osteoporoosin diagnosointiin. Se mittaa luotettavasti ja tarkasti rasvan ja luuttoman rasvattoman massan määrän. DXA:ssa kaksi matalaenergistä röntgensädettä läpäisee luun ja pehmytkudoksen noin 30 cm syvyyteen. Tietokoneohjelma muodostaa röntgensäteistä mallin ihonalaisista kudoksista, laskee luun mineraalitiheyden, rasvamassan ja rasvattoman massan. DXA arvioi rasvaprosentin tarkasti verrattuna vedenalaispunnitukseen (McArdle ym. 2006, 805).

DXA erottaa tarkasti luun massan muusta massasta ja siinä voidaan myös erotella eri kehon osien koostumus tarkastelemalla haluttua aluetta. Kehossa olevan veden määrä ei vaikuta saatuihin lopputuloksiin. DXA:n etuja on myös, että tarvittaessa se laskee rasvan määrän koko kehosta eikä se ole tutkittaville epämiellyttävä. DXA:n haittapuolia on sen huono käytettävyys hyvin lihavilla tutkittavilla, sillä röntgensäde heikkenee kudoksessa nopeasti. Vaikka säteily on hyvin matalaenergistä, voidaan pienikin säteily määrä laskea haitaksi (Nord 1998).

Tutkittavien kehonkoostumusta arvioitiin myös painoindeksillä. Painoindeksillä arvioidaan kehon painoa suhteessa pituuteen. Painoindeksissä paino jaetaan pituuden neliöllä, paino

ilmoitettuna kiloina ja pituus metreinä. Korkea BMI ennustaa riskiä sairastua esimerkiksi sydän- ja verisuonitauteihin (McArdle ym. 2006, 774). BMI:ä voidaan käyttää painoluokan toteamiseen, mutta ei varsinaisesti lihavuuden diagnosoitiin ilman kehonkoostumuksen analysointia. Painoindeksin viiterajat soveltuvat 20-60 vuotiaisiin normaaliväestöön kuuluville henkilöille (Keskinen 2005; Fogelholm 2007).

Painoindeksin ja kokonaisrasvaprosentin välinen korrelaatio oli $r=,802$, joka on merkitsevä tasolla $p<.001$. Muuttujien välillä on vahva positiivinen korrelaatio. Painoindeksi ja rasvaprosentti muutettiin saman asteikollisiksi ja muodostettiin summamuuttuja ”kehonkoostumus”. Summamuuttujan avulla tutkittavien joukko jaettiin kahteen ryhmään mediaanin mukaisesti. Kehonkoostumuksen vaikutusta tarkasteltiin sekä summamuuttujalla kehonkoostumus että pelkällä rasvaprosentilla ja painoindeksillä.

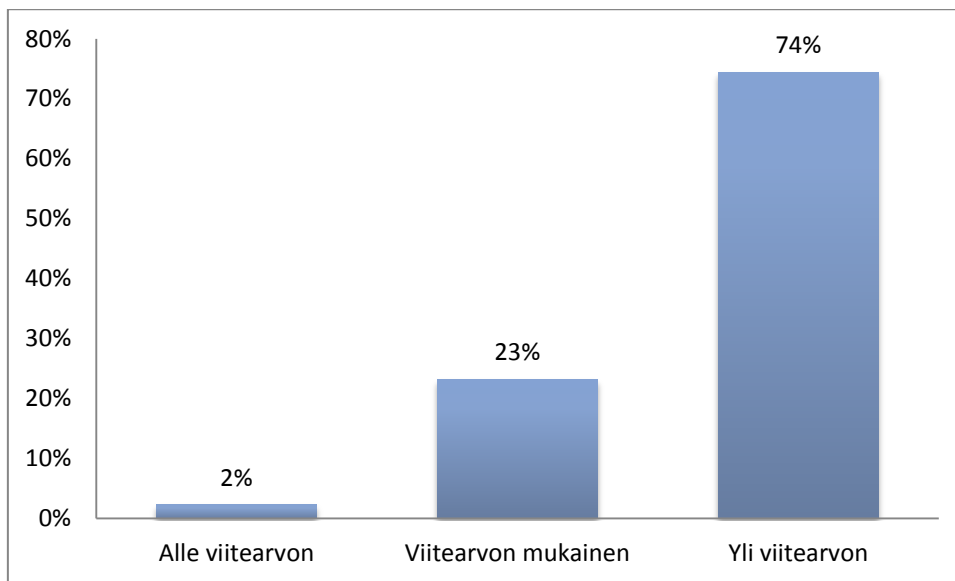
6.3 Tilastolliset menetelmät

Tutkimusjoukkoa tarkasteltiin kahdella eri tavalla. Tutkittavat jaettiin sekä kehonkoostumuksen että kestävyyskunnan perusteella kahteen ryhmään. Työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista neuropsykologisista testeistä suoriutumista arvioitiin erikseen kehonkoostumuksen ja kestävyyskunnan osalta. Testitulosten jakautumista ryhmissä tarkasteltiin pieniin aineistoihin sopivalla Shapiro-Wilkin testillä. Kehonkoostumuksen ja kestävyyskunnan korrelaatiota neuropsykologisiin testeihin tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Normaaliudesta riippuen ryhmien neuropsykologisten testien keskiarvoja vertailtiin kahden riippumattoman otoksen t-testillä tai ei-parametrisella Mann-Whitneyn U-testillä. Lisäksi muuttujien kehonkoostumus ja kestävyyskunto vaikutusta testeistä suoriutumiseen tarkasteltiin varianssianalyysillä. Varianssianalyysin tilastolliset oletukset täyttyivät vain motorista nopeutta testaavien testien kohdalla, joten taustamuuttujien vaikutuksia tutkittiin vain näissä ryhmissä. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p<.05$. Tilastollinen analyysi toteutettiin IBM SPSS Statistics 20.0-ohjelmalla.

Aineistosta löytyi aerobisen kunnan osalta yksi poikkeava havainto, eräs koehenkilö oli kävellyt selvästi muuta ryhmää heikomman tuloksen. Tämä poikkeava havainto pidettiin mukana analyysissä. Poikkeavan havainnon vaikutuksia tuloksiin tarkasteltiin jälkikäteen ja sen poistamisen vaikutuksia tutkimuksen tuloksiin on pohdinnassa kuvailtu.

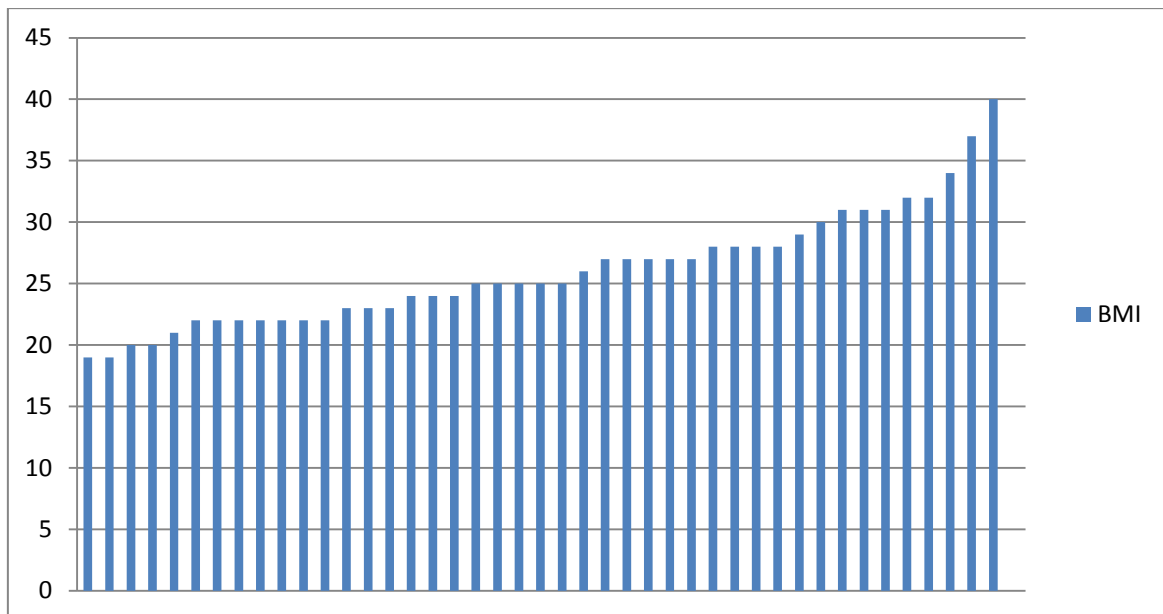
7 TULOKSET

Kuuden minuutin kävelytestissä kävelty matka vaihteli 300-785 metriä. Jokaisen koehenkilön oman ikäryhmän viitearvotaulukkoon suhteutettuna, tämä tarkoitti, että naisista 32 käveli yli oman ikäryhmänsä viitearvon pituisen matkan, 10 koehenkilöä käveli oman viitearvonsa mukaisen matkan ja vain yksi koehenkilö alitti oman ikäryhmänsä viitearvon. Prosentuaaliset osuudet on esitetty kuvassa 1. Kuuden minuutin kävelytestin viitearvotaulukko liitteenä (liite 1).

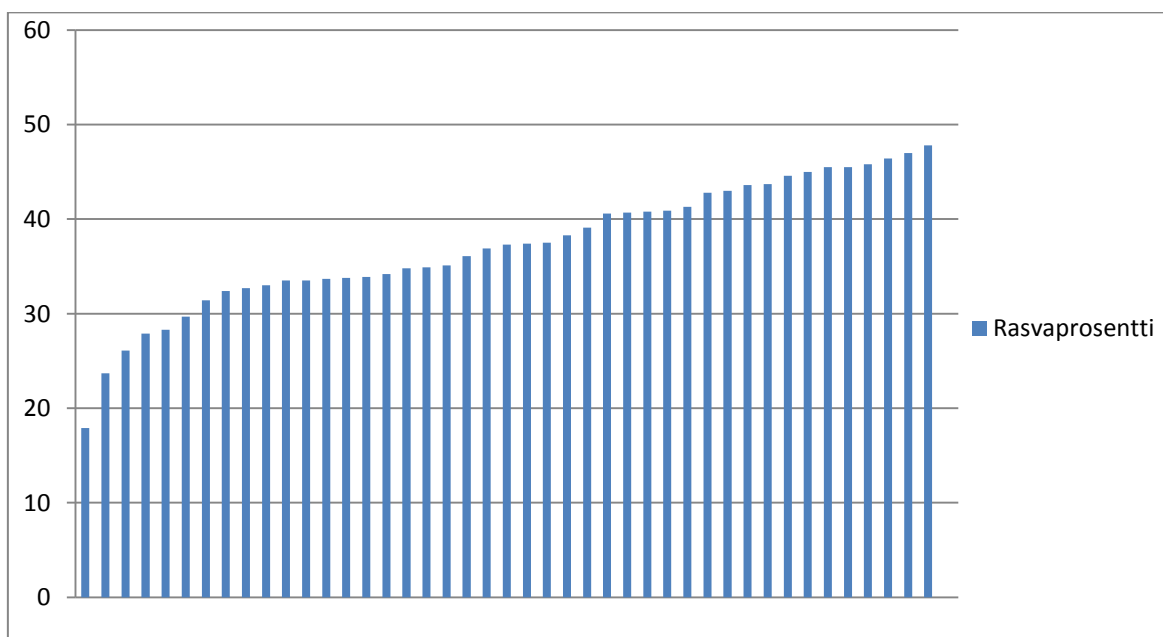


Kuva 1. Koehenkilöiden kävelytestin tulosten prosentuaaliset osuudet viitearvoihin nähden.

Kehonkoostumusta tarkasteltiin painoindeksin ja rasvaprosentin avulla sekä näistä muodostetulla summamuuttujalla. Painoindeksi vaihteli 19-40 välillä (Kuva 2.). Painoindeksin keskiarvo oli 26,06 (sd=4,6), mikä useimmissa painoindeksiluokitteluissa katsotaan olevan hieman normaalipainon yläpuolella. Rasvaprosentti vaihteli 17,8-47,8 välillä ja keskiarvo oli 37,17 (sd=6,77) (Kuva 3.). Cooper Instituten (American College of Sports Medicine 2014, 74 mukaan) rasvaprosenttien viitearvojen mukaan koehenkilöiden keskimääräinen rasvaprosentti olisi sekä 60-69- että 70-79- vuotiaiden naisten ikäryhmissä erittäin huono. Hyvän rasvaprosentin viitearvona luokitus pitää 26.6 rasvaprosenttia 70-79- vuotiaiden naisten ikäryhmässä.



Kuva 2. Koehenkilöiden painoindeksit.



Kuva 3. Koehenkilöiden rasvaprosentit.

Digit Span testien tuloksia vertailtiin Grégoiren ja Van der Lindenin (1997) tutkimuksessa saatuihin tuloksiin (liite 2). Tutkimuksessa on raportoitu saatuja testituloksia viiden vuoden ikäryhmissä, niin että jokaisessa ikäryhmässä on sata henkilöä. 65-79 vuotiaiden keskiarvo Digit Spanistä oli 5,29 ja Digit Span Backwardista 3,81. Tämän tutkimuksen koeryhmä suoriutui näihin vertailuarvoihin nähden testeistä hieman vertailuryhmää paremmin erityisesti Digit Spanin käänteistä versiota tarkasteltaessa. Koehenkilöiden keskiarvo Digit Spanistä oli

5,86 ja backward-versiosta 4,64 (taulukko 1). Letter-Number Sequencing-testistä ei ole julkisia viitearvotaulukoita saatavilla.

Tapping testissä koeryhmä suoriutui ikäryhmän viitearvoja vastaavin tuloksin. Viitearvotaulukossa 55-85 vuotiaiden ikäryhmän naputustulokset on luokiteltu koulutustason mukaisesti (liite 3). Viitearvojen mukaan dominantin käden naputusnopeus on ei-dominanttia kättä parempi, kuten myös tässä tutkimusjoukossa. Tutkittavat naputtivat dominantilla (oikealla) kädellä keskimäärin 42 kertaa ja ei-dominantilla kädellä 38 kertaa kymmenen sekunnin aikana (taulukko 1). Tulokset vastaavat saman ikäluokan (55-85 v.) alemman koulutustason viitearvoja, jotka olivat dominantille kädelle 40 ja ei-dominantille kädelle 37 naputusta kymmenessä sekunnissa (Reinvall & Poutiainen 2008).

TAULUKKO 1 Tutkimuksessa keskeisten muuttujien keskiarvot, vaihteluvälit ja keskihajonnat.

	N	ka	vaihteluväli	sd
Ikä	44	68,0	63-79	4,3
Paino (kg)	43	68,7	51,8-99,9	12,5
Pituus (cm)	43	162,2	151-175	4,9
BMI	43	26,1	19-40	4,6
Rasvaprosentti	43	37,2	17,9-47,8	6,8
Kävelytestitulok (m)	43	614,0	300-785	95,2
VO2max arvio	43	19,1	11,9-22,9	2,2
Digit Span	44	6,8	4-12	1,7
Max Digit Span	44	5,9	2-8	1,1
Digit Span Backward	44	6,4	2-12	1,6
Max Digit Backward	44	4,6	2-7	0,9
LNS	44	9,7	4-16	2,4
Max LNS	44	5,0	2-8	1,2
Tapping Left	44	37,5	27,3-46	4,6
Tapping Right	44	41,5	29,3-54,7	5,2

7.1 Aerobinen kunto ja neuropsykologisista testeistä suoriutuminen

Aerobista kuntoa tarkasteltiin oman ikäryhmän viitearvoihin nähden koehenkilöt kahteen ryhmään jaettuna. Toisessa ryhmässä olivat alle oman ikäryhmän viitearvojen tai viitearvon rajoissa kävelleet (ryhmä 1), toisessa ryhmässä ne, joiden kävelymatka ylitti oman ikäryhmän viitearvon (ryhmä 2). Korrelaatioita tarkasteltiin sekä koeryhmä kahteen ryhmään luokiteltuna Spearmanin korrelaatiokertoimella, että kävelytestissä kävellyn matkan mukaan Pearsonin korrelaatiokertoimella. Korrelaatioiden tarkastelussa ilmeni, että kävelytulos oman viitearvon mukaan korreloi kohtalaisesti Tapping testiin vasemmalla kädellä suoritettuna $r=.346$, $p=.023$. Aerobinen kunto ei korreloinut muiden neuropsykologisten testien kanssa (liite 4,5). Taulukossa 2 on esitetty keskiarvot sekä ryhmien välisten erojen p-arvot työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista testeistä näiden ryhmien mukaisesti.

Aerobista kuntoa tarkasteltiin myös kuuden minuutin kävelytestitulostulo maksimaaliseksi hapenottokyvyksi muutettuna. Ryhmien välillä ei kuitenkaan näin tarkasteltuna ollut tarpeeksi suuria eroja, eikä ryhmien vertailu ollut mielekästä. Keskiarvojen vertailussa t-testissä maksimaalisen hapenottokyvyn mukaan ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

T-testin ja Mann-Whitneyn U-testin perusteella testeissä ei pääosin ole eroja ryhmien välillä (taulukko 2). Vasemman käden naputustestissä oman ikäryhmän viitearvon mukaan tai sen alle kävelleet naputtivat 35 kertaa kymmenen sekunnin aikana, kun taas yli oman ikäryhmän viitearvon kävelleet naputtivat keskimäärin 38 kertaa. Vasemman käden Tapping testissä ero ryhmien keskiarvojen välillä on tilastollisesti merkitsevä $p=.047$. Kun poikkeava havainto poistettiin aineistosta, ei ero ollut enää tilastollisesti merkitsevä, $p=.084$. Vastaavasti oikean käden naputustestissä ryhmä 1 naputti keskimäärin 40 kertaa ja ryhmä 2 42 kertaa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

TAULUKKO 2. Aerobinen kunto ja neuropsykologisista testeistä suoriutuminen; keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin sekä ryhmien välisten keskiarvojen vertailujen p-arvo.

Testi	keskiarvo	sd	p-arvo
Digit Span	6,84	1,74	.631 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	6,73	2	
<i>Ryhmä 2</i>	6,91	1,69	
Max Digit Span	5,86	1,07	.732 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	5,64	1,43	
<i>Ryhmä 2</i>	5,94	0,95	
Digit Span Backward	6,43	1,56	.902 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	6,45	2,38	
<i>Ryhmä 2</i>	6,44	1,24	
Max Digit Backward	4,64	0,89	.691 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	4,64	1,28	
<i>Ryhmä 2</i>	4,66	0,75	
Letter-Number Sequencing	9,68	2,43	.708
<i>Ryhmä 1</i>	9,45	3,17	
<i>Ryhmä 2</i>	9,78	2,21	
Max LNS	5	1,18	.592 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	4,73	1,42	
<i>Ryhmä 2</i>	5,09	1,12	
Tapping Left	37,52	4,59	.047*
<i>Ryhmä 1</i>	35,05	4,58	
<i>Ryhmä 2</i>	38,18	4,31	
Tapping Right	41,52	5,17	.313
<i>Ryhmä 1</i>	39,99	4,2	
<i>Ryhmä 2</i>	41,81	5,36	
Ryhmä 1 (n=11)			
Ryhmä 2 (n=32)			

^a Ei-normaalisti jakautuneiden keskiarvojen vertailussa käytetty Mann-Whitneyn U-testiä,

*merkitsevä tasolla $p < .05$

Aerobista kuntoa tarkasteltaessa huomattiin, että joukossa on yksi poikkeava havainto. Yksi koehenkilö oli kävellyt kävelytuloksessa selvästi muita osallistujia heikomman tuloksen. Kun poikkeava havainto poistettiin aineistosta, hävisi vasemman käden Tapping testissä ollut tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä. Tulokset kuitenkin antavat viitteitä siitä, että aerobisella kunnolla on vaikutusta ei-dominantin käden naputusnopeuteen. Tulosten mukaan heikko aerobinen kunto ennustaisi myös heikompa ei-dominantin käden peukalon naputusnopeutta kestävyyskunnoltaan parempiin kuntoisiin nähden.

7.2 Kehonkoostumus ja neuropsykologisista testeistä suoriutuminen

Kehonkoostumusta tarkasteltiin painoindeksistä ja kokonaisrasvaprosentista muodostetulla summamuuttujalla. Summamuuttujaa käyttäen ryhmä jaettiin mediaanin kohdalla kahteen ryhmään. Ensimmäisen ryhmän painoindeksi keskiarvo oli 22,6 (sd 1,85) ja toisen ryhmän painoindeksin keskiarvo 29,7 (sd 3,65). Riippumattomien otosten t-testillä tarkasteltuna ryhmien välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < .001$). Vastaavasti kokonaisrasvaprosentin kohdalla ensimmäisen ryhmän keskiarvo oli 31,9 (sd 4,69) ja toisen ryhmän 42,7 (sd 3,21). Myös rasvaprosentin kohdalla ryhmien välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < .001$).

Kehonkoostumuksen osalta testeissä suoriutumista tarkasteltiin myös pelkän rasvaprosentin ja erikseen painoindeksin osalta. Todettiin, ettei näiden ominaisuuksien mukaan ryhmien välillä ollut eroa neuropsykologisista testeistä suoriutumisessa korrelaatioita tai keskiarvojen välisiä eroja tarkasteltaessa. Kehonkoostumuksen korrelaatiota neuropsykologisista testeistä suoriutumiseen tarkasteltiin summamuuttujalla kehonkoostumus. Kehonkoostumus ei korreloinut neuropsykologisten testien kanssa (liite 6).

TAULUKKO 3. Kehonkoostumus ja neuropsykologisista testeistä suoriutuminen; keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin sekä ryhmien välisten keskiarvojen vertailujen p-arvo.

Testi	keskiarvo	sd	p-arvo
Digit Span	6,84	1,74	.874
<i>Ryhmä 1</i>	6,82	1,62	
<i>Ryhmä 2</i>	6,9	1,96	
Max Digit Span	5,86	1,07	.627 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	5,73	1,12	
<i>Ryhmä 2</i>	6	1,05	
Digit Span Backward	6,43	1,56	.127 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	6,09	0,87	
<i>Ryhmä 2</i>	6,76	2,05	
Max Digit Backward	4,64	0,89	.060 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	4,41	0,67	
<i>Ryhmä 2</i>	4,86	1,06	
Letter Number Sequencing	9,68	2,43	.922 ^a
<i>Ryhmä 1</i>	9,73	2,45	
<i>Ryhmä 2</i>	9,81	2,38	
Max LNS	5	1,18	.607
<i>Ryhmä 1</i>	5,14	1,32	
<i>Ryhmä 2</i>	4,95	0,97	
Tapping Left	37,52	4,59	.240
<i>Ryhmä 1</i>	38,44	3,8	
<i>Ryhmä 2</i>	36,76	5,27	
Tapping Right	41,52	5,17	.868
<i>Ryhmä 1</i>	41,46	4,6	
<i>Ryhmä 2</i>	41,73	5,9	
Ryhmä 1 (n=22)			
Ryhmä 2 (n=21)			

^a Ei-normaalisti jakautuneiden keskiarvojen vertailuun käytetty Mann-Whitneyn U-testiä

Taulukossa 3 on esitelty ryhmien välisiä eroja neuropsykologisista testeissä suoriutumisessa käyttäen summamuuttujaa kehonkoostumus, jossa painoindeksi ja rasvaprosentti on yhdistettynä yhdeksi muuttujaksi. Ryhmä 1 on mediaanin alapuolella olevat, tässä ryhmässä siis ne, joiden kehonkoostumus on vähärasvaisempi ja BMI pienempi. Ryhmä 2 vastaavasti

rasvaprosenttiltaan ja painoindeksiltään mediaanin yläpuolella olevien ryhmä. T-testien perusteella ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja.

7.3 Varianssianalyysi aerobisen kunnan ja kehonkoostumuksen vaikutuksista naputusnopeuteen

Tapping testi sekä vasemmalla että oikealla kädellä olivat ainoat kaikissa ryhmissä normaalisti jakautuneet testitulokset. Aerobisen kunnan ja kehonkoostumuksen vaikutuksia Tapping testistä suoriutumiseen tarkasteltiin myös varianssianalyysillä (Taulukko 4). Varianssianalyysiä vastaava parametriton Kruskal-Wallis testi ei tarjoa keskiarvojen vertailuun lisätietoa yhdysvaikutuksista, joten se jätettiin pois analyysistä.

TAULUKKO 4. Varianssianalyysi Tapping testeistä.

Testi	Keskiarvo	sd	Aerobinen kunto p ^a	Kehonkoostumus p ^b	Aerobinen kunto x kehonkoostumus p ^c
Tapping Left	37,48	4,56	.759	.050	.016
<i>Ryhmä 1^a</i>	35,22	4,79			
<i>Ryhmä 2^a</i>	38,18	4,32			
Tapping Right	41,42	5,14	.467	.800	.661
<i>Ryhmä 1</i>	40,16	4,38			
<i>Ryhmä 2</i>	41,81	5,36			

n=43

^a F(1,38)=.095, ^b F(1,38)=4.089, ^cF(1,38)=6.404, ^aRyhmät jaoteltu kävelytuloksen mukaan niin, että ryhmässä 1 oman ikäryhmän viitearvon sisällä tai sen alle kävelleet ja ryhmässä 2 yli oman ikäryhmän viitearvon kävelleet.

Varianssien yhtäsuuruus toteutui Levenen testin mukaan molemmilla testattavilla muuttujilla. Varianssianalyysissä kehonkoostumuksella oli omavaikutus Tapping testistä vasemmalla kädellä suoriutumiseen (p=.05), lisäksi aerobisella kunnolla sekä kehonkoostumuksella oli selvä yhdysvaikutus vasemman käden Tapping testistä suoriutumiseen (p=.016). Tapping testin tulokset vaihtelevat kehonkoostumuksen ja aerobisen kunnan mukaan ei-dominantilla puolella. Oikean käden Tapping testissä ei aerobisella kunnolla tai kehonkoostumuksella ollut varianssianalyysin perusteella oma- tai yhdysvaikutusta testistä suoriutumiseen.

7.4 Yhteenveto tuloksista

Tässä pääosin ikätasoonsa nähden hyväkuntoisten naisten ryhmässä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja työmuistia arvioivista neuropsykologisista testeistä suoriutumisessa. Aerobisen kunnan osalta kävelytestissä heikommin tai paremmin suoriutuneiden välillä ei ollut eroa työmuistitesteistä suoriutumisessa. Kehonkoostumuksella ei myöskään ole tämän tutkimuksen perusteella vaikutuksia työmuistiin.

Aerobinen kunto ja kehonkoostumus sen sijaan näyttävät vaikuttavan ei-dominantin käden tahdonalaiseen motoriseen nopeuteen. Tahdonalaista motorista nopeutta arvioitiin Tapping testillä, jossa peukalon naputusnopeus mitattiin sekä oikealta, että vasemmalta. Kaikki tutkittavat olivat oikeakätisiä. Kehonkoostumuksella tai aerobisella kunnolla ei ollut vaikutusta dominantin (oikean) käden tahdonalaiseen motoriseen nopeuteen.

Korrelaatioita tarkasteltiin Spearmanin korrelaatiokertoimella koehenkilöt aerobisen kunnan mukaan kahteen ryhmään luokiteltuna. Tällä tavoin tarkasteltuna aerobisen kunnan ja ei-dominantin käden tahdonalaisen motorisen nopeuden välillä oli kohtalainen positiivinen korrelaatio ($r=.346$, $p=.023$). Parempi aerobinen kunto ennusti siis parempaa tahdonalaista motorista nopeutta ei-dominantilla puolella. Myös T-testien perusteella aerobinen kunto vaikutti vasemman käden naputusnopeuteen ($p=.047$), sillä kävelytestin perusteella parempikuntoiset koehenkilöt suoriutuivat naputustestistä paremmin. Varianssianalyysissä kehonkoostumuksella oli omavaikutus ei-dominantin käden peukalon naputusnopeuteen ($p=.05$) ja lisäksi aerobisella kunnolla ja kehonkoostumuksella oli selvä yhdysvaikutus vasemman käden Tapping testistä suoriutumiseen ($p=.016$). Varianssianalyysissä aerobisella kunnolla ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää omavaikutusta vasemman peukalon naputusnopeuteen.

Yleisesti voidaan todeta, että kaikissa ryhmissä työmuistitoiminnot olivat tutkielmassa käytettyjen neuropsykologisten testien perusteella säilyneet ikätasoon nähden viitearvojen mukaisina. Tuloksia karkeasti tarkasteltaessa aerobiselta kunnoltaan parempikuntoiset naiset olivat kuitenkin suoriutuneet työmuistitehtävistä keskiarvojen mukaan hieman heikompi-kuntoisia paremmin (taulukko 2). Kehonkoostumuksen osalta kuitenkin painoindeksiltään ja rasvaprosentiltaan suurempien koehenkilöiden ryhmä oli keskiarvojen mukaan suoriutunut hieman paremmin työmuistitesteistä muissa kuin maksimaalisessa Letter-Number Sequencing testissä (taulukko 3).

8 POHDINTA

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää aerobisen kunnon ja kehonkoostumuksen yhteyttä työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista neuropsykologisista testeistä suoriutumiseen ikääntyneillä naisilla. Aineisto liittyi terveystieteiden ja psykologian yhteishankkeeseen Neuro-Cognitive Changes in Aging. Tutkimusryhmä koostui 44 63-80-vuotiaasta naisesta. Tutkimusryhmä jaettiin aerobisen kunnon ja kehonkoostumuksen mukaan kahteen ryhmään ja ryhmien suoriutumista työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista testeistä vertailtiin. Aerobista kuntoa ja kehonkoostumusta tarkasteltiin pääosin erikseen. Tutkielmassa aerobiselta kunnoltaan sekä kehonkoostumukseltaan kahden erilaisen ryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja työmuistia testaavista neuropsykologisista testeistä suoriutumisessa. Aerobinen kunto ja kehonkoostumus sen sijaan vaikuttivat ei-dominantin käden motoriseen nopeuteen.

Tässä tutkimuksessa on monenlaisia vaikutusuhteita useisiin eri suuntiin, jotka voivat sekoittavina tekijöinä vaikuttaa myös tutkimuksen luotettavuuteen. Kestävyyskunto on riippuvainen fyysisen aktiivisuuden määrästä ja fyysisen aktiivisuuden voidaan myös olettaa vaikuttavan kehonkoostumukseen. Fyysisen aktiivisuuden on todettu olevan yhteydessä myös kognitiivisiin toimintoihin sekä motorisiin taitoihin. Kehonkoostumuksen vaikutus kognitioon ei ole aivan niin selvä ja tutkimuksissa havaittujen yhteyksien suunta on epäselvä; vaikuttavatko heikot kognitiiviset taidot kehonkoostumukseen vai päinvastoin. Lisäksi voi olla mahdollista, että fyysisesti aktiivisemmat ikääntyneet ovat myös sosiaalisesti aktiivisempia, kuin fyysisesti inaktiiviset ikääntyneet. Myös sosiaalisilla suhteilla on yhteys kognitiivisten toimintojen säilymiseen (Tiikkainen 2013).

Testiaineiston perusteella kävelytestin ja kehonkoostumuksen välillä oli voimakas negatiivinen korrelaatio ($r=-.397$, $p=.009$). Suurempi kehonkoostumus ennusti siis heikompa suoriutumista kuuden minuutin kävelytestissä. Tutkimuksissa fyysisesti aktiivisempien riski lihomiseen on pienempi kuin fyysisesti inaktiivisilla henkilöillä (Käypä Hoito- suositus, liikunta 2012). Fyysisesti aktiivisemmat ovat todennäköisesti rasvaprosenttiltaan ja painoindeksiltään pienempiä ja myös heidän aerobinen kuntosaa on todennäköisesti parempi. Näin ollen tässä tutkimuksessa on mahdollista, että kestävyyskunnoltaan parempikuntoiset koehenkilöt olivat myös kehonkoostumukseltaan pienempiä, mikä voisi selittää myös

varianssianalyysin tilastollisesti merkitsevää aerobisen kunnon ja kehonkoostumuksen yhteisvaikutusta.

8.1 Kestävyyskunto, työmuisti ja motorinen nopeus

Tässä tutkimuksessa fyysisesti parempikuntoisten naisten motorinen nopeus oli ei-dominantin käden peukalonaputus testissä parempi kuin heikompikuntoisella ryhmällä. Tilastollisesti merkitsevää eroa ei kuitenkaan ollut dominantin käden naputusnopeudessa. Tutkimuksissa on osoitettu, että fyysisesti aktiivisemmat naiset eivät lähivuosina kärsi kognitiivisesta heikkenemisestä yhtä usein kuin passiiviset (Kramer ym. 2005). Motorinen hidastuminen taas saattaa edeltää kognitiivisten toimintojen heikkenemistä ja on tärkeä kognitiivisen toimintakyvyn ennustaja (Austin ym. 2011). Kävelytestissä yli oman ikäryhmän viitearvon suoriutuneiden ryhmä suoriutui myös työmuistitesteistä keskiarvoja karkeasti vertailtuna hieman paremmin. Ryhmien välillä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä eroja työmuistitesteistä suoriutumisessa. Fyysinen aktiivisuus ja parempi kestävyyskunto on kuitenkin saattanut olla vaikuttamassa sekä parempaan motoriikkaan, että myös työmuistin säilymiseen toista ryhmää parempana.

Harjoittelun vaikutusmekanismeista kognitiivisiin toimintoihin on esitetty erilaisia hypoteeseja. Fratiglionin ja kumppaneiden (2004) kirjallisuuskatsauksessa fyysisen aktiivisuuden vaikutuksista kognitioon ja dementian esiintymiseen esitetään kolme erilaista hypoteesia. Ensimmäisen hypoteesin mukaan fyysinen aktiivisuus ja harjoittelu vaikuttavat aivojen ei-neuraalisiin komponentteihin lisäten esimerkiksi aivojen hapensaantia, mikä johtaa kognitiivisen kapasiteetin kasvuun. Toisen hypoteesin mukaan harjoittelu vähentää riskiä sairastua sydän- ja verisuonitauteihin, jotka ovat merkittäviä dementian riskitekijöitä. Kolmas, niin sanottu stressihypoteesi ehdottaa, että harjoittelun stressiä vähentävä vaikutus vaikuttaa positiivisesti myös kognitioon (Fratiglioni ym. 2004, van Uffelen ym. 2008).

Aoki ja Fukuoka (2010) tutkivat naputusnopeutta eri ikäryhmissä ja totesivat, että sormien motorinen toiminta hidastui ikääntymisen myötä. Sormien motoriikan hidastumisen syyksi he ehdottavat käden ja käsivarren lihasten toiminnallisten ominaisuuksien heikentymistä iän myötä. Tutkimuksessa iän vaikutus näkyi kuitenkin vain naputusnopeudessa, ei niinkään sormien puristusvoimassa. Aokin ja Fukuokan mukaan on mahdollista, että keskushermoston

toiminnassa tapahtuneet ikääntymismuutokset ovat syynä naputusnopeuden hidastumiseen. Tässä tutkimuksessa kuuden minuutin kävelytestissä paremmin ikäryhmäänsä nähden suoriutuneet naputtivat ei-dominantilla puolella merkitsevästi toista ryhmää paremman tuloksen. Aokin ja Fukuokan hypoteesien perusteella voi olla mahdollista, että tässäkin tutkimuksessa fyysisesti parempi kuntoisten käden toiminnallinen lihaskunto voisi olla ikääntymisen myötä paremmin säilynyt, mikä näkyy tilastollisesti merkitsevänä erona ei-dominantin käden naputusnopeudessa eri kuntoluokkien välillä. Toisena syynä tilastollisesti merkitseviin eroihin voisi olla myös parempi hermoston toimintakyky fyysisesti aktiivisemmilla ja parempi kuntoisilla (Aoki & Fukuoka 2010).

Ikääntyessä motorinen toiminta heikkenee monien tekijöiden ja mekanismien vaikutuksesta. Niihin kuuluvat muskuloskeletaalisien rakenteiden lisäksi keskus- ja perifeerisen hermoston viestin välityksen hidastuminen sekä proprioseptiikka. Tutkimuksissa on osoitettu, ettei motorisella aivokuorella tapahdu neuronikatoa ikääntyessä. Valkeassa aineessa tapahtuvat muutokset voivat kuitenkin vaikuttaa viestinvälitykseen keskushermostossa. Näiden muutosten vaikutukset voivat aiheuttaa muutoksia yksinkertaisissakin motorisia toimintoja vaativissa tehtävissä, kuten sormen naputusnopeudessa (Ward 2006). Tutkimuksissa on myös osoitettu, että kuuden kuukauden aerobinen harjoittelu lisäsi valkean aineen määrää aivojen etuosissa sekä harmaan aineen määrää useilla aivoalueilla (Kramer ym. 2005). Myös Colcombe kollegoineen (2006) totesi tutkimuksessaan sekä valkean että harmaan aivoaineksen lisääntyneen merkittävästi aerobisen harjoittelun seurauksena ja tulokset osoittivat, että kardiovaskulaarinen kunto liittyy myös aivokudoksen säilymiseen ikääntyneillä.

Fyysinen aktiivisuus ja kestävyyskunto ovat riippuvaisia toisistaan (Kallinen & Kujala 2013). Tämän riippuvuussuhteen perusteella voidaan kuuden minuutin kävelytestissä suoriutuneiden olettaa olevan vapaa-ajallaan fyysisesti aktiivisempia, kuin heikommin testissä suoriutuneiden. Harjoittelun seurauksena tapahtuvat muutokset aivojen valkeassa aineessa voivat vaikuttaa motorisiin toimintoihin, kuten sormen naputusnopeuteen (Kramer ym. 2005; Ward 2006). Tämän perusteella on mahdollista, että tilastollisesti merkitsevään eroon ei-dominantin käden peukalon naputusnopeudessa parempi- ja heikompi-kuntoisten välillä voisi vaikuttaa esimerkiksi erot aivojen valkeassa aineessa. Erojen todentamiseksi aivojen kuvantaminen olisi kuitenkin tarpeen.

Erickson ja kumppanit (2011) osoittivat randomoidussa kontrolloidussa tutkimuksessaan että vuoden aerobinen harjoittelujakso kasvatti hippokampuksen etuosien kokoa keskimäärin 2% ikääntyneillä aikuisilla. Lisäksi harjoitteluryhmän muistitoiminnoissa tapahtui paranemista. Ikääntyneillä aikuisilla, joilla ei ole dementiaa hippokampuksen volyymikoko pienee 1-2% vuodessa, mikä lisää riskiä kognitiivisten toimintojen heikentymiseen. Hippokampuksen koon kasvu on yhteydessä myös seerumin korkeampaan aivoperäisen hermokasvutekijän (BDNF) pitoisuuteen. BDNF on tärkeä hermosolujen uusiutumiseen vaikuttava tekijä, korkeammat BDNF-pitoisuudet ovat tutkimuksissa olleet yhteydessä parempiin oppimis- ja muistitoimintoihin. RCT-tutkimuksessa kontrolliryhmäläisten hippokampuksen volyymikoko pieneni. Pienentyminen oli vähäisempää niillä kontrolliryhmäläisillä, joiden aerobinen kunto oli lähtötilanteessa parempi. Nämä löydökset viittaavat siihen, että harjoittelu suojaa hippokampuksen volyymikoon pienenemiseltä ja siten suojaa kognitiivisten toimintojen heikentymiseltä (Erickson ym. 2011).

Eläinkokeissa on harjoittelun todettu lisäävän tärkeitä neurokemikaaleja, jotka vaikuttavat aivojen plastisuuteen ja neuronien säilymiseen. Näitä ovat esimerkiksi aivoperäinen hermokasvutekijä (BDNF), insuliininkaltainen kasvutekijä 1 (IGF-1), serotoniini sekä vähentynyt kortikosteroidi taso (Kramer ym. 2005). BDNF:n määrä lisääntyy paitsi harjoittelun, myös hormonikorvaushoidon seurauksena (Kramer & Erickson 2007). IGF-1 on tärkeä neuronien kasvuun ja erikoistumiseen liittyvä hormoni, jonka määrä lisääntyy erityisesti vasteena voimaharjoitteluun. Kramerin ja kumppaneiden (2005) meta-analyysin mukaan aerobinen harjoittelu yhdistettynä voimaharjoitteluun vaikutti kognitioon positiivisemmin kuin pelkkä aerobinen harjoittelu. IGF-1 saattaa olla pääsyy tähän (Kramer ym. 2005). Tutkimuksissa myös lisääntyneellä dopamiinitasolla sekä insuliiniherkkyydellä on selitetty fyysisen aktiivisuuden vaikuttavuutta kognitiivisiin toimintoihin (Dore ym. 2008). Tässä tutkimuksessa ei huomioitu, minkälaisia liikuntaharrastuksia ikääntyneillä oli, eikä harjoittelun vaikutuksista esimerkiksi hormonitasoihin voida tehdä johtopäätöksiä.

Myös tutkittavien harjoittelutaustalla ennen ikääntymistä voi olla vaikutusta kognitiivisiin toimintoihin. Tutkimuksissa elämänsä aikana aktiivisesti liikuntaa harrastaneet ovat suoriutuneet paremmin esimerkiksi päättelykykyä ja työmuistia vaativista tehtävistä (Churchill ym. 2002). Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ollut selvittää harjoittelun vaikutuksia kognitiivisiin toimintoihin, vaan verrata kestävyyskunnoltaan eritasoisten ikääntyneiden naisten suoriutumista työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista testeistä. On

kuitenkin mahdollista, että myös aiempi fyysinen aktiivisuus on selittämässä ryhmien välisiä eroja esimerkiksi sormen naputusnopeudessa.

Kestävyysharjoittelulla voidaan parantaa aerobista kuntoa sekä lisätä aivojen verenkiertoa ja hapensaantia (Kara ym. 2004; Kramer ym. 2006; Smith ym. 2010; Erickson ym. 2011). Valmistauduttaessa liikkeeseen ja liikkeen aikana aivojen verenkierto lisääntyy aivokuorella (Kolb & Whishaw 2009, 225). Kuuden minuutin kävelytestissä paremmin suoriutuneiden voidaan kestävyyskunnan ja fyysisen aktiivisuuden riippuvuussuhteeseen perustuen olettaa olleen myös fyysisesti aktiivisempia. Aivoalueiden lisääntynyt verenkierto fyysisen aktiivisuuden ja harjoittelun seurauksena saattaisi myös olla selittämässä eroja ei-dominantin käden motorisessa nopeudessa.

Fyysisen harjoittelun vaikutusmekanismeista kognitiivisiin toimintoihin on erilaisia teorioita, mutta tutkimusnäyttö mekanismeihin liittyen on vielä vähäistä. Myös tässä tutkimuksessa selittäviä tekijöitä ei-dominantin käden naputusnopeudessa löytyneisiin eroihin voi olla useita. Fyysinen aktiivisuus saattaa lisäksi olla selittävänä tekijä sekä kestävyyskunnan että kehonkoostumuksen kohdalla.

8.2 Kehonkoostumus, työmuisti ja motorinen nopeus

Kehonkoostumuksen osalta selviä tilastollisesti merkitseviä eroja ei työmuistin osalta löytynyt, mutta aineistossa oli viitteitä kehonkoostumuksen vaikuttavuudesta työmuistiin ja muistijäljen pituuteen maksimaalisen Digit Span Backward-testin tuloksissa. Painoindeksin ja Digit Span Backward-testin välinen korrelaatio oli $r=.286$, $p=.070$. Lisäksi samaisen testin osalta summamuuttujaa kehonkoostumus käytettäessä oli keskiarvojen vertailussa Mann-Whitneyn U-testillä merkitsevyystaso $p=.060$. Vertailussa painoindeksiltään ja rasvaprosentiltaan suuremmat koehenkilöt suoriutuivat testistä pienempiä koehenkilöitä paremmin.

Digit Span Backward-testin korrelaatiot ja Mann-Whitneyn U-testi antavat viitteitä siitä, että kehonkoostumukseltaan mediaanin yläpuolella olevat suoriutuivat testistä paremmin ja suurempi kehonkoostumus ennusti parempaa suoriutumista kyseisessä testissä. Digit Span Backwardissa numerosarja toistetaan esittämisjärjestykseen nähden päinvastaisessa järjestyksessä, mikä vaatii testattavalta enemmän kognitiivisia ponnisteluja kuten

keskittymiskykyä ja tarkkuutta, kuin numerosarjan toistaminen kuullussa järjestyksessä (Shelton ym. 2009; Stanek ym. 2013).

Kehonkoostumukseltaan mediaanin yläpuolella eli painoindexiltään ja rasvaprosenttiltaan suuremmat naiset suoriutuivat keskiarvojen vertailuissa työmuistitesteistä pienempiä naisia hieman paremmin. Kehonkoostumuksen osalta testeistä suoriutumisessa ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Smith ja kumppanit (2011) toteavat kirjallisuuskatsauksessaan, että 72 ikävuoden jälkeen lievä ylipaino saattaa olla kognitiivisia toimintoja suojaava tekijä. Syyksi he ehdottavat miehillä suuremman rasvakudoksen mukana tulevia korkeampia testosteronimääriä tai korkeampia leptiinitasoja (Smith ym. 2011).

Lihavuuden vaikutuksista kognitiivisiin toimintoihin on vahvinta näyttöä erityisesti toiminnanohjaukseen liittyvien toimintojen osalta. Toiminnanohjaus liittyy myös motorisiin toimintoihin sekä työmuistiin (Kramer ym. 2006). Tutkimuksissa on ollut viitteitä siitä, että heikot toiminnanohjauksen ja motoriset taidot olisivat riskitekijä korkealle painoindexille (Gunstad ym. 2007; Smith ym. 2011). Gunstadin ynnä muiden toisessa tutkimuksessa kehonkoostumuksen ja toiminnanohjauksen väliltä ei löytynyt yhteyttä. Lisäksi kehonkoostumukseltaan suuremmat koehenkilöt suoriutuivat paremmin tarkkaavuutta, psykomotorista nopeutta ja visuospatiaalisia taitoja arvioivista tehtävistä (Gunstad ym. 2010). Tässä tutkimuksessa kehonkoostumukseltaan pienemmät henkilöt naputtivat Tapping testissä ei-dominantilla kädellä paremman tuloksen kuin suuremmat koehenkilöt. Tässä voisi olla lisää viitteitä heikompien motoristen taitojen ja korkeamman painoindexin välisistä yhteyksistä, mutta yhteyden suuntaa ei tämän tutkimuksen perusteella pystytä arvioimaan. Tulokset tukevat myös Stanekin ja kumppaneiden (2013) tutkimustuloksia, jossa suurempi kehonkoostumus ennusti heikompaan motorista suoriutumista naputustestillä arvioituna sekä dominantilla että ei-dominantilla puolella.

Lihavuus ei suoraan vaikuta kognitioon, vaan siihen liittyvät tekijät vaikuttavat aivojen toimintaan ja sitä kautta myös kognitioon. Tutkimuksissa on ehdotettu, että lihavuudesta aiheutuvat kardiovaskulaariset riskitekijät ja sairaudet vaikuttavat myös kognitioon. Tämän perusteella lihavuus yksin ei vaikuta kognitiivisten toimintojen heikkenemiseen. Kognitiivisiin toimintoihin on ajateltu vaikuttava rasvakudoksen määrä ja jakaantuminen, kohonnut triglyseriditaso ja heikentynyt insuliininsäätelykyky (Chan ym. 2013). Tässä tutkimuksessa ei huomioitu esimerkiksi suuren rasvaprosentin ja painoindexin seurauksena

esiintyneitä kardiovaskulaarisia riskitekijöitä, jotka voivat kirjallisuuden perusteella myös selittää muutoksia kognitiivisissa toiminnoissa.

Kehonkoostumukseen ja kognitioon liittyvissä tutkimuksissa fyysinen aktiivisuus on tärkeä selittävä muuttuja. Kehonkoostumuksen vaikutuksia kognitioon tutkittaessa tulisi fyysisen aktiivisuuden taso vakioida, sillä fyysinen aktiivisuus on tärkeä kognitioon vaikuttava tekijä (Dore ym. 2008). Mahdollista on myös, että fyysinen aktiivisuus vaikuttaa kognitiivisiin toimintoihin välillisesti kehon rasvamäärää pienentämällä (Chan ym. 2013). Tässä tutkielmassa kehonkoostumusta tarkasteltaessa fyysisen aktiivisuuden tasoa ei huomioitu. Fyysinen aktiivisuus saattaa osaltaan selittää kehonkoostumustumuksen vaikutuksia motoriseen nopeuteen.

8.3 Tutkimuksen luotettavuus, vahvuudet ja heikkoudet

Tutkimuksen otoskoko oli pieni, mikä saattoi vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen. Erityisesti ryhmien välisessä vertailussa varsinkin kestävyyskunnan osalta ryhmät jäivät varsin pieniksi (n=11 ja n=22). Sekä kestävyyskunnan että kehonkoostumuksen osalta ryhmiin jako saattoi vaikuttaa luotettavuuteen paitsi otoskoon myös ryhmien välisten pienten erojen vuoksi.

Aerobisen kunnan puolesta tutkimusryhmä oli varsin hyväkuntoista eikä tutkittavien välillä ollut suuria eroja. Tämä hankaloitti tutkimusryhmän jakamista heikompi ja parempikuntoisiin. Heikommassa ryhmässä olleet kävelivät kävelytestissä oman ikäryhmän viitearvon mukaisen kävelytuloksen yhtä henkilöä lukuunottamatta. Voidaankin todeta, ettei tutkimusryhmässä ollut ikäisekseen heikkokuntoisia koehenkilöitä.

Aiemmissa tutkimuksissa ei selvästi ole osoitettu kehonkoostumuksen yhteyttä kognitiivisiin toimintoihin. Tässä tutkimuksessa kehonkoostumuksella ei ollut vaikutusta työmuistiin. Kehonkoostumus sen sijaan vaikutti ei-dominantin käden peukalon tahdonalaiseen motoriseen nopeuteen. Tämänkään ominaisuuden osalta tutkimusasetelma ja ryhmiin jako ei välttämättä ollut paras mahdollinen. Koehenkilöiden painoindeksistä ja rasvaprosentista muodostettiin summamuuttuja, jonka avulla ryhmä jaettiin mediaanin kohdalla kahtia ja näitä kahta ryhmää verrattiin neuropsykologisista testeistä suoriutumisessa. Ensimmäisen ryhmän viimeisen ja toisen ryhmän ensimmäisen koehenkilön välinen ero on näin ollen varsin pieni. Erilaisia

tuloksia olisi mahdollisesti saatu esimerkiksi asetelmalla, jossa toisessa ryhmässä olisi selvästi kehonkoostumukseltaan pienen painoindeksin ja rasvaprosentin omaavat henkilöt ja toisessa vastaavasti suuret, runsasrasvaiset koehenkilöt.

Koeryhmän rekrytointi tapahtui ikääntyneiden yliopiston tapahtumassa, missä voidaan olettaa käyvän fyysisesti, älyllisesti ja sosiaalisesti aktiivisia ikääntyneitä. Fyysisen aktiivisuuden lisäksi myös aktiivinen elämäntapa sisältäen älyllisiä ja sosiaalisia virikkeitä ylläpitää kognitiivisia toimintoja (Fratiglioni ym. 2004; Davenport ym. 2012). Mielenkiintoista olisi verrata näitä hyväkuntoisia ja aktiivisia ikääntyneitä tutkittujen ominaisuuksien osalta selvästi heikkokuntoisempiin ikääntyneisiin, jolla olisi jo mahdollisesti liikkumisen tai kognition heikentymää.

BMI:n käyttö kehonkoostumuksen arviointiin ei ikääntyneillä ole välttämättä yhtä luotettavaa kuin nuoremmilla. Rasvattoman massan pienentyminen ja rasvamassan lisääntyminen iän myötä eivät välttämättä ikääntymisen myötä anna oikeaa kuvaa kehonkoostumuksesta. Lisäksi kehonkoostumuksen ja kognitiivisten toimintojen välisten yhteyksien tulkintaa voi hankaloittaa sekin, että ikääntyneillä painon pienentyminen voi johtua kognitiivisten toimintojen heikentymisestä kun ei esimerkiksi muisteta syödä (Smith ym. 2011). Tässä tutkimuksessa painoindeksin lisäksi kehonkoostumuksen arviointiin käytettiin rasvaprosenttia. Työmuistia ja motorista nopeutta arvioivista testeistä suoriutumista arvioitiin näistä muodostetulla summamuuttujalla sekä yksin painoindeksin ja rasvaprosentin avulla. Kehonkoostumusta on tutkimuksessa tarkasteltu monella tapaa, mikä lisää luotettavuutta kehonkoostumuksen vaikutuksia kognitioon ikääntyneillä arvioitaessa.

Tutkimuksessa käytettyjen neuropsykologisten testien luotettavuutta ja erityisesti sitä, mitä ominaisuuksia ne todella mittaavat, on tutkimuksissa pohdittu. Esimerkiksi Digit Span ja Letter-Number Sequencing-tehtävistä on tutkimuksissa pohdittu, mittaavatko ne samaa asiaa eli työmuistia. Crowe (2000) totesi tutkimuksessaan Letter-Number Sequencing-testin arvioivan työmuistia ja huomiointikykyä. Digit Spanien kohdalla on esitetty, että Forward-versio arvioisi lyhytkestoista muistia ja Backward-versio työmuistia (Bowden ym. 2013). Myös Lezak ja kumppanit (2004) toteavat, että tutkijasta riippuen Digit Span testien tulokset voidaan tulkita joko tarkkaavaisuutta tai työmuistia kuvaaviksi.

Tutkimuksia, joissa olisi tutkittu sekä kestävyyskunnan että kehonkoostumuksen vaikutuksia kognitiivisiin toimintoihin on vähän (esim. Chan ym. 2013). Tässä tutkimuksessa tutkittiin näiden kahden ominaisuuden vaikutuksia spesifisti työmuistia ja motorista nopeutta

arvioivista testeistä suoriutumiseen. Useissa aiemmissä tutkimuksissa fokuksena on ollut laajemmin kognitiiviset toiminnot. Tämä tutkimus on toteutettu uudeltaisesta näkökulmasta keskittyen tarkasti määriteltyihin kognitiivisten toimintojen osa-alueisiin.

Aineiston analyysissä löytyi aerobisen kunnon osalta poikkeava havainto. Yksi koehenkilö oli kävellyt muuta koeryhmää selvästi heikomman tuloksen kuuden minuutin kävelytestissä. Poikkeavan havainnon poistaminen aineistosta muutti analyysin tuloksia. Poikkeavan havainnon poistamisen myötä aerobisen kunnon vaikutus ei-dominantin käden tahdonalaiseen motoriseen nopeuteen ei ollut enää selvä. Heikommin kävelytestistä suoriutuneen puoliskon vasemman käden naputusnopeuden keskiarvo oli ennen poikkeavan havainnon poistamista 35,05 (sd 4,58) ja poikkeavan havainnon poistamisen jälkeen 35,35 (sd 4,71).

T-testissä ryhmien keskiarvojen välinen ero ei ollut enää tilastollisesti merkitsevä ($p=0.084$). Korrelaatioita tarkasteltaessa poikkeavan havainnon poistamisen jälkeen Spearmanin korrelaatiokertoimella ryhmät oman ikäryhmän viitearvojen mukaan kahteen ryhmään luokiteltuna korrelaatio oli $r=0.291$, $p=0.062$. Varianssianalyysissä kehonkoostumuksen omavaikutus ($p=0.063$) jäi lähelle tilastollista merkitsevyyttä ja aerobisen kunnon sekä kehonkoostumuksen yhdysvaikutus oli poikkeavan havainnon poistamisenkin jälkeen tilastollisesti merkitsevä ($p=0.021$).

Poikkeavan havainnon vaikutuksista tuloksiin voisi päätellä, että mikäli ryhmien välillä olisi ollut selvempiä eroja kestävyyskunnossa, olisivat tulokset mahdollisesti selvemmin viitanneet siihen, että hyvä kestävyyskunto ennustaa parempaa suoriutumista ei-dominantin käden tahdonalaisessa motorisessa nopeudessa. Mielenkiintoista olisi tietää esimerkiksi, minkälaisia tuloksia saisi koeryhmällä joka olisi mahdollista jakaa aerobisen kunnon mukaan kahteen ryhmään niin, että toinen ryhmä olisi kävellyt alle oman ikäryhmänsä viitearvojen ja toinen ryhmä yli oman ikäryhmänsä viitearvojen kuuden minuutin kävelytestissä.

Tutkimuksessa noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkittavien tietoja käsiteltiin täysin anonymisti, eivätkä yksittäiset tutkittavat ole tunnistettavissa. Tutkija tunnusti työssään muiden tutkijoiden osuuden viittaamalla asianmukaisesti lähteinä käytettyihin tutkimusraportteihin. Tutkimustyötä tehtiin tarkkuudella ja huolellisuudella. Myös tulosten raportoinnissa noudatettiin avoimuuden ja huolellisuuden periaatteita.

8.4 Jatkotutkimusehdotukset

Jatkossa olisi mielenkiintoista selvittää erityisesti, miten kehonkoostumus ja aerobinen kunto vaikuttaisivat työmuistiin ja motoriseen nopeuteen tutkimusryhmässä, jossa ryhmien väliset erot olisivat selvempiä. Sekä kehonkoostumuksen, että aerobisen kunnan osalta on ristiriitaista tutkimusnäyttöä niiden vaikutuksista kognitioon. Tutkimusasetelmaa hankaloittavat ikääntyneiden kohdalla mahdolliset diagnosoimattomat muistisairaudet tai ikääntymisen myötä tapahtunut kognitiivinen heikentyminen, jotka tulisi selvittää, ennen tutkimusryhmään hyväksymistä.

Jatkossa ominaisuuksien vaikutuksia voisi tutkia myös fyysisesti eritasoisesti aktiivisilla ikääntyneillä. Mielenkiintoinen asetelma olisi myös verrata lihasvoima- tai kestävyysharjoittelun tai näiden yhdistelmän vaikutuksia työmuistiin ja muihin kognitiivisiin toimintoihin. Lisäksi harjoittelun annos-vastesuhdetta kognitiivisiin toimintoihin verrattuna tulisi selvittää optimaalisen harjoittelutason selvittämiseksi. Annos-vaste-suhteen osalta tulisi selvittää edullisin harjoittelumuoto sekä harjoittelukerran kesto ja intensiteetti, jolla olisi parhaat vaikutukset kognitioon ja aivoihin (Kramer ym. 2005).

Motorisen nopeuden osalta myös erilaisten harjoittelumuotojen vertailu Tapping testin tuloksissa olisi mielenkiintoista. Erilaisilla harjoittelumuodoilla saadaan erilaisia harjoittelutuloksia ja olisi mielenkiintoista tietää, mikä näistä on käden tahdonalaisen motorisen nopeuden kannalta edullisin. Lisäksi jatkossa voitaisiin selvittää spesifin käden lihasten nopeus- ja voimaominaisuuksien harjoittelun vaikutuksia Tapping testin tuloksiin. Asetelmassa voitaisiin verrata harjoittelun vaikutuksia eri sormien naputusnopeuteen. Naputusnopeuden korrelaatiota voitaisiin tutkia myös käden ja sormien puristusvoimaan nähden.

Lisää tutkimusta tarvitaan myös BMI:n käytöstä ikääntyneiden kehonkoostumuksen arvioinnissa. Kehonkoostumuksen vaikutuksista kognitiivisiin toimintoihin on osin ristiriitaisiakin tutkimustuloksia ja lisää tutkimusta tarvittaisiin osoittamaan ainakin yhteyden suunta ja ne kognition osa-alueet, joihin kehonkoostumuksella on vaikutusta. Lisäksi painonpudotuksen vaikutuksesta kognitiivisiin toimintoihin tarvittaisiin laadukkaita tutkimuksia. Mielenkiintoista olisi myös selvittää, vaikuttaa rasvan erilainen jakautuminen kehossa eri lailla kognitiivisiin toimintoihin, toisin sanoen onko vyötärö- tai lantiolihavien kognitiivisessa toimintakyvyssä eroja.

8.5 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen perusteella sekä kestävyyskunto että kehonkoostumus vaikuttavat ei-dominantin käden motoriseen nopeuteen tilastollisesti merkitsevästi. Kestävyyskunnoltaan parempi kuntoiset ja rasvaprosentin sekä painoindeksin mukaan pienempien koehenkilöiden motorinen nopeus oli ei-dominantilla puolella paremmin säilynyt. Hyvä kestävyyskunto ja kehonkoostumus ovat tämän tutkimuksen perusteella motorisen nopeuden säilymiseen vaikuttavia tekijöitä. Motorisen nopeuden hidastuminen saattaa edeltää muiden kognitiivisten toimintojen heikkenemistä iäkkäillä. Tästä yhteydestä sekä kestävyyskunnan ja kehonkoostumuksen vaikutusmekanismeista iäkkäiden tahdonalaiseen motoriseen nopeuteen tarvitaan lisätutkimusta.

Tässä tutkimuksessa kestävyyskunnolla tai kehonkoostumuksella ei ollut tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia työmuistia arvioivista neuropsykologisista testeistä suoriutumiseen ikääntyneillä naisilla. Tutkimuksessa kestävyyskunnoltaan parempikuntoiset ikääntyneet naiset suoriutuivat työmuistitesteistä heikompikuntoisia hieman paremmin, vaikka erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Fyysinen aktiivisuus on edullinen keino ylläpitää ja edistää ikääntyneiden kognitiivista suorituskykyä ja myös tämän tutkimuksen perusteella harjoittelua voidaan suositella paitsi fyysisen, myös kognitiivisen toimintakyvyn ylläpitämiseksi. Tässä tutkimuksessa painoindeksiltään ja rasvaprosentiltaan suuremmat naiset suoriutuivat työmuistitesteistä pienempiä koehenkilöitä paremmin, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Lisää tutkimustietoa tarvitaan suuremman kehonpainon mahdollisesti kognitiivisia toimintoja suojaavista mekanismeista ikääntyneillä.

LÄHTEET

- American College of Sports Medicine. 2014. ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9. painos. Lippincott Williams & Wilkins.
- Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar HJJ, Aleman A & Vanhees L. 2008. Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment (Review). The Cochrane Library 3, 1-73.
- Aoki T & Fukuoka Y. 2010. Finger Tapping Ability in Healthy Elderly and Young Adults. Med. Sci. Sports Exerc 42 (3), 449-455.
- Austin D, Jimison H, Hayes T, Mattek N, Kaye J & Pavel M. 2011. Measuring motor speed through typing: a surrogate for the finger tapping test. Behav Res 43, 903-909. doi:10.3758/s13428-011-0100-1.
- Bowden SC, Petrauskas VM, Bardenhagen FJ, Meade CE & Simpson LC. 2013. Exploring the Dimensionality of Digit Span. Assessment 20 (2), 188-198.
- Brubacher D, Monsch AU & Stähelin HB. 2004. Weight change and cognitive performance. International Journal of Obesity 28, 1163-1167.
- Chan JSY, Yan JH & Payne VG. 2013. The impact of obesity and exercise on cognitive aging. Frontiers in Aging Neuroscience 7 (5), 1-8. doi:10.3389/fnagi.2013.00097.
- Christianson MK & Leathem JM. 2004. Development and Standardisation of the Computerised Finger Tapping Test: Comparison with other finger tapping instruments. New Zealand Journal of Psychology 33 (2), 44-49.
- Churchill JD, Galvez R, Colcombe S, Swain RA, Kramer AF & Greenough WT. 2002. Exercise, experience and the aging brain. Neurobiology of Aging 23, 941-955.
- Colcombe S & Kramer AF. 2003. Fitness Effects on the Cognitive Function of Older Adults: A Meta-Analytic Study. Psychological Science 2 (14), 125-130.
- Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L & Kramer AF. 2006. Aerobic Exercise Training Increases Brain Volume in Aging Humans. Journal of Gerontology: Medical Sciences 61A (11), 1166-1170.

- Crowe SF. 2000. Does the Letter Number Sequencing Task Measure Anything More Than Digit Span? *ASSESSMENT* 2 (7), 113-117.
- Davenport MH, Hogan DB, Eskes GA, Longman RS & Poulin MJ. 2012. Cerebrovascular reserve: The Link Between Fitness and Cognitive Function? *Exercise and Sport Sciences Reviews* 3 (40), 153-158.
- Dore GA, Elias MF, Robbins MA, Budge MM & Elias PK. 2008. Relation Between Central Adiposity and Cognitive Function in the Maine-Syracuse Study: Attenuation by Physical Activity. *Ann. behave. med.* 35, 341-350. doi: 10.1007/s12160-008-9038-7.
- Elias MF, Elias PK, Sullivan LM, Wolf PA & D'Agostino RB. 2003. Lower cognitive function in the presence of obesity and hypertension: the Framingham heart study. *International Journal of Obesity* 27, 260-268.
- Erickson KI, Voss MW, Shaurya Prakash R, Basak C, Szabo A, Chaddock L, Kim JS, Heo S, Alves H, White SM, Wojcicki TR, Mailey E, Vieira VJ, Martin SA, Pence BD, Woods JA, McAuley E & Kramer AF. 2011. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *PNAS* 7 (108), 3017-3022.
- Etnier JL, Nowell PM, Landers DM & Sibley BA. 2006. A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research News* 52, 119-130.
- Fogelholm M & Kaukua J. 2005. Lihavuus. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U (toim.) *Liikuntalääketiede*. 3.painos. Helsinki: Duodecim, 423-437.
- Fogelholm M. 2007. Antropometriset ja kehon koostumusta kuvaavat mittaukset. Teoksessa Keskinen KL, Häkkinen K & Kallinen M (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. 2.painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura, 45-50.
- Fratiglioni L, Paillard-Borg S & Winblad B. 2004. An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *Lancet Neurol* 3, 343-353.
- Grégoire J & Van der Linden M. 1997. Effect of Age on Forward and Backward Digit Spans. *Aging, Neuropsychology and Cognition* 2 (4), 140-149.

- Gunstad J, Paul RH, Cohen RA, Tate DF, Spitznagel MB & Gordon E. 2007. Elevated body mass index is associated with executive dysfunction in otherwise healthy adults. *Comprehensive Psychiatry* 48, 57-61. doi:10.1016/j.comppsy.2006.05.001.4.
- Gunstad J, Lhotsky A, Wendell CR, Ferrucci L, Zonderman AB. 2010. Longitudinal Examination of Obesity and Cognitive Function: Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Neuroepidemiology* 34, 222-229.
- Han C, Jo SA, Seo JA, Kim BG, Kim NH, Jo I, Park MH & Park KW. 2009. Adiposity parameters and cognitive function in the elderly: Application of "Jolly Fat" hypothesis to cognition. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 49, e133-e138.
- Hillman CH, Erickson KI & Kramer AF. 2008. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews* 2008 (9), 58-65.
- Hokkanen L, Laine M, Hietanen M, Hänninen T, Jehkonen M & Vilkki J. 2006. Kognitiiviset häiriöt ja niiden tutkiminen. Teoksessa Soinila S, Kaste M, Somer H (toim.) *Neurologia*. 2. painos. Helsinki: Duodecim, 117-140.
- Hämäläinen P & Ahonen H. 2006. Kliininen neuropsykologinen tutkimus. Teoksessa Hämäläinen H, Laine M, Aaltonen O, Revonsuo A (toim.) *Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja*. Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, 79-88.
- Hänninen T. 2013. Kognitiiviset toiminnot. Teoksessa Heikkinen E, Jyrkämä J, Rantanen T (toim.). *Gerontologia*. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 210-215.
- Kanninen A, Hämälä M & Palomäki H. 1997. *Neuropsykologian käsitteet*. Helsingin Psykotutkimus Oy. Karisto.
- Kallinen M & Kujala U. 2013 Kestävyys. Teoksessa Heikkinen E, Jyrkämä J, Rantanen T (toim.). *Gerontologia*. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 153-160.
- Kara B, Pinar L, Ugur F & Oguz M. 2005. Correlations Between Aerobic Capacity, Pulmonary and Cognitive Functioning in the Older Women. *Int J Sports Med* 26, 220-224. doi: 10.1055/s-2004-820955.
- Keskinen K. 2005. Fyysinen kunto ja sen mittaaminen. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U (toim.) *Liikuntalääketiede*. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 102-119.

- Kolb B & Whishaw IQ. 2009. Fundamentals of human neuropsychology. Kuudes painos. New York: Worth Publishers.
- Korhonen M. 2013. Nopeus. Teoksessa Heikkinen E, Jyrkämä J, Rantanen T (toim.) Gerontologia.3. painos.Helsinki: Duodecim, 161-167.
- Kramer AF, Colcombe SJ, McAuley E, Scalf PE & Erickson KI. 2005. Fitness, aging and neurocognitive function. *Neurobiology of Aging* 26S, S124-S127.
- Kramer AF, Erickson KI & Colcombe SJ. 2006. Exercise, cognition and the aging brain. *J Appl Physiol* 101, 1237-1242. doi:10.1152/jappphysiol.00500.2006.
- Kramer AF & Erickson KI. 2007. Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *TRENDS in Cognitive Sciences* 8 (11), 342-348. doi:10.1016/j.tics.2007.06.009.
- Kuikka P, Pulliainen V & Hänninen R. 2002. Kliininen neuropsykologia. 1.-2.painos. Helsinki: WSOY.
- Käypä Hoito- suositus, Liikunta. [www-dokumentti] 2012. [haettu 20.4.2014] <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/tunnus/hoi50075?hakusana=liikunta#s15>.
- Lezak MD, Howieson DB & Loring DW. 2004. Neuropsychological Assessment. 4. painos. USA: Oxford Press.
- Martins AQ, Kavussanu M, Willoughby A & Ring C. 2013. Moderate intensity exercise facilitates working memory. *Psychology of Sport and Exercise* 14, 323-328.
- McArdle WD, Katch FI & Katch VL. 2006- Exercise Physiology. 6. painos. Lippincott Williams & Wilkins.
- Nord RH. 1998. DXA Body Composition Properties: Inherent in the Physics or Specific to Scanner Type? *Appl. Radiat. Isot.* 49, 517-518.
- Oja P. 2005. Terveyskunto ja sen mittaaminen. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U (toim.) Liikuntalääketiede. 3. painos. Helsinki:Duodecim, 92-101.
- Reinval O & Poutiainen E. 2008. Tapping-tehtävän suomalainen viitearvoaineisto. Suomen Neuropsykologinen Yhdistys ry, Helsinki.

- Ross RM, Murthy JN, Wollak ID & Jackson AS. 2010. The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. *BMC Pulmonary Medicine* 10: 31. <http://www.biomedcentral.com/1471-2466/10/31>.
- Sandström M. 2010. Psykyke ja aivotoiminta. Neurofysiologinen näkökulma. Helsinki: WSOYpro.
- Shelton JT, Elliott EM, Hill BD, Calamia MR & Drew Gouvier WM. 2009. A comparison of laboratory and clinical working memory tests and their prediction of fluid intelligence. *Intelligence* 37, 283-293. doi: 10.1016/j.intell.2008.11.005.
- Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K, Browndyke JN & Sherwood A. 2010. Aerobic Exercise and Neurocognitive Performance: A Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. *Psychosomatic Medicine* 72, 239-252.
- Smith E, Hay P, Campbell L & Trollor JN. 2011. A review of the association between obesity and cognitive function across the lifespan: implications for novel approaches to prevention and treatment. *Obesity reviews* 12, 740-755. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00920.x.
- Stanek KM, Strain G, Devlin M, Cohen R, Paul R, Crosby RD & Mitchell JE. 2013. Body Mass Index and Neurocognitive Functioning Across the Adult Lifespan. *Neuropsychology* 27, 141-151.
- Steffen TM, Hacker TA & Mollinger L. 2002. Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up and Go Test and Gait Speeds. *PHYS THER* 82: 128-137.
- Suominen H. 2013. Kehon rakenne ja koostumus. Teoksessa Heikkinen E, Jyrkämä J, Rantanen T (toim.). *Gerontologia*. 3. painos. Helsinki:Duodecim, 129-134.
- Suutama T & Ruoppila I. 2007. Kognitiivinen toimintakyky. Teoksessa Lyyra TM, Pikkarainen A, Tiikkainen P (toim.). *Vanheneminen ja terveys*. Helsinki: Edita, 115-128.
- Tiikkainen P. 2013. Sosiaalinen toimintakyky. Teoksessa Heikkinen E, Jyrkämä J, Rantanen T (toim.). *Gerontologia*. 3. painos. Helsinki:Duodecim, 284-290.

- UKK-instituutti. UKK-kävelytesti-työkalu terveyden edistämiseen. [www-dokumentti] 31.10.2013. [haettu 7.11.2013] <http://www.ukkinstituutti.fi/kavelytesti>.
- Vainio T. Aerobinen kestävyys. To-Mi testistö. Varsinaissuomen sairaanhoitopiiri. [www-dokumentti] 2004 [haettu 7.11.2013] www.vsshp.fi/fi/dokumentit/14183/TO-MI-versio-2010.pdf.
- Van Boxtel M, Paas F, Houw P, Adam J, Teeken J & Jolles J. 1997. Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 29, 1357-1365.
- Van Praag H. 2008. Neurogenesis and Exercise: Past and Future Directions. *Neuromol Med* 10, 128-140.
- Van Uffelen JGZ, Chin A Paw MJM, Hopman-Rock M & van Mechelen W. 2008. The Effects of Exercise on Cognition in Older Adults With and Without Cognitive Decline: A Systematic Review. *Clin J Sport Med* 18, 486-500.
- Vilkkö-Riihelä A. 1999. Psyhyke. Psykologian käsikirja. Helsinki: WSOY.
- Ward NS. 2006. Compensatory mechanisms in the aging motor system. *Ageing Research Reviews* 5, 239-254.
- Yoon DH, Choi SE, Yu JH, Ryu Sh & Park DH. 2012. The relationship between visceral adiposity and cognitive performance in older adults. *Age and Ageing* 41, 456-461.

LIITTEET

Liite 1. Kuuden minuutin kävelytesti viitearvotaulukko Steffen ym. (2002) mukaan.

Ikäryhmä	keskiarvo (m)	sd
60-69		
<i>Naiset</i>	538	92
<i>Miehet</i>	572	92
70-79		
<i>Naiset</i>	471	75
<i>Miehet</i>	527	85
80-89		
<i>Naiset</i>	392	85
<i>Miehet</i>	417	73

Liite 2. Digit Span testien tulokset ikäryhmittäin Grégoiren ja Van der Lindenin (1997) mukaan.

Ikäryhmä	Forward		Backward	
	ka	SD	ka	SD
16-17	6.52	1.19	5.00	1.28
18-19	6.37	1.20	4.76	1.22
20-24	6.24	1.07	4.93	1.31
25-34	6.20	1.14	4.71	1.29
35-44	6.04	1.28	4.58	1.41
45-54	5.92	1.18	4.38	1.10
55-64	5.91	1.22	4.41	1.10
65-69	5.56	1.27	4.18	1.21
70-74	5.39	1.07	3.80	1.08
75-79	4.98	0.97	3.46	0.99

Liite 3. Tapping testin viitearvot Reinvallin ja Poutiaisen (2008) mukaan.

Ikäryhmä	Sukupuoli	Koulutustaso	Dominantti käsi	Ei-dominantti käsi
			ka(kh)	ka(kh)
55-85	Naiset	Alempi	39,9(6,5)	36,5(5,4)
		Ylempi	43,1(6,6)	40,5(5,6)

Liite 4. Pearsonin korrelaatiokertoimet neuropsykologisille testeille ja kuuden minuutin kävelytulokselle (metriä).

Kävelytestitulokset (metriä)	Pearson r	p
Digit Span	.084	.592
Max Digit Span	.093	.553
Digit Span Backward	.070	.654
Max Digit Backward	.103	.512
Letter Number Sequencing	.073	.641
Max LNS	.140	.370
Tapping Left	.237	.126
Tapping Right	.125	.423

Liite 5. Spearmanin korrelaatiokertoimet kävelytulos oman ikäryhmän viitearvon mukaan kahteen ryhmään luokiteltuna ennen ja jälkeen poikkeavan havainnon poistamisen.

	Spearman r	p	Poikkeava havainto poistettuna r	Poikkeava havainto poistettuna p
Digit Span	.073	.642	.092	.564
Max Digit Span	.053	.737	.065	.681
Digit Span Backward	-.017	.913	-.036	.822
Max Digit backward	-.073	.642	-.045	.779
Letter Number Sequencing	.027	.861	.086	.587
Max LNS	.084	.593	.093	.558
Tapping Left	.346	.023	.291	.062
Tapping Right	.170	.276	.104	.512

Liite 6. Pearsonin korrelaatiokertoimet neuropsykologisille testeille ja summamuuttujalle kehonkoostumus.

Summamuuttuja kehonkoostumus	Pearson r	p
Digit Span	.035	.826
Max Digit Span	.111	.477
Digit Span Backward	.238	.124
Max Digit Backward	.221	.154
Letter Number Sequencing	.069	.658
Max LNS	-.079	.615
Tapping left	-.120	.442
Tapping Right	.001	.997