

**KOGNITIIVISEN TOIMINNANOHJAUKSEN JA LIIKKUMISKYVYN YHTEYS  
IKÄÄNTYNEILLÄ HENKILÖILLÄ**

Sira Salo

Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -  
tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2019

## TIIVISTELMÄ

Salo, S. 2019. Kognitiivisen toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys ikääntyneillä henkilöillä. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma, 66 s.

Kognitio ja liikkumiskyky heikkenevät ikääntyessä. Kognition osa-alueista erityisesti toiminnanohjausta tarvitaan tavoitteelliseen toimintaan ja sujuvaan liikkumiseen. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko kotona asuvien ikääntyneiden henkilöiden toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välillä yhteyttä sairaalajakson jälkeen.

Tutkimuksessa hyödynnettiin Iäkkäiden kuntoutujien fyysisen aktiivisuuden edistäminen (Promotion of physical activity, ProPa) -tutkimuksen aineistoa. Toiminnanohjausta arvioitiin Trail Making Test (TMT) -testillä alkutilanteessa ja liikkumiskykyä Short Physical Performance Battery (SPPB) -testistöllä alkutilanteessa sekä 3 ja 6 kuukauden kohdalla. Ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä, ristiintaulukoinnilla ( $\chi^2$ ) ja Kruskal-Wallis testillä. Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteyttä tarkasteltiin poikkileikkaus- ja pitkittäisasetelmassa lineaarisella regressioanalyysillä ja General Estimating Equation (GEE) -analyysillä.

Tutkittavat (n=100) olivat iäkkäitä (keski-ikä  $79.4 \pm 8.1$  vuotta) ja liikkumiskyvyltään heikkokuntoisia (keskimääräinen SPPB-tulos kaikissa aikapisteissä  $<7$  pistettä). Tutkittavien MMSE-testin keskiarvo oli  $25.6 (\pm 2.6)$  pistettä. Heikko toiminnanohjaus oli yhteydessä heikompaan liikkumiskykyyn sekä alkutilanteessa että seurannassa ( $p \leq 0.01$ ). Seurannassa liikkumiskyky parani kaikissa ryhmissä, ja aika ( $p < 0.001$ ) sekä ikä ( $p = 0.004$ ) olivat yhteydessä liikkumiskyvyn muutokseen. Heikon toiminnanohjauksen ryhmä paransi SPPB-summapistemäärää keskimäärin 1.4 pistettä vähemmän verrattuna hyvän toiminnanohjauksen ryhmään alku- ja loppumittauksen välillä ( $p = 0.009$ ). Vakioidussa mallissa toiminnanohjaus oli vahvemmin yhteydessä liikkumiskyvyn vaihteluun 6 kuukauden kohdalla ( $\beta = -0.240$ ,  $p = 0.033$ ) kuin alkutilanteessa ( $\beta = -0.225$ ,  $p = 0.041$ ), ja malli selitti liikkumiskyvyn vaihtelusta lopputilanteessa enemmän (34 %,  $p < 0.001$ ) verrattuna alkutilanteeseen (25 %,  $p < 0.001$ ).

Tutkimuksen johtopäätöksenä todetaan, että toiminnanohjaus ja liikkumiskyky ovat yhteydessä toisiinsa. On suositeltavaa, että heikon toiminnanohjauksen omaavat ikääntyneet henkilöt tunnustetaan sairaalavaiheessa ja selvitetään, millä tavoin heidän kuntoutumistaan tuetaan optimaalisella tavalla. Lisäksi, ikääntyneen väestön toiminnanvajavuuksien ennaltaehkäisemiseksi tulisi reagoida kognitiivisten toimintojen heikkenemiseen riittävän aikaisessa vaiheessa.

Asiasanat: toiminnanohjaus, kognitio, liikkumiskyky, ikääntyminen, ikääntyneet henkilöt

## ABSTRACT

Salo, S. 2019. The association between executive function and mobility in older people after hospitalization. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Gerontology and public health, Master's thesis, 66 pp.

Declines in cognitive function and mobility are associated with ageing. Executive function (EF) which is a subdomain of cognitive functions, plays an important role in purposeful actions and mobility. The present study aimed to investigate whether EF and mobility are associated in community-dwelling older adults after hospitalization.

The data was a part of Promotion of physical activity (ProPa) -study. EF was measured with the Trail Making Test (TMT) at baseline. Mobility was assessed with the Short Physical Performance Battery (SPPB) at baseline and after three and six months. Comparison between the groups was performed with one-way analysis of variance, cross-tabulation ( $\chi^2$ ) and Kruskal-Wallis test. The cross-sectional and longitudinal associations between EF and mobility were examined with linear regression analysis and by constructing a General Estimation Equation (GEE) model.

Participants (n=100) were at old age (mean age  $79.4 \pm 8.1$  years) and they had decreased mobility (SPPB score on average  $<7$  points at baseline and follow-up). The mean MMSE score was  $25.6 (\pm 2.6)$ . Poor EF was associated with poorer mobility at baseline and follow-up ( $p \leq 0.01$ ). During follow-up, mobility increased in all groups, and time ( $p < 0.001$ ) as well as age ( $p = 0.004$ ) were associated with the rate of change in mobility. Compared to individuals with good EF, those with poor EF increased their SPPB score on average 1.4 points less between baseline and 6 months follow-up ( $p = 0.009$ ). EF was more strongly associated with the explained variability in mobility at 6 months follow-up ( $\beta = -0.240$ ,  $p = 0.033$ ) compared to baseline ( $\beta = -0.225$ ,  $p = 0.041$ ) in the adjusted model. The explained variability in mobility at 6 months follow-up was higher (34 %,  $p < 0.001$ ) compared to baseline (25 %,  $p < 0.001$ ).

We conclude that there is an association between EF and mobility. Thus, we recommend that older people with poor EF should be identified during hospitalization and examined how their physical function can be enhanced optimally during rehabilitation. Moreover it is important to react to cognitive decline in an early stage in order to prevent functional limitation among older people.

Key words: executive function, cognition, mobility, aging, older people

## **KÄYTETYT LYHENTEET**

ADL	Activities of Daily Living
BMI	Body Mass Index
DT	Dual-tasking
IADL	Instrumental Activities of Daily Living
MMSE	Mini-Mental State Examination
SPPB	Short Physical Performance Battery
ST	Single-tasking
TMT	Trail Making Test
TUG	Timed Up and Go

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 TOIMINNANOHJAUS SUJUVAN ARJEN EDELLYTYKSENÄ.....	3
2.1 Toiminnanohjaus .....	3
2.2 Toiminnanohjauksen arviointi.....	4
3 LIKKUMISKYKY MAHDOLLISTAJANA TAI RAJOITTAJANA.....	6
4 KOGNITIOON JA LIKKUMISKYKYYN VAIKUTTAVAT IKÄÄNTYMISMUUTOKSET .....	9
5 TOIMINNANOHJAUKSEN JA LIKKUMISKYVYN YHTEYS AIEMMAN TUTKIMUSTIEDON PERUSTEELLA .....	12
5.1 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys .....	12
5.2 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä selittäviä tekijöitä.....	17
6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	23
7 AINEISTO JA MENETELMÄT .....	24
7.1 Tutkimusaineisto .....	24
7.2 Arviointimenetelmät.....	26
7.3 Tilastoanalyysit.....	28
8 TULOKSET .....	30
8.1 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys poikkileikkausasetelmassa.....	30
8.2 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys pitkittäisasetelmassa .....	34
9 POHDINTA.....	38
LÄHTEET .....	47

# 1 JOHDANTO

Kognition ja liikkumiskyvyn välinen yhteys on tunnustettu. Yhteyttä ei vielä ymmärretä täysin, mutta kognition heikkeneminen vaikuttaisi olevan voimakkaammin yhteydessä liikkumiskyvyn heikkenemiseen kuin toisinpäin (Bahureksa ym. 2017; Buchman ym. 2011; Callisaya ym. 2015; Cohen ym. 2016; Demnitz ym. 2016; Morris ym. 2016; Rosano ym. 2012). Ikääntyessä sekä liikkumiskyky että kognitio heikkenevät (Curtis ym. 2015; Goodpaster ym. 2006; Ribeiro & Oliveira 2007; Seidler ym. 2013).

Ikääntyneen väestön määrä kasvaa, ja tutkijat pyrkivät löytämään keinoja toiminnanvajavuuksien ennaltaehkäisyyn, esimerkiksi selvittämällä kognitiivisen ja fyysisen toimintakyvyn välistä yhteyttä (Thibeau ym. 2017). Ikääntyneiden henkilöiden elämänlaadun ja toiminnallisen itsenäisyyden kannalta onkin oleellista tunnistaa sellaisia tekijöitä, joihin vaikuttamalla väestö ikääntyy mahdollisimman terveenä (Demnitz ym. 2016; Demnitz ym. 2017; Satariano ym. 2012). Lisäksi kognition heikkeneminen ja liikkumiskyvyn rajoitukset lisäävät mm. terveyspalvelujen käyttöä, sairaalahoitoon joutumisen todennäköisyyttä ja avuntarvetta päivittäistoiminnoissa (Davis ym. 2016; Donoghue ym. 2014; Lester ym. 2019; O'Brien ym. 2018), minkä vuoksi kyse on myös yhteiskunnan kustannusten kasvun hillitsemisestä. Ikääntyneiden määrän lisääntyessä, lisääntyy myös ikääntyneiden henkilöiden sairaalahoidon tarve (O'Brien ym. 2018). Ikääntynyt henkilö saattaa joutua sairaalaan esimerkiksi kaatumisvamman tai suunnitellun tekoniveloperaation seurauksena. Kognition ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä selvittämällä voidaan toisaalta ennaltaehkäistä sairaalajaksoja ja toisaalta ymmärtää akuuttitilanteen jälkeiseen paranemisprosessiin vaikuttavia tekijöitä paremmin.

Sujuva ja turvallinen liikkuminen ympäröivässä yhteiskunnassa edellyttää niin fyysistä kuin kognitiivista toimintakykyä, sillä yksilön on kyettävä mukauttamaan liikkumistaan ympäristön asettamien vaatimusten mukaisesti ja pystyttävä reagoimaan yllättäviinkin tilanteisiin (Montero-Odasso ym. 2012; Satariano ym. 2012). Kognition osa-alueista erityisesti toiminnanohjauksen on aiemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä

liikkumiskykyyn (Best ym. 2016; Callisaya ym. 2015; Demnitz ym. 2017; Taylor ym. 2018). Myös arjen toiminnoista selviytyminen, kuten pukeutuminen ja kaupassakäynti, asettaa vaatimuksia yksilön liikkumiskyvylle ja kognitiiviselle toimintakyvylle, erityisesti toiminnanohjaukselle (Donoghue ym. 2014; Gothe ym. 2014). Tässä pro gradu- tutkielmassa tarkastellaan kognitiivisen toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteyttä ikääntyneillä sairaalasta kotiutuneilla henkilöillä.

## 2 TOIMINNANOHJAUS SUJUVAN ARJEN EDELLYTYKSENÄ

Kognitiivinen toiminta on moniulotteista, ja sen taustalla toimii aivojen laaja, jatkuvasti muovautuva hermoverkosto (Institute of Medicine 2015). Kognitio käsittää mielen toiminnot, joita tarvitaan tarkkaavuuteen, ajatteluun, ymmärtämiseen, oppimiseen, muistamiseen, ongelmanratkaisuun ja päätöksentekoon (Institute of Medicine 2015).

### 2.1 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjauksella (*executive function, EF*) viitataan aivojen etuotsalohkoissa tapahtuviin ylemmän tason kognitiivisiin toimintoihin (Logue & Gould 2014), vaikka myös muita aivoalueita tarvitaan virheettömään toiminnanohjaukseen (Alvarez & Emory 2006). Aivokuorella sijaitsevista etuotsalohkoista on kattavat yhteydet muihin aivoalueisiin, joista ne integroivat tietoa (Stuss 2011). Vauriot etuotsalohkojen alueella voivat ilmetä esimerkiksi käyttäytymisen säätelyn ja arjesta suoriutumisen vaikeuksina (Logue & Gould 2014). Etuotsalohkojen valkean aineen tilavuuden on havaittu olevan yhteydessä toiminnanohjaukseen (Hsu ym. 2016).

Toiminnanohjauksen määritelmästä ja laajuudesta ei ole saavutettu konsensusta, mutta yleisesti toiminnanohjauksen alatoiminnoiksi luokitellaan inhibitio, kognitiivinen joustavuus ja työmuisti (Hall & Marteau 2014; Miyake & Friedman 2012). Inhibitiolla viitataan tietoiseen ärsykkeiden sivuuttamiseen, kognitiivisella joustavuudella sujuvaan tehtävien tai ajattelumallien väliseen vaihtamiseen ja työmuistilla työn alla olevan tehtävän kannalta olennaisten asioiden säilyttämiseen mielessä (Miyake & Friedman 2012). Toiminnanohjaus muodostuu haluamisesta, suunnittelusta, tarkoituksenmukaisesta toiminnasta ja tehokkaasta suoriutumisesta (Lezak ym. 2004, 611). Laajemmissa määritelmissä toiminnanohjaukseen sisällytetään myös esimerkiksi toiminnan aloittaminen, tarkkaavuuden suuntaaminen ja kontrollointi sekä verbaalinen sujuvuus (Chan ym. 2008; Hall & Marteau 2014; Jurado & Rosselli 2007). Yksilöiden välillä on toiminnanohjauksen suhteen havaittu toisaalta yhtenäisyyttä ja toisaalta eroavaisuuksia, ja toiminnanohjaus on aina erottamattomasti



yhteydessä henkilön kognitioon ja älykkyyteen laajemmin (Hall & Marteau 2014; Miyake & Friedman 2012).

Toiminnanohjausta tarvitaan tavoitteelliseen ja tehokkaaseen toimintaan erityisesti sellaisissa tilanteissa, joihin ei ole muodostunut vakiintuneita toimintamalleja (Banich 2009). Toiminnan mukauttaminen, säätely ja tarkoituksenmukainen reagointi ympäristöstä tuleviin ärsykkeisiin ovat keskeisiä taitoja arjessa ja yhteiskunnassa selviytymisen kannalta (Logue & Gould 2014; Miyake & Friedman 2012). Toiminnanohjauksen ja ADL- ja IADL-toiminnoista suoriutumisen välillä on havaittu yhteys, ja toiminnanohjausta tarvitaankin useissa arkisissa toiminnoissa, kuten pukeutumisessa, ruoanlaitossa ja kaupassa käymisessä (Best ym. 2015; Gothe ym. 2014; Vaughan & Giovanello 2010). Lisäksi, toiminnanohjauksen on havaittu olevan yhteydessä mm. gerasteniaan ja toiminnanvajavuuksien ilmaantumiseen (Rosado-Artalejo ym. 2017), sairaalahoitoon joutumisen todennäköisyyteen (O'Brien ym. 2018) sekä kuolleisuuteen (Rosado-Artalejo ym. 2017; Vazzana ym. 2010). Heikentyneen toiminnanohjauksen on havaittu myös lisäävän riskiä joutua uudelleen sairaalahoitoon kotiutumisen jälkeen (Anderson & Birge 2016).

## **2.2 Toiminnanohjauksen arviointi**

Toiminnanohjauksen arviointiin on kehitetty useita testejä, mutta konsensusta siitä, millä tehtävillä toiminnanohjauksen prosesseja tulisi arvioida, ei ole saavutettu (Chan ym. 2008; Strauss ym. 2006, 405). Jotta yksilön toiminnanohjauksesta saa mahdollisimman kattavan käsityksen, on suositeltavaa tehdä useampia eri testejä (Banich 2009; Burgess ym. 1998; Gothe ym. 2014). Eri testien on havaittu mittaavan saman ilmiön eri osa-alueita, minkä vuoksi ne täydentävät toisiaan (Burgess ym. 1998; Chaytor ym. 2006). Toiminnanohjausta arvioidaan tyypillisesti esimerkiksi korttienlajittelutehtävällä (Wisconsin Card Sorting Test, WCST), seurantatehtävällä (The Trail Making Test, TMT), tornitehtävillä (Tower of London, Tower of Hanoi), sanasujuvuustehtävillä ja Stroopin värisanatehtävällä (The Stroop Test) (Chaytor ym. 2006; Nyhus & Barceló 2009; Reitan 1955; Strauss ym. 2006; Stroop 1935). Testeissä suoriutumista arvioidaan tyypillisesti suoritustarkkuudella ja suoritukseen kuluvalla ajalla.

Testeillä on haastavaa arvioida puhtaasti tiettyä toiminnanohjauksen osa-aluetta, koska useat eri kognitiiviset prosessit osallistuvat samanaikaisesti yksilön toimintaan (Miyake & Friedman 2012). Esimerkiksi Stroopin testissä luetaan ääneen värisanoja, joiden värit ovat ristiriidassa sanan merkityksen kanssa, eli tutkittava joutuu samanaikaisesti toimimaan kahden keskenään ristiriidassa olevan ärsykkeen kanssa (Stroop 1935). Toisaalta testillä saadaan tietoa siitä, kuinka paljon ristiriidassa olevan värin aikaansaama ärsyke vaikuttaa automatisoituneeseen lukemiseen (Stroop 1935), toisaalta testi mittaa myös toiminnanohjaukseen kuulumattomia prosesseja kuten värien prosessointia ja artikulaation nopeutta (Miyake & Friedman 2012). Lisäksi, esimerkiksi WCST-tehtävän aikana on havaittu, että etuotsalohkojen lisäksi aktivaatiota tapahtuu laajalti myös muilla aivoalueilla (Nyhus & Barceló 2009). Yleisesti käytetyt WCST, sanasujuvuustehtävä ja Stroopin testi eivät spesifisti indikoi etuotsalohkojen vaurioita, mutta kuvaavat yksilön toiminnanohjausta (Alvarez & Emory 2006).

Kognition osa-alueiden päällekkäisyyden vuoksi kognition arvioinnissa on eri tutkimuksissa käytetty samoja arviointimenetelmiä eri kognition osa-alueiden arviointiin, mikä hankaloittaa tutkimustulosten vertailua (Morris ym. 2016). Kognitiota arvioitaessa tulee ottaa huomioon yksilön koulutustaso, työhistoria, harrastukset ja kiinnostuksen kohteet sekä kuulla läheisen ihmisen näkemys mahdollisesta muutoksesta yksilön kognitiivisissa kyvyissä (Anstey & Low 2004). Lisäksi on syytä muistaa, että tutkittavan motivaatio vaikuttaa aina testitulokseen (Strauss ym. 2006, 405). Toiminnanohjausta arvioivissa testeissä suoriutumisen ja läheisen henkilön näkemysten yksilön haasteista toiminnanohjausta vaativissa arkisissa tilanteissa on havaittu korreloivan keskenään (Burgess ym. 1998). Neuropsykologisten testien ja taustatietojen lisäksi toiminnanohjauksen arvioinnissa tulisikin ottaa huomioon se, miten yksilö suoriutuu ADL- ja IADL-toiminnoista, joihin toiminnanohjaus tyypillisesti vaikuttaa (Yogev-Seligmann ym. 2008).

Toiminnanohjaus on yhteiskunnassa selviytymisen kannalta keskeinen tiedonkäsittelytoiminto, jota tarvitaan tavoitteelliseen toimintaan (Banich 2009). Toiminnanohjausta arvioitaessa on suositeltavaa käyttää useita arviointimenetelmiä sisältäen läheisen henkilön haastattelun (Burgess ym. 1998) ja ADL- ja IADL-toiminnoista suoriutumisen selvittämisen (Yogev-Seligmann ym. 2008).

### 3 LIKKUMISKYKY MAHDOLLISTAJANA TAI RAJOITTAJANA

Liikkumisella (*mobility*) viitataan kehon asennon muuttamiseen, jolloin kehon painopiste muuttuu, esimerkiksi tuolilta ylös noustessa tai siirtyessä vuoteeseen, tai kehon sijainnin muuttamiseen esimerkiksi kävelemällä, juoksemalla tai jollakin kulkuvälineellä (World Health Organization 2001). Optimaalinen liikkumiskyky tarkoittaa sitä, että voi turvallisesti mennä haluamiinsa paikkoihin, haluamallaan tavalla ja haluamanaan aikana (Satariano ym. 2012). Liikkumiskyvyn heikkeneminen voi johtaa toiminnanvajavuuksiin, jotka tarkoittavat vaikeuksia suoriutua jokapäiväiseen elämään liittyvistä aktiviteeteista (Verbrugge & Jette 1994). Tällöin ympäristön vaatimukset ylittävät yksilön kyvyn suoriutua tarvittavista tehtävistä (Verbrugge & Jette 1994). Tässä pro gradu- tutkielmassa liikkumiskyvyllä viitataan sellaisiin liikkumisen muotoihin, joissa yksilö itse liikuttaa omaa kehoaan (poissulkien esimerkiksi kulkuvälineillä liikkumisen).

Ikääntyneiden henkilöiden liikkumiskykyä arvioidaan suorituskykyyn ja itsearviointiin perustuvilla testeillä (Latham ym. 2008). Eri arviointitapojen on toisaalta havaittu korreloivan keskenään (Latham ym. 2008), toisaalta niillä voidaan täydentää toisiaan (Frag ym. 2012). Toiminnallisilla testeillä, kuten kävelynopeudella, SPPB- ja TUG (Timed Up and Go) - testeillä arvioidaan esimerkiksi lihasvoimaa, tasapainoa ja liikkumiskykyä (Braun ym. 2019; Frag ym. 2012; Mijnders ym. 2013). Sekä itsearviointiin että suorituskykyyn perustuvat toiminnalliset testit antavat tärkeää tietoa ikääntyneiden henkilöiden terveydestä ja hyvinvoinnista (Latham ym. 2008). Tutkittavan kuntotaso ja fyysisen aktiivisuuden määrä vaikuttavat suoriutumiseen toiminnallisissa testeissä (Penninx ym. 2000).

Liikkumiskyvyllä on oleellinen rooli autonomian ja yleisen hyvinvoinnin kannalta ikääntyessä (Satariano ym. 2012). Liikkumiskyvyn on havaittu olevan yhteydessä alaraajojen toimintakyvyn rajoitukseen (Cesari ym. 2005; Guralnik ym. 2000), ADL- ja IADL-toiminnoista suoriutumiseen (Donoghue ym. 2014; Guralnik ym. 2000), sairaala- ja laitoshoidon joutumiseen (Cesari ym. 2005; Verghese ym. 2006), sairaalapäivien määrään (Penninx ym. 2000), terveyspalvelujen käyttöön (Lester ym. 2019) ja kuolleisuuteen

ikäntyneillä henkilöillä (Cesari ym. 2005; Cooper ym. 2010; Pavasini ym. 2016; Penninx ym. 2000; Studenski ym. 2011; Verghese ym. 2006).

Heikon suoriutumisen (alle 10 pistettä) SPPB-testissä havaittiin olevan yhteydessä kohonneeseen kuolleisuuden riskiin meta-analyysissä, jossa oli mukana 17 tutkimusta (n=16534) (Pavasini ym. 2016). Samoin SPPB-testin osioista tuolilta ylösnousun (n=28036) ja kävelynopeuden (n=14692) havaittiin olevan yhteydessä kuolleisuuteen systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, kun taas seisomatasapainon osalta tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Cooper ym. 2010). Laajaan kohorttitutkimusten aineistoon (n=34485) perustuen, jo 0.1 m/s nopeampi kävelyvauhti lisäsi eloonjäämisen todennäköisyyttä (Studenski ym. 2011). Lisäksi, SPPB-testillä arvioidun heikon liikkumiskyvyn on havaittu olevan yhteydessä sairaalaan joutumiseen erityisesti geriatristen sairauksien, kuten lonkkamurtuman ja muiden murtumien, muistisairauksien ja akuuttien infektioiden vuoksi (Penninx ym. 2000). SPPB-testin tuloksen havaittiin olevan yhteydessä muistisairauden ilmaantumiseen 4 vuoden seurannassa – toisaalta myös pelkkä kävelynopeus pystyi selittämään tämän yhteyden (Veronese ym. 2016). Hidastuneen kävelynopeuden onkin todettu olevan yhteydessä kognitiivisen heikkenemiseen (*mild cognitive impairment, MCI*) ja muistisairauksien riskiin (Hackett ym. 2018; Montero-Odasso ym. 2014; Veronese ym. 2016; Quan ym. 2018).

SPPB-testin osioista kävelynopeuden on havaittu ennustavan lähes yhtä hyvin liikkumiskyvyn rajoituksia verrattuna koko testiin (Guralnik ym. 2000). Tavanomainen kävelynopeus ennusti tarkasti haasteiden ilmaantumista vaativissa IADL-toiminnoissa, kuten lämpimän ruoan valmistamisessa, lääkkeiden ottamisessa ja raha-asioiden hoitamisessa 2 vuoden seurannassa ikääntyneillä henkilöillä (Donoghue ym. 2014). Kävelynopeuden hidastuminen voi olla merkki sarkopeniasta tai gerasteniasta (*frailty*). Sarkopenialla viitataan normaaliin ikääntymiseen liittyvään lisääntyneeseen lihasmassan ja -voiman heikkenemistä voimakkaampaan lihasmassan ja -voiman heikentymiseen (Shaw ym. 2017), kun taas gerastenia on käsitteenä laajempi, ottaen huomioon myös esimerkiksi painon laskun ja väsymyksen (Cooper ym. 2012). Kävelynopeuden lisäksi kävelyhäiriöt lisäävät selvästi laitoshoitoon joutumisen ja kuolleisuuden riskiä (Verghese ym. 2006). Kävelyhäiriöt voivat johtua esimerkiksi neurologisista tai tuki- ja liikuntaelimestön sairauksista, ja niihin liittyy usein heikentynyt tasapaino (Verghese ym. 2006). Ikääntyneestä väestöstä jopa

kolmanneksella on kävelyhäiriöitä, ja ne voivat olla yhteydessä kipuun, lihasvoiman heikentymiseen, toiminnanrajoituksiin ja kaatumisiin (Mahlknecht ym. 2013; Simoneau 2010; Vergheze & Zwerling 2014). Naiset kokevat miehiin verrattuna enemmän kävelyhäiriöitä, ja korkea ikä lisää kävelyhäiriöiden todennäköisyyttä (Mahlknecht ym. 2013).

Liikkumiskyvyn todetaan ilmentävän ikääntyneen henkilön terveydentilaa (Lester ym. 2019; Vergheze ym. 2006), valmiuksia osallistua ympäröivään yhteiskuntaan ja kykyä arkiaskareista suoriutumiseen (Donoghue ym. 2014; Guralnik ym. 2000), joten sillä on keskeinen rooli yksilön hyvinvoinnin kannalta. Toiminnalliset testit ja itsearviointitestit kuvaavat luotettavasti yksilön liikkumiskykyä (Latham ym. 2008), joten niitä tulisi tehdä rutiininomaisesti sosiaali- ja terveydenhuollossa.

#### 4 KOGNITIOON JA LIKKUMISKYKYYN VAIKUTTAVAT IKÄÄNTYMISMUUTOKSET

Kävelyä pidettiin aiemmin pitkälti automatisoituneena toimintona, mutta tutkimustiedon lisääntyttä ymmärretään paremmin monitahoisten neuropsykologisten vaikutusten rooli kävelyn taustalla (Yogev-Seligmann ym. 2008). Kognitioon ja liikkumiskykyyn vaikuttavia ikääntymismuutoksia on syytä tarkastella samanaikaisesti, sillä kognitiiviset prosessit säätelevät kykyä liikuttaa kehoa, ylläpitää asentoa ja reagoida ympäristössä tapahtuviin muutoksiin (Bahureksa ym. 2017; Buchman ym. 2011; Cohen ym. 2016). Lisäksi, kävely ja kognitio pohjaavat suurelta osin samoihin aivoalueisiin, erityisesti etuotsalohkoihin (Cohen ym. 2016; Valkanova & Ebmeier 2017).

Liikkumiskyky edellyttää useita kognitiivisia toimintoja, kuten tarkkaavuutta, toiminnanohjausta sekä näköön ja avaruudelliseen hahmottamiseen liittyvää prosessointia sekä motoristen toimintojen havainnointia motoriselta aivokuorelta, tyvitumakkeista ja pikkuaivoista (Demnitz ym. 2016). Liikkuessa on havainnoitava ympäristöä ja hahmotettava alustan muoto ja mahdolliset esteet (Rosano ym. 2012) ja samanaikaisesti säilytettävä tasapaino sekä hallittava pystyasento (Caetano ym. 2017) ja raajojen liikkeet (Yogev-Seligmann ym. 2008). Kontrolloitu liikkuminen vaatiikin useiden järjestelmien, kuten keskushermoston, ääreishermoston, tuki- ja liikuntaelimistön ja verenkiertoelimistön, sujuvaa yhteistyötä (Demnitz ym. 2016; Rosano ym. 2012). Ikääntyminen vaikuttaa näihin järjestelmiin heikentävästi, ja esimerkiksi keskus- ja ääreishermoston sekä tiettyjen aivoalueiden kuten etuotsalohkojen ja tyvitumakkeiden toiminnan heikkeneminen (Seidler ym. 2013), proprioseptiikan eli asentotunnon heikkeneminen (Ribeiro & Oliveira 2007), nivelten liikkuvuuden väheneminen, luuston heikkeneminen ja lihasvoiman ja –massan väheneminen (Curtis ym. 2015; Goodpaster ym. 2006) vaikeuttaa motorista kontrollia ja täten vaikuttaa liikkumiskykyyn (Seidler ym. 2013).

Kognitiivisella ikääntymisellä viitataan asteittain ja jatkuvasti tapahtuviin, ikääntymiseen liittyviin muutoksiin yksilön kognitiivisissa toiminnoissa (Institute of Medicine 2015). Kognitiiviset toiminnot jaotellaan tyypillisesti kiteytyneisiin ja joustavuutta edellyttäviin

toimintoihin (Anstey & Low 2004). Kiteytyneet toiminnot kuten älykkyys ja viisaus, jotka pohjautuvat pitkäkestoiseen muistiin ja vaativat tiedon mukauttamista ja asiantuntemusta, pysyvät samana tai jopa lisääntyvät hyvin korkeaan ikään saakka (Anstey & Low 2004; Institute of Medicine 2015). Lyhytkestoiseen muistiin pohjaavat joustavuutta edellyttävät kognitiiviset toiminnot, jotka vaativat prosessointinopeutta, päättelykykyä ja toiminnanohjausta, puolestaan alkavat heikentyä keski-ikästä alkaen (Anstey & Low 2004; Mustafa ym. 2012). Ikääntyessä tapahtuvien aivotason muutosten, kuten aivojen rakenteellisten ja toiminnallisten yhteyksien heikkenemisen ja vähentyneen energia-aineenvaihdunnan on havaittu olevan yhteydessä toiminnanohjauksen heikkenemiseen (Fjell ym. 2017) ja kognitiivisen suorituskyvyn laskemiseen (Castellano ym. 2019). Joustavuutta edellyttävien kognitiivisten toimintojen heikkenemisellä voi olla vaikutusta sensorimotorisen informaation käsittelyyn ja siihen reagointiin (Taylor ym. 2018), minkä vuoksi myös normaaliin ikääntymiseen liittyy kävelyn muuttumista tai hidastumista (Oh-Park ym. 2010) ja liikkumisen mukauttamisen vaikeutumista (Malcolm ym. 2015). Ikääntyneet henkilöt hyödyntävät kävellessä laajempia aivoalueita verrattuna nuorempiin ja etuotsalohkojen on havaittu olevan yliaktiiviset erityisesti haastavampien kävelytehtävien, kuten esteiden ylittämisen, yhteydessä (Hawkins ym. 2018; Seidler ym. 2013).

Kognitiivisen ikääntymisen muutoksissa on yksilöiden välillä merkittävää vaihtelua, joka selittyy ainakin osittain terveydentilalla, biologisilla prosesseilla kuten tulehdustilalla, elämäntavoilla, ruokavaliolla, koulutuksella, sosioekonomisella statuksella, asenteeseen ja tunteisiin liittyvillä tekijöillä ja geeniperimällä (Deary ym. 2009; Institute of Medicine 2015). Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan erityisesti koulutus on tärkeässä roolissa kognitiivisen reservin ja yleisen kognition kannalta (Chapko ym. 2018). Myös sosiaalisilla suhteilla ja mielialalla on yhteys kognition; sosiaaliset kontaktit, yksikin luottamuksellinen ihmissuhde ja depression poissaolo ovat yhteydessä parempaan kognition tasoon ikääntyneillä henkilöillä (Evans ym. 2018; Huntley ym. 2018). Fyysinen aktiivisuus voi hidastaa kognition heikkenemistä ikääntyessä (Carvalho ym. 2014; Hamer ym. 2018).

Yhteenvetona todetaan, että fysiologisten toimintojen lisäksi kognitiivisilla prosesseilla on keskeinen rooli liikkumiskyvyn kannalta. Ikääntyminen vaikuttaa heikentävästi erityisesti etuotsalohkojen toimintaan (Seidler ym. 2013), mikä heikentää toiminnanohjauksen lisäksi

liikkumiskykyä (Cohen ym. 2016; Valkanova & Ebmeier 2017). Liikkumiskykyyn ja kognitioon vaikuttavat ikääntymismuutokset lisäävät kaatumisen riskiä ja toiminnanvajavuuksien ilmaantumisen todennäköisyyttä, ja saattavat heikentää elämänlaatua (Demnitz ym. 2017; Taylor ym. 2018).



## 5 TOIMINNANOHJAUKSEN JA LIKKUMISKYVYN YHTEYS AIEMMAN TUTKIMUSTIEDON PERUSTEELLA

### 5.1 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys

Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välinen yhteys on havaittu niin terveitä, hyväkuntoisia ikääntyneitä henkilöitä kuin myös hauraampia ja heikompi-kuntoisia ikääntyneitä henkilöitä tutkittaessa. Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välinen yhteys on havaittu sekä kognitioltaan terveillä että kognitioltaan heikentyneillä ikääntyneillä henkilöillä (Beauchet ym. 2014; Callisaya ym. 2015; Demnitz ym. 2017; McGough ym. 2011; Morris ym. 2016; Muir-Hunter & Montero-Odasso 2017) ja esimerkiksi Parkinsonin tautia sairastavilla (Morris ym. 2016; Morris ym. 2017) sekä lievän aivoverenkiertohäiriön sairastaneilla henkilöillä (Liu-Ambrose ym. 2007).

*Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys poikkileikkausasetelmassa.* Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä tarkastellessa, liikkumiskyvyn muuttujina on käytetty tyypillisesti kävelyä ja erilaisia toiminnallisia testejä. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, jossa tarkasteltiin liikkumiskyvyn muuttujien ja kognition yhteyttä, painottui kävelyn osuus muihin toimintakyvyn muuttujiin verrattuna (Demnitz ym. 2016).

Kävelynopeus on oleellinen mittari toiminnallisen liikkumiskyvyn arvioinnissa (Kim ym. 2016), ja liikkumiskyvyn haasteet heijastuvat kävelynopeuteen (Morris ym. 2016). Kirjallisuuskatsauksessa yhteys kävelynopeuden ja toiminnanohjauksen välillä havaittiin 8 tutkimuksessa 12:sta (Morris ym. 2016). Toiminnanohjauksen ja tavanomaisen kävelynopeuden välinen yhteys on havaittu useissa tutkimuksissa (Beauchet ym. 2014; Beauchet ym. 2015; Blackwood ym. 2016; Demnitz ym. 2018; Doi ym. 2014; Ghanavati ym. 2018; Hirota ym. 2010; Martin ym. 2013; McGough ym. 2011; Morone ym. 2014; Muir-Hunter & Montero-Odasso 2017; Ng ym. 2017; Tian ym. 2017; Verlinden ym. 2014), mutta kaikissa tutkimuksissa yhteyttä ei ole löydetty (Brodie ym. 2017; Caetano ym. 2017; Hobert ym. 2017; Killane ym. 2014; Stijntjes ym. 2016; Zettel-Watson ym. 2017).

Verrattuna tavanomaiseen kävelyyn, kognitiota voimakkaammin haastavat liikkumiskyvyn muuttujat saattavat olla tarkempia havaitsemaan toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisen yhteyden. Dual-tasking (DT) -kävelyssä tutkittava suorittaa kävellessään samanaikaisesti jotakin kognitiivista tehtävää, kuten joka toisen aakkosen luettelemista ääneen tai laskutehtävää (Caetano ym. 2018; Ghanavati ym. 2018). DT-kävelyn tai mahdollisimman nopeasti suoritettun kävelyn onkin useissa tutkimuksissa havaittu olevan vahvemmin yhteydessä toiminnanohjaukseen verrattuna tavanomaiseen single-tasking (ST) -kävelyyn (Caetano ym. 2018; Ghanavati ym. 2018; Hobert ym. 2017; Killane ym. 2014; McAuley ym. 2017). Verrattuna ST-kävelyyn, DT-kävelyn avulla on pystytty herkemmin erottamaan kognitioltaan heikentyneet ja kognitioltaan terveet ikääntyneet henkilöt (Tseng ym. 2014) ja toiminnanohjauksen on havaittu selittävän vahvemmin kävelynopeuden ja kaatumisriskin välistä yhteyttä (Caetano ym. 2018). DT-tilanteessa toiminnanohjausta tarvitaan kognitiivisen tehtävän suorittamiseen kävellessä, minkä vuoksi kognitiivisten resurssien kuormittuminen voi vaikeuttaa askeltamisen ja nopeuden ylläpitämistä (Dalton ym. 2016). Tämän vuoksi heikomman toiminnanohjauksen omaavat yksilöt joutuvat hidastamaan kävelynopeuttaan selviytyäkseen tehtävästä (Caetano ym. 2018). Toisaalta, myös arkiaktiivisuuden mittaaminen saattaa olla käyttökelpoinen liikkumiskyvyn arviointimenetelmä. Eräissä tutkimuksissa havaittiin, että kliinisissä olosuhteissa suoritettu tavanomainen kävelynopeus ei ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä toiminnanohjaukseen, kun puolestaan arkiaktiivisuuteen sisältynyt kävely oli yhteydessä toiminnanohjaukseen sekä mm. kaatumispelkoon ja toiminnanvajauksiin (Brodie ym. 2017).

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, että toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn muuttujien välisestä yhteydestä keskimääräinen efektikoko oli suurin alaraajojen suorituskyvyn osalta 0.48 (3 tutkimusta), kun vastaavat luvut olivat kävelyn osalta 0.17 (18 tutkimusta) ja tasapainon osalta 0.11 (3 tutkimusta) (Demnitz ym. 2016). Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välinen yhteys saattaakin tulla voimakkaammin esiin, kun liikkumiskyvyn arviointi on monipuolisempi. Esimerkiksi kääntyminen ja erilaiset siirtymiset vaativat verrattuna ST-kävelyyn enemmän esimerkiksi suunnitteluun liittyviä kognitiivisia resursseja (Ansai ym. 2017). Erilaisia liikkumiskykytestistöjä käyttäneissä tutkimuksissa on havaittu yhteys liikkumiskyvyn ja toiminnanohjauksen välillä (Ansai ym. 2017; Blackwood ym. 2016; Demnitz ym. 2018; Donoghue ym. 2012; Falck ym. 2017; Hirota

ym. 2010; Ishii ym. 2019; Liu-Ambrose ym. 2007; Taylor ym. 2018), mutta kaikissa tutkimuksissa yhteyttä ei ole havaittu (Demnitz ym. 2017). SPPB-testin ohella liikkumiskyvyn arviointimenetelmänä on käytetty esimerkiksi TUG-testiä, joka sisältää samoja elementtejä kuin SPPB-testi. Testissä tutkittava nousee istumasta seisomaan, kävelee 3 metrin matkan, kääntyy ja kävelee takaisin istumaan tuoliin. Testin on havaittu olevan yhteydessä toiminnanohjaukseen kotona asuvilla ikääntyneillä henkilöillä (Ansai ym. 2017; Blackwood ym. 2016; Donoghue ym. 2012; Hirota ym. 2010; Ishii ym. 2019). Eräessä tutkimuksessa TUG-testin osioista tuolilta ylösnousun ja kääntymisten havaittiin olevan yhteydessä toiminnanohjaukseen, mutta yhteyttä kävelyosioiden ja kognition välillä ei löytynyt (Ansai ym. 2017). SPPB-testiin kuuluvaa tuolilta ylösnousu- testiä on käytetty tutkimuksissa alaraajojen lihasvoiman arviointiin, mutta sen yhteys toiminnanohjaukseen ei ole ollut tilastollisesti merkitsevä (Blackwood ym. 2016; Demnitz ym. 2017; Falck ym. 2017; Zettel-Watson ym. 2017), lukuun ottamatta yhtä tutkimusta (Ishii ym. 2019). Tuolilta ylösnousu- testin ja heikentyneen kognition välillä on kuitenkin havaittu yhteys (Annweiler ym. 2011). SPPB-testiin kuuluu myös tasapaino-osio, ja toiminnanohjauksen ja tasapainon välinen yhteys on havaittu joissakin tutkimuksissa (Demnitz ym. 2018; Hirota ym. 2010; Liu-Ambrose ym. 2007; Zettel-Watson ym. 2017), mutta kaikissa tutkimuksissa tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei ole löytynyt (Demnitz ym. 2017). Eräessä tutkimuksessa toiminnanohjauksen ja tasapainon välinen yhteys oli vahvempi verrattuna kävelynopeuteen ja tuolilta ylösnousuun, mutta yhteys jäi silti vaatimattomaksi ( $\beta=0.052$ ,  $p<0.001$ ) (Demnitz ym. 2018). Selvitettäessä liikkumiskyvyn ja kognition välistä yhteyttä, liikkumiskyvyn arviointiin saattaa olla hyödyllistä sisällyttää tavanomaisen ST-kävelyn ohella esimerkiksi DT-kävely tai kävely maksimaalisella kävelynopeudella tai toiminnallinen testi, kuten SPPB tai TUG.

*Toiminnanohjaus liikkumiskyvyn muutosta ennustavana tekijänä.* Pitkittäistutkimuksista saadut tulokset toiminnanohjauksen heikkenemisen yhteydestä liikkumiskyvyn heikkenemiseen viittaa temporaaliseen suhteeseen näiden välillä (Buchman ym. 2011; Callisaya ym. 2015; Gothe ym. 2014; Stijntjes ym. 2017; Taylor ym. 2018; Vazzana ym. 2010). Heikomman toiminnanohjauksen on havaittu olevan yhteydessä vakavampaan alaraajojen suorituskyvyn heikkenemiseen (Vazzana ym. 2010), kävelyn hidastumiseen (Buchman ym. 2011; Callisaya ym. 2015; Gothe ym. 2014) ja kävelykyvyn menetykseen (Buchman ym. 2011) seuranta-aikojen vaihdellessa 1–6 vuoden välillä. Systemaattisessa

kirjallisuuskatsauksessa toiminnanohjauksen havaittiin olevan yhteydessä kävelynopeuteen ja sen heikkenemiseen 3–7 vuoden seurannan aikana, lisäksi toiminnanohjaus oli yhteydessä kaatumisiin (Kearney ym. 2013). Aivotasolla tarkasteltuna aivojen atrofituminen ja valkean aineen vioittuminen olivat yhteydessä kävelynopeuden hidastumiseen 2,5 vuoden seurannan aikana, mikä viittaa kausaalisuhteeseen aivojen ikääntymisen ja kävelyn hidastumisen välillä (Callisaya ym. 2013). Lisäksi, toiminnanohjauksen ja elinpiirin laajuuden välillä on havaittu temporaalinen suhde; heikon toiminnanohjauksen yhteyttä vähäisempään liikkumiseen elinpiirissä selittivät heikko alaraajojen suorituskyky ja vaikeudet kulkuneuvoilla liikkumisessa (Poranen-Clark ym. 2018). Kahden vuoden seurannassa toiminnanohjaus ennusti voimakkaammin laajempaa elinpiirissä liikkumista kuin toisinpäin (Poranen-Clark ym. 2018).

*Liikkumiskyky toiminnanohjauksen muutosta ennustavana tekijänä.* Toisaalta tutkimuksissa on havaittu liikkumiskyvyn heikentymisen olevan yhteydessä toiminnanohjauksen heikentymiseen (Mielke ym. 2013; Morris ym. 2016; Taylor ym. 2017; Tian ym. 2017). Kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, että kävelynopeus ennustaa kognition heikkenemistä ikääntyneillä henkilöillä, kun taas näyttö heikentyneen kognition vaikutuksesta kävelynopeuteen on vähäisempää (Morris ym. 2016). Tavanomaisen kävelynopeuden havaittiin ennustavan vahvemmin toiminnanohjauksen heikkenemistä kuin toisinpäin (Best ym. 2016). Sekä nopeavauhtinen kävely pitkällä matkalla (400 metriä) (Tian ym. 2017) että tavanomainen kävely lyhyellä matkalla (7.6 metriä) (Mielke ym. 2013) ennustivat toiminnanohjauksen muutosta, mutta toiminnanohjauksen muutos ei ennustanut liikkumiskykyä. Pitkittäisasetelmalla tarkasteltuna, hitaamman tavanomaisen kävelynopeuden on havaittu olevan yhteydessä toiminnanohjauksen heikkenemiseen niin kognitioltaan heikentyneillä yhden vuoden seurannan aikana (Taylor ym. 2017) kuin kognitioltaan terveillä ikääntyneillä henkilöillä neljän vuoden seurannan aikana (Mielke ym. 2013). Toisaalta, tutkittaessa Parkinsonin tautia sairastavia ikääntyneitä henkilöitä, tavanomaisella kävelynopeudella tai muilla kävelyn parametreilla kuten askelpituudella ei ollut yhteyttä toiminnanohjauksen heikkenemiseen kolmen vuoden seurannan aikana (Morris ym. 2017).

*Kaksisuuntainen yhteys toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välillä.* Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisen yhteyden kaksisuuntaisuus on pystytty havaitsemaan joissakin

tutkimuksissa, joissa liikkumiskyvyn muuttujana on ollut kävelynopeus (Best ym. 2016; Gale ym. 2014; Tian ym. 2017; Stijntjes ym. 2017). Toiminnanohjauksen ja tavanomaisen kävelynopeuden välillä havaittiin kaksisuuntainen yhteys 6 vuoden seurannan aikana, mutta efektikoot olivat vähäisiä (Gale ym. 2014; Tian ym. 2017). Eräässä tutkimuksessa toiminnanohjauksen ja kävelynopeuden välinen kahdensuuntainen yhteys havaittiin 4 vuoden seurannassa, kun taas 4–9 vuoden seurannassa ainoastaan alkutilanteen kävelynopeus oli yhteydessä toiminnanohjaukseen, mutta ei toisinpäin (Best ym. 2016). Toiminnanohjauksen ja maksimaalisen kävelynopeuden välillä havaittiin kaksisuuntainen yhteys ainoastaan ikäluokassa 75–85-vuotiaat tarkastellessa eri ikäluokkia 5–12 vuoden seurannan aikana (Stijntjes ym. 2017).

Toiminnanohjauksen ohella myös muiden kognition osa-alueiden, kuten yleisen kognition, muistin, prosessointinopeuden ja visuospatiaalisen hahmottamisen on havaittu olevan yhteydessä liikkumiskykyyn (Demnitz ym. 2016; Gale ym. 2014; Mielke ym. 2013; Verlinden ym. 2014). Toiminnanohjauksen on kuitenkin todettu olevan yleistä kognitiota vahvemmin yhteydessä esimerkiksi alaraajojen suorituskykyyn kuten tasapainoon ja polven ojennusvoimaan (Taylor ym. 2018), kaatumisriskiin (Caetano ym. 2018; Mirelman ym. 2012; Muir ym. 2012) ja kävelynopeuteen (Best ym. 2016; Callisaya ym. 2015; Demnitz ym. 2017). Esimerkiksi Taylorin ym. (2017) tutkimuksessa kävelynopeudella ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä muihin kognition osa-alueisiin kuin toiminnanohjaukseen. Joissakin tutkimuksissa puolestaan on havaittu yhteys liikkumiskyvyn ja kognition muiden osa-alueiden, kuten muistin, prosessointinopeuden ja tarkkaavuuden ylläpitämisen suhteen, mutta yhteyttä toiminnanohjaukseen ei ole havaittu (Killane ym. 2014; Morris ym. 2017; Stijntjes ym. 2016). Kognition eri osa-alueet ovatkin erottamattomasti yhteydessä toisiinsa (Miyake & Friedman 2012; Strauss ym. 2006), ja useissa toiminnanohjauksen arviointimenetelmissä korostuu prosessointinopeus (Holtzer ym. 2014). Johtuen useiden kognition osa-alueiden yhteydestä liikkumiskykyyn on myös ehdotettu, että liikkumiskyvyn ja kognition suhde olisi luonteeltaan enemmän yleinen kuin tiettyihin kognition osa-alueisiin rajoitunut (Demnitz ym. 2018). Toiminnanohjauksen ja muiden kognition osa-alueiden monimutkaiseen suhteeseen viittaa myös se, että toiminnanohjauksen merkitys suhteessa vammakaatumisiin nousi esiin silloin, kun ikääntyneellä henkilöllä ei ollut yleisen kognition heikkenemää (Welmer ym. 2017).

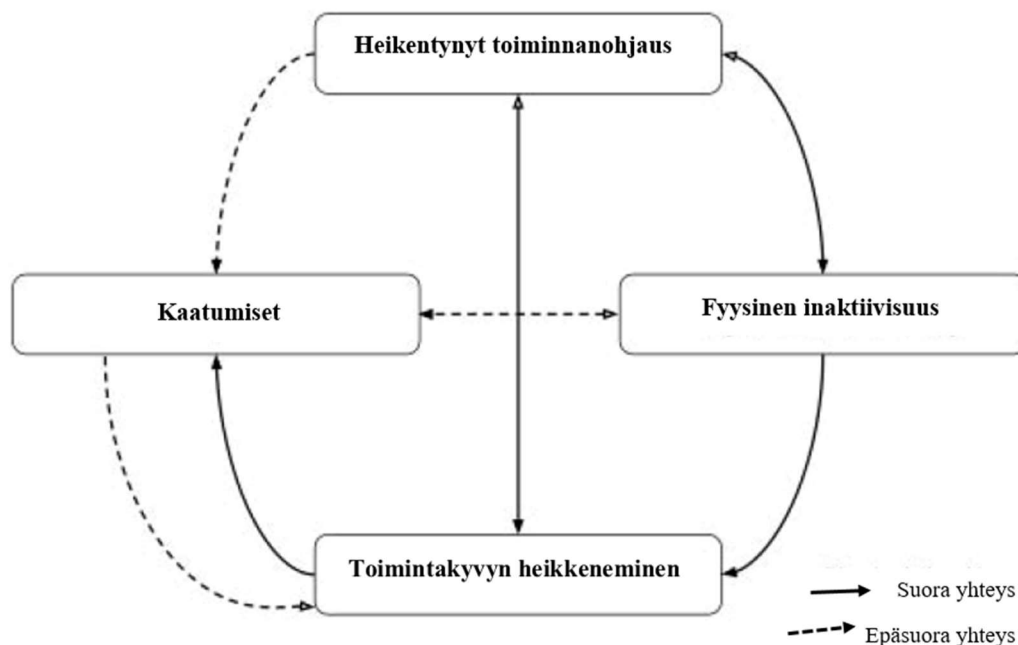
Tutkimustulokset toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisestä yhteydestä ovat osin ristiriitaisia. Tutkimustuloksiin on saattanut vaikuttaa käytettyjen arviointimenetelmien kirjavuus. Toiminnanohjausta on arvioitu tutkimuksissa hyvin erilaisin testein, mutta yleisimmin käytössä on ollut TMT ja Stroopin testi. Lisäksi liikkumiskyvyn mittaamisessa on vaihtelua esimerkiksi kävelymatkan pituuden suhteen; tarkastelluissa tutkimuksissa matka vaihteli välillä 2.44–400 metriä (Gale ym. 2014; Ghanavati ym. 2018; Tian ym. 2017), tyypillisimmin matka oli kuitenkin välillä 4–10 metriä (Beauchet ym. 2015; Caetano ym. 2018; Callisaya ym. 2015; Jor'dan ym. 2017; Mielke ym. 2013; Taylor ym. 2017). Valituilla arviointimenetelmillä saattaa olla vaikutusta yhteyden voimakkuuteen. Erässä tutkimuksessa havaittiinkin, että tavanomaisella kävelynopeudella ja toiminnanohjauksella ei ollut yhteyttä 9 metrin matkalla, kun taas aerobista kestävyyttä mittaavalla 6 minuutin kävelyllä ja toiminnanohjauksella havaittiin yhteys (Zettel-Watson ym. 2017).

Yhteenvetona todetaan, että toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys on havaittu useissa tutkimuksissa sekä poikkileikkaus- että pitkittäisasetelmassa, vaikka tulokset ovat osin ristiriitaisia. Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välillä on havaittu voimakkaampi yhteys, kun liikkumiskyvyn arviointimenetelmät ovat vaatineet tutkittavalta enemmän kognitiivisia resursseja, esimerkiksi kääntymisen, maksimaalisen kävelyvauhdin tai DT-kävelyn muodossa verrattuna tavanomaisella vauhdilla suoritettuun kävelyyn.

## **5.2 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä selittäviä tekijöitä**

Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä ei vielä täysin ymmärretä sen monitahoisuuden ja kompleksisuuden vuoksi (Demnitz ym. 2018). Ikääntymiseen liittyvät kognitiiviset muutokset (Malcolm ym. 2015; Oh-Park ym. 2010; Taylor ym. 2018) samoin kuin fyysisen aktiivisuuden määrä ja kuntotaso vaikuttavat liikkumiskykyyn (Kujala ym. 2019; Penninx ym. 2000). Siitä, edeltääkö heikentynyt liikkumiskyky kognition heikentymistä vai toisinpäin, ei ole varmuutta (Gale ym. 2014). Useat tutkijat ovat pohtineet, voisiko sama hermoyhteys tai patologinen prosessi heikentää samanaikaisesti sekä toiminnanohjausta että liikkumiskykyä (Callisaya ym. 2015; LaRoche ym. 2014; Stijntjes ym. 2017), mutta tällaista

yhteisen syytekijän mekanismia ei ole voitu osoittaa (Clouston ym. 2013). Kuvio 1 havainnollistaa toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä.



KUVIO 1. Heikentyneen toiminnanohjauksen, fyysisen inaktiivisuuden, toimintakyvyn heikkenemisen ja kaatumisten monitahoinen suhde Taylorin ym. (2018) mukaan

Liikkumiskyvyn ja kognition suhde vaihtelee eri ikäkausina, mikä saattaa osaltaan selittää ristiriidassa olevia tutkimustuloksia (Demnitz ym. 2018; Gonzales ym. 2016; Stijntjes ym. 2017). Kognition eri osa-alueiden on havaittu painottuvan suhteessa liikkumiskykyyn eri ikäisillä henkilöillä. Toiminnanohjauksen havaittiin olevan yhteydessä liikkumiskykyyn kaikissa ikäluokissa yli 55-vuotiailla, kun taas yli 85-vuotiailla kognition osa-alueista myös yleinen kognitio ja muisti olivat yhteydessä liikkumiskykyyn (Stijntjes ym. 2017). Verrattaessa ikääntyneitä ja nuoria naisia, ikääntyneillä naisilla havaittiin yhteys liikkumiskyvyn ja toiminnanohjauksen välillä, kun taas nuoremmilla naisilla kävelyn ja näkö- ja havainnointikyvyn välillä havaittiin yhteys (Gonzales ym. 2016). Tarkastellessa liikkumiskyvyn ja toiminnanohjauksen välisen yhteyden suuntaa, ainoastaan ikäluokassa 75–85-vuotiaat havaittiin kaksisuuntainen yhteys, kun muissa ikäluokissa yhteys oli

yksisuuntainen toiminnanohjauksen ennustaessa liikkumiskyvyn heikkenemistä (Stijntjes ym. 2017). Toisaalta, liikkumiskyvyn ja toiminnanohjauksen, samoin kuin muiden kognition osa-alueiden välisen yhteyden havaittiin voimistuvan ikääntyessä tutkittaessa 45–87-vuotiaita, kotona asuvia aikuisia (Demnitz ym. 2018). Ikääntymiseen liittyvät muutokset, kuten keskus- ja ääreishermoston sekä tuki- ja liikuntaelimestön toiminnan heikkeneminen (Curtis ym. 2015; Goodpaster ym. 2006; Ribeiro & Oliveira 2007; Seidler ym. 2013), voimistuvat korkeammassa ikäluokissa, minkä vuoksi yli 75-vuotiaat saattavat hyödyntää kognitiivista ja fyysistä toimintakykyään toisiaan täydentävinä mekanismeina kompensoidakseen ikääntymismuutoksiin liittyvää degeneraatiota (Stintjes ym. 2017).

Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn, ja niihin liittyvän terveyskäyttäytymisen, suhde ei ole yksiselitteinen (Hall & Marteau 2014). Itsesäätelyllä, joka on osa toiminnanohjausta, on tärkeä rooli sen kannalta, kuinka hyvin henkilö noudattaa terveyden kannalta hyödyllisiä toimintamalleja (Best ym. 2014; Hall & Fong 2007; Hofmann ym. 2012). Parempi toiminnanohjaus mahdollistaa sen, että yksilö pitää huolta omasta toimintakyvystään johdonmukaisesti, kun taas heikomman toiminnanohjauksen ja itsesäätelyn omaavat tekevät huonompia valintoja terveytensä kannalta (Hall & Marteau 2014). Toiminnanohjaus vaikuttaa siihen, missä määrin henkilö sitoutuu esimerkiksi liikuntaharjoitteluun ja fyysiseen rasitukseen (Best ym. 2014; McAuley ym. 2011). Itsesäätelyn ansiosta henkilö jaksaa ponnistella ja kestää epämukavuutta, mikäli toiminnalla on hyödyllisiä vaikutuksia; esimerkkinä rasittava voimaharjoitus sohvalle lepäilemisen sijaan (Hall & Fong 2007; McAuley ym. 2011). Toiminnanohjaus saattaa myös toimia mediaattorina eli vaikutuksen muovaajana kivun ja kävelynopeuden välillä, sillä niin kivulla kuin toiminnanohjauksellakin havaittiin olevan yhteys liikkumiskykyyn polven nivelrikosta kärsivillä henkilöillä (Morone ym. 2014). Toiminnanohjauksella on havaittu olevan myös yhteys yksilön harkintakykyyn koskien terveyteen ja turvallisuuteen liittyviä valintoja, ja hyvällä toiminnanohjauksella pystyi kompensoimaan alhaista älykkyydosamäärää (Hinrichs ym. 2016). Myös toiminnanohjauksen ja elämänlaadun välillä on yhteys; erityisesti inhibitiio oli tärkeä elämänlaadun mentaalisen ulottuvuuden kannalta, kun taas kognitiivinen joustavuus oli merkityksellinen elämänlaadun fyysisen ulottuvuuden kannalta tutkittaessa ikääntyneitä henkilöitä (Forte ym. 2015). Fyysinen toimintakyky vaikuttaisi toimivan moderaattorina toiminnanohjauksen ja koetun elämänlaadun välillä ikääntyneillä henkilöillä; suoriutuminen haastavista toiminnallisista



tehtävistä yhdistettynä hyvään toiminnanohjaukseen ennustaa tyytyväisyyttä omaan terveydentilaan ja elämänlaatuun (Forte ym. 2015).

Fyysisen aktiivisuuden määrä ja kognitio ovat yhteydessä toisiinsa (Carvalho ym. 2014; de Souto Barreto ym. 2016; Engeroff ym. 2018; Wanigatunga ym. 2018). Fyysisen aktiivisuuden ja kognitiivisen toimintakyvyn välillä havaittiin annos-vaste-suhde, ja jo vähäisellä määrällä fyysistä aktiivisuutta oli positiivinen vaikutus kognitioon tutkittaessa 50 vuotta täyttäneitä henkilöitä (n=104909) (de Souto Barreto ym. 2016). Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, että fyysisellä aktiivisuudella on kognitiota suojaava vaikutus (Carvalho ym. 2014). Suuremmalla fyysisen aktiivisuuden määrällä havaittiin yhteys toiminnanohjauksen lisäksi psykomotoriseen nopeuteen ja tarkkaavuuteen tutkittaessa toimintakyvyltään rajoittuneita ikääntyneitä henkilöitä (Wanigatunga ym. 2018). Lisäksi, sedentaariaika eli liikkumattomuus oli yhteydessä heikentyneeseen toiminnanohjaukseen (Wanigatunga ym. 2018). Heikentyneen toiminnanohjauksen ja fyysisen inaktiivisuuden havaittiin olevan itsenäisesti yhteydessä toimintakyvyn heikkenemiseen ja kaatumisriskin kohoamiseen 12 kuukauden seurannan aikana (Taylor ym. 2018). Vaikka fyysinen aktiivisuus ja kognitio ovat yhteydessä toisiinsa, tutkimuksissa on havaittu, että fyysisen aktiivisuuden määrä ei selitä kävelynopeuden hidastumisen ja toiminnanohjauksen heikkenemisen välistä yhteyttä (Best ym. 2016; Demnitz ym. 2018). Toiminnanohjauksen ja fyysisen aktiivisuuden välillä on havaittu kaksisuuntainen yhteys, ja heikko toiminnanohjaus oli voimakkaammin yhteydessä fyysisen aktiivisuuden vähenemiseen kuin toisinpäin (Daly ym. 2015). Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan, voimaharjoittelulla on saatu lupaavia tuloksia yleisen kognition ja toiminnanohjauksen kohenemisessä, vaikka tulokset ovat osin ristiriitaisia (Li ym. 2018).

Toiminnanohjauksen on todettu vaikuttavan välillisesti kognitiivisen kapasiteetin ja toimintakyvyn suhteeseen; kognitiivisen reservin kohentuessa myös toiminnanohjaus paranee, mikä puolestaan parantaa fyysistä toimintakykyä (Puente ym. 2015). Paremmen fyysisen kunnon ja kognitiivisen joustavuuden välinen yhteys oli eräissä tutkimuksissa tilastollisesti merkitsevä, vaikka yhteys vakioitiin iällä, koulutustasolla, rasvattoman massan määrällä ja sukupuolella (Berryman ym. 2013). Samoin lisääntyneellä lihasvoimalla on havaittu yhteys yleisen kognition ja muistin kohenemiseen (Mavros ym. 2017). Toiminnanohjaukseen kuuluvaa kognitiivista joustavuutta tarvitaan siihen, että ikääntynyt henkilö pystyy

hyödyntämään alaraajojen voimaa kävelläkseen nopeasti ja parempi inhibitio auttaa arjen toiminnoissa kompensoimaan selän ja alaraajojen vähentynyttä liikkuvuutta (Forte ym. 2013).

Kognition ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä on tutkimuksissa tarkasteltu myös aivoja kuvantamalla. Etuotsalohkojen valkean aineen degeneraation ja demyelinaation on havaittu olevan yhteydessä sekä heikentyneeseen toiminnanohjaukseen että hidastuneeseen kävelynopeuteen ikääntyneillä henkilöillä (Poole ym. 2018). Valkean aineen degeneraatio ja siihen liittyvä välittäjäaineiden kuten aseyylikoliinin heikentynyt toiminta saattaa samanaikaisesti heikentää toiminnanohjausta ja siihen tiiviisti liittyvää tarkkaavuutta sekä kävelynopeutta (Morris ym. 2016). Toiminnanohjauksen on havaittu selittävän aivojen valkean aineen muutosten ja kävelynopeuden välistä yhteyttä (Bolanzadeh ym. 2014; Ghanavati ym. 2018). Toiminnanohjauksen lisäksi tavanomaista kävelyä tarkastellessa yhteyttä selitti myös prosessointinopeus (Bolanzadeh ym. 2014) ja DT-kävelyä tarkastellessa yleinen kognitio (Ghanavati ym. 2018). Heikentynyt verenkierto etuotsalohkoissa toiminnanohjausta vaativan tehtävän aikana oli yhteydessä kävelynopeuden hidastumiseen kotona asuvilla, ikääntyneillä henkilöillä (Jor'dan ym. 2017). Kaikissa tutkimuksissa ei ole havaittu yhteyttä aivorakenteen ja kognition välillä (Stijntjes ym. 2016).

Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn väliseen yhteyteen vaikuttaa myös liikkumisen sujuvuus ja kaatumispelko. Aivoja kuvantamalla on havaittu, että heikentyneeseen toiminnanohjaukseen viittaava lisääntynyt aktivaatio etuotsalohkojen alueella kognitiota haastavan DT-kävelyn aikana oli yhteydessä kaatumisiin tutkittaessa ikääntyneitä henkilöitä (Halliday ym. 2018). Toiminnanohjauksen tai muiden kognition osa-alueiden heikkenemisestä kertovat muutokset saattavat olla nähtävissä aivotasolla ennen kuin niitä havaitaan neuropsykologisissa testeissä; eräässä tutkimuksessa toiminnanohjauksen tai muiden kognition osa-alueiden ei havaittu olevan yhteydessä kaatumisiin, mutta kaatujilla oli pienempi aivojen harmaan ja valkean aineen sekä aivokuorenalainen tilavuus (Hsu ym. 2016). Kävelynopeuden lisäksi kävelyn vaihtelevuuden eli kävelyn parametrien kuten kadenssin (askelta/minuutti), askelten pituuden ja askelten leveyden (Calliasaya ym. 2013) on havaittu ennustavan kaatumistapaturmia (Oh-Park ym. 2010). Toiminnanohjauksen ja kävelyn vaihtelevuuden välinen yhteys on havaittu tarkastelemalla toiminnanohjauksen kannalta tärkeitä aivoalueita ja aivojen harmaan aineen tilavuutta (Tian ym. 2016), samoin kuin

kävelyn parametrejä analysoimalla niin kognitioltaan terveillä kuin dementoituneilla ikääntyneillä henkilöillä (Beauchet ym. 2015). Toiminnanohjaus oli yhteydessä kävelyn parametreihin ikääntyneillä henkilöillä tarkastellessa DT-kävelyä tavanomaisella kävelynopeudella (LaRoche ym. 2014). Heikentynyt toiminnanohjaus yhdessä heikon polven ojennusvoiman ja kaatumispelon kanssa selittivät kävelynopeuden ja kaatumisriskin yhteyttä, kun tavanomaisella nopeudella suoritettuun kävelyn kuului askeltamiseen liittyviä tehtäviä ja DT-tehtävä (Caetano ym. 2018). Paremmen toiminnanohjauksen on havaittu olevan yhteydessä sujuvampaan askeltamisen mukauttamiseen esimerkiksi esteitä ylittäessä (Caetano ym. 2017) kuin myös sujuvampaan kävelyn aloittamiseen (Boripuntakul & Sungkarat 2017). Liikkumiskykyä arvioidessa tulisi ottaa huomioon toiminnallisen suorituksen lisäksi liikkumisen psyykinen ulottuvuus, sillä liikkumisvarmuus on yhteydessä arjen toimintakykyyn (Edgren ym. 2013).

Yhteenvetona todetaan, että toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä selittävät useat tekijät monien eri vaikutusmekanismien kautta. Taulukossa 1 esitetään tiivistetysti toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisen yhteyden suuntaa ja yhteyteen liittyviä tekijöitä. Kognitiivisten prosessien vaikutuksen liikkumiskykyyn todetaan vaikuttavan vahvemmalta kuin toisinpäin, sillä toiminnanohjaus säätelee tavoitteellista toimintaa, liikkumisen sujuvuutta yhteiskunnassa sekä fyysisen aktiivisuuden määrää.

TAULUKKO 1. Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välinen yhteys.

---



---

**Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välinen yhteys**

---

**Toiminnanohjaus** → johdonmukaisuus terveyttä edistävässä valinnoissa → **liikkumiskyky**

---

**Toiminnanohjaus** ↔ fyysinen aktiivisuus ↔ **liikkumiskyky**

---

**Toiminnanohjaus & liikkumiskyky** ↔ suoriutuminen ADL- ja IADL-toiminnoista

---

**Toiminnanohjaus & liikkumiskyky** ↔ liikkumisen sujuvuus, asennon hallinta, kyky reagoida ympäristössä tapahtuviin muutoksiin

---

**Toiminnanohjaus & liikkumiskyky** ↔ toimintakyvyn rajoittuminen, kaatumispelko

---



---

## 6 TUTKIMUKSEN TARCOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä ikääntyneillä, sairaalasta kotiutuneilla henkilöillä.

Tutkimuskysymykset:

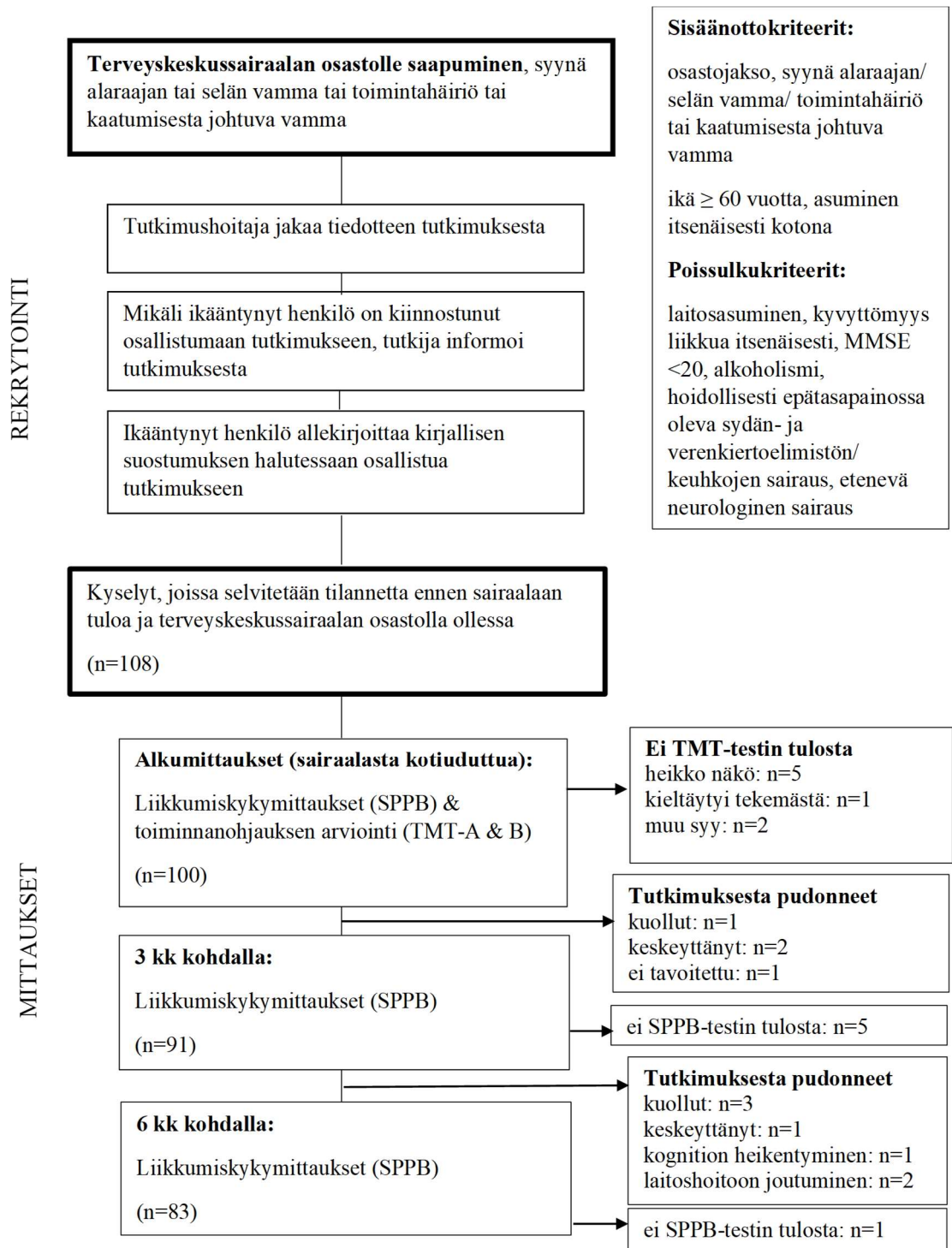
1. Onko toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välillä yhteyttä ikääntyneillä henkilöillä?
2. Onko toiminnanohjauksella yhteyttä sairaalajakson jälkeiseen kuntoutumiseen ikääntyneillä henkilöillä?

## 7 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 7.1 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineistona hyödynnetään läkkäiden kuntoutujien fyysisen aktiivisuuden edistäminen (Promotion of physical activity, ProPa) -tutkimuksessa kerättyä aineistoa. Tutkimus toteutettiin tutkimus- ja kehittämiskeskus GeroCenterissä yhteistyössä Jyväskylän yliopiston Gerontologian tutkimuskeskuksen (GEREC) ja Jyväskylän yhteistoiminta-alueen terveyskeskussairaalan (JYTE) kanssa. Tutkimukseen otettiin mukaan iältään vähintään 60-vuotiaita kotonaan itsenäisesti asuvia miehiä ja naisia, jotka olivat olleet terveyskeskussairaalassa alaraajan tai selän vamman tai toimintahäiriön vuoksi (esimerkiksi lonkkamurtuma, tekoniveloperaatio, voimakkaasti oireileva nivelrikko) tai kaatumisesta johtuvan vamman vuoksi.

Tutkittavat satunnaistettiin kontrolli- ja kotikuntoutusinterventioryhmiin, mutta tässä pro gradu -tutkimuksessa tarkastellaan ainoastaan pilottivaiheessa kerättyä (n=50) ja kontrolliryhmään (n=58) kuuluneiden aineistoa. Tässä pro gradu -tutkimuksessa hyödynnettävän aineiston tutkittavat rekrytoitiin kahdessa aallossa kevään 2015 ja syyskuun 2017 välisenä aikana kahdessa terveyskeskussairaalassa, jotka sijaitsevat Keski-Suomessa. Tutkimuksen kulku on kuvattu kuviossa 2. Tutkimuksen kulusta on julkaistu protokolla-artikkeli (Turunen ym. 2017).



KUVIO 2. Tutkimuksen rekrytointi- ja mittausprosessi

## 7.2 Arviointimenetelmät

*Toiminnanohjauksen arviointi.* Tutkimuksessa toiminnanohjauksen arvioinnissa hyödynnettiin seurantatehtävää The Trail Making Test (TMT). Testi koostuu kahdesta osiosta: Trail Making Test A (TMT-A) B ja (TMT-B) (Reitan 1955). Osiossa A tutkittava yhdistää numerot 1-25 toisiinsa järjestyksessä edeten pienimmästä numerosta suurimpaan mahdollisimman nopeasti. Osiossa B tutkittavan tulee yhdistää numerot 1-13 ja kirjaimet A-L toisiinsa järjestyksessä mahdollisimman nopeasti, numeroiden ja kirjainten vuorotellen: 1, A, 2, B jne. (Reitan 1955). Testistä suoriutuminen vaatii mm. prosessointinopeutta, kognitiivista joustavuutta, työmuistin käyttöä ja yleistä älykkyyttä (Bowie & Harvey 2006; Sánchez-Cubillo ym. 2009; Strauss ym. 2006, 655). TMT-A testaa erityisesti visuaalismotorisia ja hahmottamiseen liittyviä taitoja, TMT-B työmuistia ja vaihtamista kahden tehtävän välillä (Sánchez-Cubillo ym. 2009). Ikä, sukupuoli ja koulutus vaikuttavat TMT-testeissä suoriutumiseen (Hester ym. 2005; Yuspeh ym. 2000). TMT-A ja TMT-B testiosioista voidaan muodostaa yleisesti tutkimuksissa käytetty TMT-deltamuuttuja (TMT B-A) (Best ym. 2015; Ble ym. 2005; Caetano ym. 2017; Gonzales ym. 2016; Poranen-Clark ym. 2018; Vazzana ym. 2010). Laskemalla TMT-testin B ja A osien erotus, erotetaan visuaalismotorinen toiminta ja saadaan siten tarkempaa tietoa toiminnanohjauksesta, TMT-deltan ollen validi toiminnanohjauksen arviointimenetelmä (Sánchez-Cubillo ym. 2009). Eräässä tutkimuksessa TMT-B:n havaittiin korreloivan TMT-deltan kanssa, ja TMT-B:n todettiin olevan validi selvitetessä arjessa ilmeneviä toiminnanohjauksen haasteita (Chaytor ym. 2006). TMT-testien on havaittu olevan sensitiivisiä toiminnanohjauksen häiriöille (Burgess ym. 1998). Testien tekeminen keskeytetään tyypillisesti 5 minuutin (300 sekuntia) kohdalla, mikäli tutkittava ei ole saanut siihen mennessä tehtävää valmiiksi (Bowie & Harvey 2006).

*Liikkumiskyvyn arviointi.* Alaraajojen suorituskykyä arvioitiin Short Physical Performance (SPPB) -testillä (Guralnik ym. 1994). Testissä on kolme osiota, joilla arvioidaan seisomatasapainoa (jalat rinnakkain-, puolitanDEM- ja tandem-seisonta), tavanomaista kävelynopeutta (2,44-4 metrin matka) ja istumasta seisomaannousua (viisi toistoa). Osiot pisteytetään asteikolla 0-4, jolloin testin yhteispistemäärä on välillä 0-12. Suurempi pistemäärä indikoi parempaa suoriutumista. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, jossa

vertailtiin liikkumiskyvyn arviointimenetelmiä, SPPB oli testeistä suositeltavin validiteetiltaan, reliabiliteetiltaan ja muutosherkkydeltään (Freiberger ym 2012). Myös eräässä toisessa systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa SPPB-testi todettiin vahvaksi reliabiliteetiltaan ja validiteetiltaan (Mijnarends ym 2013). SPPB-testi soveltuu myös kognitioltaan heikentyneiden ikääntyneiden henkilöiden toimintakyvyn arviointiin, mutta kaikista huonokuntoisimpien kohdalla testi saattaa olla liian vaativa (Braun ym. 2019).

*Muut mittarit.* *Elinpiirin* arviointiin käytettiin University of Alabama at Birmingham Study of Aging Life Space Assessment (LSA) -kyselyä (Baker ym. 2003). Pistemäärä vaihtelee välillä 0-120, ja suurempi pistemäärä kertoo laajemmasta elinpiiristä. *Mielialaa* arvioitiin käyttämällä The Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D) -itsearviointiasteikkoa (Radloff 1977). Pistemäärä on 0-60, ja suurempi pistemäärä merkitsee suurempaa masennusoireiden määrää. *Kaatumispelkoa* arvioitiin Falls Efficacy Scale International (FES-I) -kyselyllä (Yardley ym. 2005). Kokonaispistemäärä on 16-64, suuremman pistemäärän indikoidessa suurempaa kaatumispelkoa. *Yleistä kognitiota* arvioitiin Mini-Mental State Examination (MMSE) kognitiivisella testisarjalla (Folstein ym. 1975). Kokonaispistemäärä on 0-30, suuremman pistemäärän indikoidessa parempaa kognitiivista suorituskkyä.

*Taustamuuttujat.* Tutkimuksen aloitusajankohtana on laskettu tutkittavan *ikä* tutkittavan ilmoittaman syntymäajan perusteella. *Koulutus* on tutkittavan ilmoittama koulutusvuosien lukumäärä. *Yksin asuminen* on selvitetty kyselylomakkeella vaihtoehdoin kyllä tai ei. *Painoindeksi eli BMI* on laskettu kaavalla  $\text{paino(kg)/pituus(m)}^2$ , hyödyntäen joko tutkittavan itse ilmoittamaa painoa tai pituutta tai, kun mahdollista, tutkimuksen alussa mitattua painoa ja pituutta. *Sairaalassaoloaika vuorokausina* on laskettu osastolle saapumispäivän ja osastolta lähtemispäivän perusteella. *Sairaalaan tulosityn ja kroonisten sairauksien lukumäärän* tutkimushoitaja haki terveyskeskussairaalan rekistereistä eli näissä oli taustalla lääkärin tekemät diagnoosit. *Oma arvio terveydentilasta* on selvitetty kysymyksellä ”Millaiseksi arvioisitte nykyisen terveydentilanne?” vastausvaihtoehdoin 1=erittäin hyvä, 2=hyvä, 3=huono, 4=erittäin huono. *Apuvälineen käyttöä* ennen sairaalaan joutumista selvitettiin kyselylomakkeella. *Sisällä* liikkumisen suhteen vastausvaihtoehdot olivat 0=ei apuvälinettä, 1=kävelykeppi, 2=kyynär- tai kainalosauvat, 3=kävelyteline, 4=kävelypöytä,



5=käsikäyttöinen pyörätuoli, 6=kuljetuspyörätuoli, 7=muu, mikä. *Ulkona* liikkumisen suhteen vastausvaihtoehdot olivat 0=ei apuvälinettä, 1=kävelykeppi, 2=kävelysauvat, 3=kyynär- tai kainalosauvat, 4=kävelyteline, 5=kävelypöytä, 6=käsikäyttöinen pyörätuoli, 7=potkupyörä, 8=kuljetuspyörätuoli, 9=muu, mikä, 10=en liikkunut lainkaan ulkona.

### 7.3 Tilastoanalyysit

Tilastoanalyysit tehtiin SPSS-ohjelman versiolla 24.0 (SPSS, Armonk, NY, IBM Corp). Kuvailevat tunnusluvut laskettiin käyttämällä keskiarvoja ja keskihajontaa jatkuville muuttujille ja prosenttilukuja kategorisille muuttujille. Tutkittavat jaettiin kolmeen yhtä suureen luokkaan TMT-deltan (TMT B-A) arvojen mukaan. Tämän jälkeen huonoimmin suoriutuvien ryhmään lisättiin ne tutkittavat, jotka yrittivät tehdä TMT-B-testin, mutta heillä kului suoritukseen aikaa yli 5 minuuttia (300 sekuntia) tai heitä jouduttiin jatkuvasti neuvomaan, minkä vuoksi testi jouduttiin keskeyttämään. Täten huonosti suoriutuvien ryhmä on kooltaan suurin. Parhaiten suoriutuvan tertiilin raja-arvo oli <71 sekuntia, keskimääräisesti suoriutuvan 71-141 sekuntia ja heikommin suoriutuvan >141 sekuntia. Ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin jatkuvien muuttujien osalta yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA) ja ei-parametrisellä vastineella Kruskal-Wallis testillä (vinouden ja/tai huipukkuuden ollessa >1.5) ja kategoristen muuttujien osalta ristiintaulukoinnilla (Khiin neliö). Ristiintaulukoinnissa osan muuttujista kohdalla odotetuista frekvensseistä >20 % oli pienempiä kuin 5 (sukupuoli, sairaalaan tulosyy, oma arvio terveydentilasta, apuvälineen käyttö sisällä ja ulkona), minkä vuoksi näiden kohdalla tuloksia p-arvon suhteen tulee tulkita varauksella. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin  $p < 0.05$ .

Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä tarkasteltiin poikkileikkausasetelmassa lineaarisella regressioanalyysillä alkutilanteessa. Lisäksi lineaarisella regressioanalyysillä tarkasteltiin alkutilanteen muuttujien yhteyttä liikkumiskyvyn vaihteluun 6 kuukauden kohdalla. Perusmallissa oli mukana ainoastaan toiminnanohjaus. Toinen malli vakioitiin iällä ja koulutusvuosien sekä kroonisten sairauksien lukumäärällä. Toiseen malliin lisättiin aluksi myös BMI, mutta sen standardoidun regressiokertoimen pienuuden vuoksi (0.016) se poistettiin lopullisesta mallista. Kolmanteen

malliin lisättiin kaatumispelko. Lineaarisella regressioanalyysillä tarkasteltiin myös liikkumiskyvyn yhteyttä toiminnanohjaukseen ja yleisen kognition yhteyttä liikkumiskykyyn. Regressiomallit tehtiin Enter-metodia käyttäen. Ryhmien välisiä eroja SPPB-testin tulosten suhteen tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä, ja näiden havainnollistamiseksi tehtiin viivakuvio Excel-ohjelmalla. Ristiintaulukoinnilla tarkasteltiin seurannan aikana tapahtuvaa katoa eri ryhmissä. Kahden riippumattoman otoksen t-testillä tarkasteltiin ryhmien välisiä eroavaisuuksia 6 kuukauden kohdalla SPPB-testiin osallistuneiden ja loppumittauksista poisjääneiden välillä.

Toiminnanohjauksen ja SPPB-testin välistä yhteyttä tarkasteltiin pitkittäisasetelmassa yleistetyillä estimointiyhtälöillä (GEE, General Estimating Equation) (Liang & Zeger 1986). GEE-menetelmä huomioi eri ajankohtina tehtyjen seurantamittausten korrelaatiot (Liang & Zeger 1986). Mallilla arvioitiin toiminnanohjauksen vaikutusta selitettävään tekijään eli SPPB-testin summapistemäärään ja ajan interaktiovaikutusta (ryhmä x aika) kolmen ja kuuden kuukauden seurannassa. Perusmalliin asetettiin selittäviksi tekijöiksi TMT-delta ja aika, lisäksi malli vakioitiin iällä. Vertailuryhmäksi asetettiin hyvän toiminnanohjauksen ryhmä.

## 8 TULOKSET

### 8.1 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys poikkileikkausasetelmassa

*Kuvailevat tiedot.* Tutkittavien perustiedot toiminnanohjauksen perusteella tehdyn luokittelun mukaan on nähtävillä taulukossa 2. Tutkittavien keski-ikä oli 79.4 vuotta (keskihajonta 8.1), naisia oli 89 % eli selvä enemmistö. Liikkumisen apuvälinettä käytti sisällä 85 % ja ulkona 81 % tutkittavista henkilöistä. Monivertailutestin (LSD) tulokset osoittivat, että verrattuna hyvän toiminnanohjauksen ryhmään, heikon toiminnanohjauksen omaavat olivat keskimäärin 8 vuotta vanhempia ( $p < 0.001$ ), heillä oli 1 krooninen sairaus enemmän ( $p = 0.010$ ) ja heillä oli 3 vuotta vähemmän koulutusta ( $p = 0.001$ ). Ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero myös MMSE-pistemäärän ( $p < 0.001$ ), SPPB-testin tuloksen ( $p = 0.010$ ) ja sairaalajaksoa edeltäneen elinpiirin ( $p < 0.001$ ) suhteen monivertailutestin mukaan. Heikon toiminnanohjauksen ryhmässä MMSE-pistemäärä oli keskimäärin 24 pistettä, kun sekä hyvän että keskiverron toiminnanohjauksen ryhmässä tulos oli keskimäärin 27 pistettä. Heikon toiminnanohjauksen ryhmässä keskimääräinen SPPB-testin tulos, 4.0 pistettä, oli huonompi verrattuna sekä keskivertoon ryhmään, tulos 5.3 pistettä ( $p = 0.030$ ), että hyvään ryhmään, tulos 5.6 pistettä ( $p = 0.006$ ). Elinpiiri ennen sairaalajaksoa oli keskiverron ja hyvän toiminnanohjauksen ryhmissä lähes 20 pistettä laajempi verrattuna heikon toiminnanohjauksen ryhmään.

Lisäksi, ryhmien välillä oli eroa sairaalaan tulosyyn ( $p = 0.007$ ) ja ulkona liikkumisen apuvälineen käytön suhteen ( $p = 0.002$ ); heikon toiminnanohjauksen ryhmässä sairaalaan tulosyyn oli useammin (50 %) murtuma verrattuna hyvän toiminnanohjauksen ryhmään (33 %) ja heikon toiminnanohjauksen ryhmässä käytettiin ulkona liikkumisen apuvälinettä useammin (92 %) verrattuna hyvän toiminnanohjauksen ryhmään (79 %). Ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sukupuolen, yksin asumisen, sairaalassaoloajan, itse arvioidun terveydentilan, mielialan, kaatumispelon, liikkumisen apuvälineen käytön sisällä eikä kävelynopeuden suhteen.

TAULUKKO 2. Perustiedot tutkittavista, luokittelu toiminnanohjauksen mukaan.

	Toiminnanohjaus				p-arvo
	Kaikki n=100	Heikko n=52	Keskiverto n=24	Hyvä n=24	
<b>Ikä, v</b>	79.4 (8.1)	82.4 (6.3)	78.4 (9.5)	74.0 (7.3)	<0.001 <sup>a</sup>
<b>Naisia, n (%)</b>	89 (89)	44 (85)	22 (92)	23 (96)	0.310 <sup>b</sup>
<b>Koulutusvuodet</b>	9.6 (3.8)	8.3 (3.3)	10.3 (3.7)	11.6 (4.1)	<b>0.001<sup>a</sup></b>
<b>Yksin asuminen, n (%)</b>	63 (63)	32 (62)	15 (63)	16 (67)	0.910 <sup>b</sup>
<b>BMI, kg/m<sup>2</sup></b>	27.3 (6.0)	25.7 (4.8)	29.7 (6.4)	28.6 (7.0)	<b>0.008<sup>c</sup></b>
<b>Sairaalassaoloaika, vrk</b>	17 (16)	17 (16)	18 (19)	16 (15)	0.546 <sup>c</sup>
<b>Sairaalaan tulosityy, n (%)</b>					<b>0.007<sup>b</sup></b>
murtuma (trauma)	40 (40)	26 (50)	6 (25)	8 (33)	
suunniteltu	28 (28)	12 (23)	9 (38)	7 (29)	
tekonivelleikkaus					
muu kiputila	26 (26)	13 (25)	9 (38)	4 (17)	
suunniteltu selkäleikkaus	6 (6)	1 (2)	0 (0)	5 (21)	
<b>Krooniset sairaudet, lkm</b>	3 (2)	3 (2)	3 (1)	2 (2)	<b>0.034<sup>a</sup></b>
<b>Oma arvio</b>					0.761 <sup>b</sup>
<b>terveydentilasta, n (%)</b>					
hyvä	50 (50)	28 (54)	10 (42)	12 (50)	
huono	42 (42)	20 (39)	11 (46)	11 (46)	
erittäin huono	8 (8)	4 (8)	3 (13)	1 (4)	
<b>Elinpiiri, LSA, ennen sairaalaan joutumista</b>	48.9 (22.4)	39.9 (18.3)	59.4 (23.0)	58.5 (22.5)	<0.001 <sup>a</sup>
<b>Mieliala, CES-D</b>	15.7 (10.8)	16.7 (11.8)	13.6 (8.3)	15.8 (10.7)	0.497 <sup>a</sup>
<b>Kaatumispelko, FES-I</b>	38.6 (11.2)	39.3 (10.3)	38.0 (13.6)	37.7 (10.9)	0.876 <sup>a</sup>
<b>MMSE-pisteet</b>	25.6 (2.6)	24.3 (2.4)	26.9 (1.8)	27.3 (2.3)	<0.001 <sup>a</sup>
<b>TMT-A, s</b>	88.8 (60.6)	121.3 (67.1)	54.7 (19.4)	53.8 (25.7)	<0.001 <sup>c</sup>
<b>TMT-B, s</b>	207.8 (144.9)	356.0 (157.6)	155.2 (36.3)	106.0 (30.9)	<0.001 <sup>c</sup>
<b>Liikkumisen apuvälineen käyttö päivittäin, n (%)</b>					
sisällä	85 (85)	47 (90)	20 (83)	18 (75)	0.210 <sup>b</sup>
ulkona, ympäri vuoden	79 (81)	47 (92)	13 (57)	19 (79)	<b>0.002<sup>b</sup></b>
<b>SPPB-pisteet</b>	4.7 (2.3)	4.0 (2.0)	5.3 (2.6)	5.6 (2.4)	<b>0.010<sup>a</sup></b>
<b>Kävelynopeus, m/s</b>	0.47 (0.21)	0.44 (0.17)	0.43 (0.25)	0.57 (0.23)	0.586 <sup>c</sup>

Heikko toiminnanohjaus TMT-delta >141 sekuntia tai ei pystynyt suoriutumaan ilman jatkuvaa neuvomista tai alle 300 sekunnissa, keskiverto toiminnanohjaus 71-141 sekuntia, hyvä toiminnanohjaus <71 sekuntia

Jatkuvien muuttujien osalta luvut ovat keskiarvoja (keskihajonta)

<sup>a</sup>ANOVA, <sup>b</sup>Khiin neliö, <sup>c</sup>Kruskal-Wallis

LSA (Life-Space Assessment) 0-120, CES-D (The Center for Epidemiologic Studies Depression Scale) 0-60, FES-I (Falls Efficacy Scale International) 16-64, SPPB (Short Physical Performance Battery) 0-12

*Liikkumiskyvyn vaihtelu toiminnanohjauksen suhteen alkutilanteessa.* Linearisella regressioanalyysillä tarkasteltiin liikkumiskyvyn vaihtelua alkutilanteessa (taulukko 3). Vakioimaton perusmalli (TMT-delta) selitti liikkumiskyvyn (SPPB-summapistemäärä) vaihtelusta 8.5 % –  $F(1,98) = 9.115$ ,  $p$ -arvo=0.003. Toinen malli (ikä, koulutusvuodet, krooniset sairaudet ja TMT-delta) selitti liikkumiskyvyn vaihtelusta 14.0 % –  $F(4,89) = 3.610$ ,  $p$ -arvo=0.009. Kolmas eli usealla tekijällä vakioitu malli (ikä, koulutusvuodet, krooniset sairaudet, kaatumispelko ja TMT-delta) selitti liikkumiskyvyn vaihtelusta 24.7 % –  $F(5,88) = 5.769$ ,  $p$ -arvo<0.001. Alkutilanteen liikkumiskyvyn tärkeimmät selittäjät olivat kaatumispelko ja TMT-delta; mitä vähäisempi kaatumispelko ( $\beta$ =-0.338,  $p$ =0.001) ja mitä parempi toiminnanohjaus ( $\beta$ =-0.225,  $p$ =0.041), sitä parempi oli liikkumiskyky. Lisäksi, nuorempi ikä ja suurempi määrä koulutusvuosia oli yhteydessä parempaan liikkumiskykyyn.

TAULUKKO 3. Liikkumiskyvyn vaihtelu selittävien tekijöiden suhteen alkutilanteessa (lineaarinen regressioanalyysi)

		$\beta$	$p$ -arvo
<b>Malli 1</b>	Toiminnanohjaus	-0.292	<b>0.003</b>
	$F(1,98) = 9.115$ , $p$ -arvo=0.003, $R^2=0.085$		
<b>Malli 2</b>	Ikä	-0.155	0.166
	Koulutusvuosien lukumäärä	0.098	0.359
	Kroonisten sairauksien lukumäärä	-0.047	0.643
	Toiminnanohjaus	-0.210	0.072
	$F(4,89) = 3.610$ , $p$ -arvo=0.009, $R^2=0.140$		
<b>Malli 3</b>	Ikä	-0.107	0.312
	Koulutusvuosien lukumäärä	0.076	0.452
	Kroonisten sairauksien lukumäärä	0.013	0.892
	Kaatumispelko	-0.338	<b>0.001</b>
	Toiminnanohjaus	-0.225	<b>0.041</b>
$F(5,88) = 5.769$ , $p$ -arvo <0.001, $R^2=0.247$			

$R^2$ =estimoidun mallin selitysaste,  $\beta$ =standardoitu regressiokerroin

*Toiminnanohjauksen vaihtelu liikkumiskyvyn suhteen alkutilanteessa.* Koska toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisen yhteyden suunnasta on saatu ristiriitaisia tutkimustuloksia, tarkasteltiin lineaarisella regressioanalyysillä myös toiminnanohjauksen vaihtelua selittävien tekijöiden suhteen alkutilanteessa (taulukko 4). Vakioimaton perusmalli (SPPB-summapistemäärä) selitti toiminnanohjauksen vaihtelusta 8.5 % –  $F(1,98) = 9.115$ ,  $p$ -

arvo=0.003. Toinen malli (ikä, koulutusvuodet, krooniset sairaudet ja SPPB-summapistemäärä) selitti toiminnanohjauksen vaihtelusta 29.9 % -  $F(4,89) = 9.491$ ,  $p$ -arvo < 0.001. Kaatumispelon lisääminen malliin nosti selitysasetta hyvin vähän, 30.8 %:aan -  $F(5,88) = 7.819$ ,  $p$ -arvo < 0.001, mutta tässä mallissa SPPB-summapistemäärän standardoitu regressiokerroin nousi tilastollisesti merkitseväksi. Toiminnanohjauksen vaihtelua selitti vakioituissa malleissa eniten ikä ja koulutusvuosien lukumäärä. Vanhempi ikä, vähäisempi määrä koulutusvuosia, suurempi määrä kroonisia sairauksia, vähäisempi kaatumispelko ja heikompi suoriutuminen SPPB-testissä olivat yhteydessä heikompaan toiminnanohjaukseen.

TAULUKKO 4. Toiminnanohjauksen vaihtelu selittävien tekijöiden suhteen alkutilanteessa (lineaarinen regressioanalyysi)

		$\beta$	$p$ -arvo
<b>Malli 1</b>	SPPB-pisteet	-0.292	<b>0.003</b>
	$F(1, 98) = 9.115$ , $p$ -arvo=0.003, $R^2=0.085$		
<b>Malli 2</b>	Ikä	0.289	<b>0.004</b>
	Koulutusvuosien lukumäärä	-0.219	<b>0.022</b>
	Kroonisten sairauksien lukumäärä	0.168	0.067
	SPPB-pisteet	-0.171	0.072
	$F(4, 89) = 9,491$ , $p$ -arvo<0.001, $R^2=0.299$		
<b>Malli 3</b>	Ikä	0.294	<b>0.003</b>
	Koulutusvuosien lukumäärä	-0.219	<b>0.022</b>
	Kroonisten sairauksien lukumäärä	0.182	0.050
	Kaatumispelko	-0.102	0.299
	SPPB-pisteet	-0.206	<b>0.041</b>
	$F(5, 88) = 7.819$ , $p$ -arvo<0.001, $R^2=0.308$		

$R^2$ =estimoidun mallin selitysasaste,  $\beta$ =standardoitu regressiokerroin

*Liikkumiskyvyn vaihtelu yleisen kognition suhteen alkutilanteessa.* Lineaarinen regressioanalyysi suoritettiin kognition eri osa-alueiden päällekkäisyyden vuoksi muutoin samoilla muuttujilla, mutta toiminnanohjaus korvattiin yleistä kognitiota arvioivalla MMSE-testin pistemäärällä. MMSE nosti hieman mallien selitysasetta. Usealla tekijällä vakioitu malli (ikä, koulutusvuodet, krooniset sairaudet, kaatumispelko ja MMSE) selitti alkutilanteessa liikkumiskyvyn vaihtelusta 29.5 % -  $F(5,95) = 7.953$ ,  $p$ -arvo < 0.001. Yleinen kognitio oli yhteydessä liikkumiskykyyn ( $\beta=0.216$ ,  $p=0.032$ ). Kunkin regressiomallin  $p$ -arvo oli tilastollisesti merkitsevä ja regressiomalli sopi aineistoon. Yksittäisten standardoitujen

regressiokertoimien selitysvoimaa vie muuttujien multikollinearisuus. Durbin-Watson-kerroin oli välillä 1.6-1.8, mikä viittaa jäännösten riittävään korreloimattomuuteen. SPPB- ja MMSE-testien tulosten jakaumat olivat riittävän lähellä normaalijakaumaa. Hajontakuvio ei ilmentänyt lineaarista yhteyttä muuttujien välillä ja toiminnanohjauksen suhteen muuttujajakauma oli huipukas, joten tuloksiin tulee suhtautua varauksella.

## 8.2 Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteys pitkittäisasetelmassa

*Liikkumiskyvyn vaihtelu toiminnanohjauksen suhteen seurannassa.* Linearisella regressioanalyysillä tarkasteltiin myös alkutilanteen toiminnanohjauksen yhteyttä liikkumiskyvyn vaihteluun seurannassa 6 kuukauden kohdalla (taulukko 5). Vakioimaton perusmalli (TMT-delta) selitti liikkumiskyvyn vaihtelusta seurannassa 14.3 % –  $F(1,81) = 13.506$ ,  $p\text{-arvo} < 0.001$ . Toinen malli (ikä, koulutusvuodet, krooniset sairaudet ja TMT-delta) selitti liikkumiskyvyn vaihtelusta 28.0 % –  $F(4,75) = 7.300$ ,  $p\text{-arvo} < 0.001$ . Kolmas malli (ikä, koulutusvuodet, krooniset sairaudet, kaatumispelko ja TMT-delta) selitti liikkumiskyvyn vaihtelusta 33.9 % –  $F(5,74) = 7.574$ ,  $p\text{-arvo} < 0.001$ . Loppumittauksen eli 6 kuukauden liikkumiskyvyn tärkeimmäksi selittäjäksi nousi vakioiduissa malleissa ikä, ja sen standardoitujen regressiokertoimien p-arvo oli tilastollisesti merkitsevä (malli 2:  $p=0.007$ , malli 3:  $p=0.012$ ); nuorempi ikä oli yhteydessä parempaan liikkumiskykyyn. Iän lisäksi alkutilanteen kaatumispelko ja toiminnanohjaus olivat tärkeimmät selittäjät samansuuntaisesti kuin alkutilanteessa. Selitettäessä liikkumiskyvyn vaihtelua, kunkin mallin selitysaste nousi verrattaessa alku- ja lopputilannetta ja iän merkitys mallissa nousi esiin.

TAULUKKO 5. Liikkumiskyvyn vaihtelu alkutilanteen selittävien tekijöiden suhteen 6 kuukauden kohdalla (lineaarinen regressioanalyysi)

		$\beta$	p-arvo
<b>Malli 1</b>	Toiminnanohjaus	-0.378	<b>&lt;0.001</b>
	F (1,81) = 13.506, p-arvo<0.001, R <sup>2</sup> =0.143		
<b>Malli 2</b>	Ikä	-0.308	<b>0.007</b>
	Koulutusvuosien lukumäärä	-0.019	0.862
	Kroonisten sairauksien lukumäärä	-0.183	0.076
	Toiminnanohjaus	-0.233	<b>0.045</b>
	F (4,75) = 7.300, p-arvo<0.001, R <sup>2</sup> =0.280		
<b>Malli 3</b>	Ikä	-0.281	<b>0.012</b>
	Koulutusvuosien lukumäärä	-0.029	0.777
	Kroonisten sairauksien lukumäärä	-0.137	0.173
	Kaatumispelko	-0.248	<b>0.013</b>
	Toiminnanohjaus	-0.240	<b>0.033</b>
F (5,74) = 7.574, p-arvo <0.001, R <sup>2</sup> =0.339			

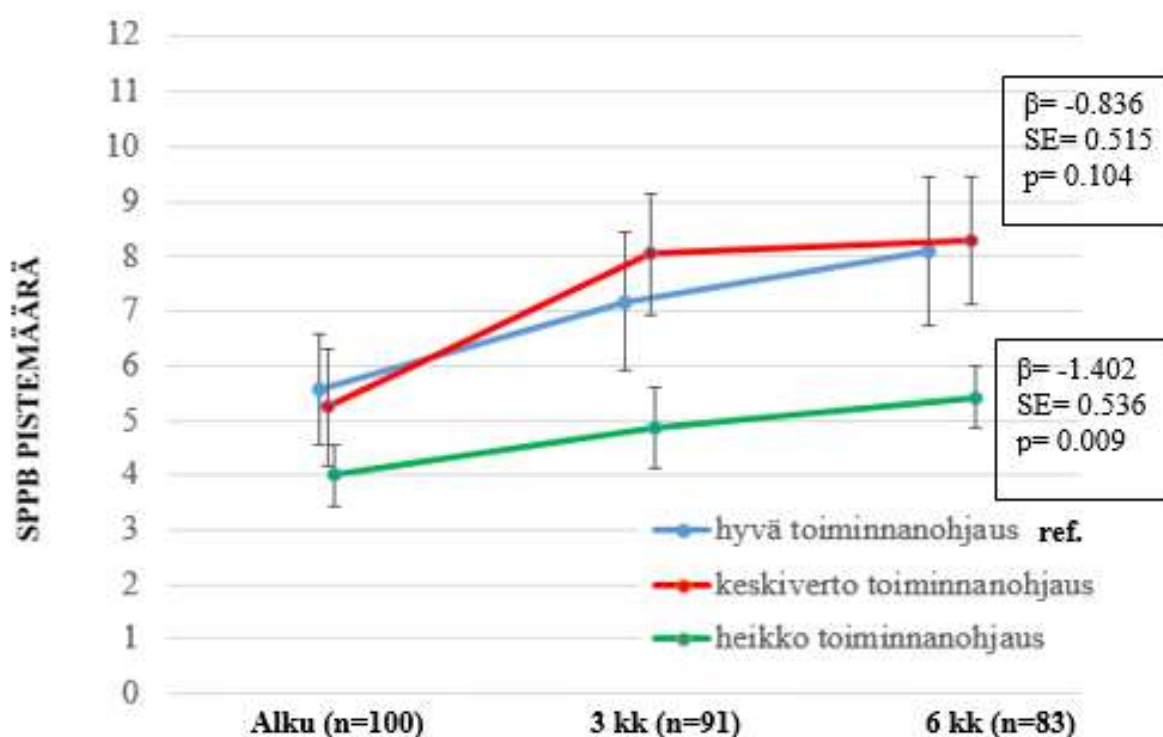
R<sup>2</sup>=estimoidun mallin selitysaste,  $\beta$ =standardoitu regressiokerroin

*Liikkumiskyvyn vaihtelu yleisen kognition suhteen seurannassa.* Lineaarinen regressioanalyysi tehtiin myös pitkittäisasetelmassa siten, että mallissa kognition muuttujana oli toiminnanohjauksen sijaan yleistä kognitiota arvioiva MMSE-testin pistemäärä. Usealla tekijällä vakioitu malli (ikä, koulutusvuodet, krooniset sairaudet, kaatumispelko ja MMSE) selitti liikkumiskyvyn vaihtelusta 6 kuukauden kohdalla 39.0 % – F (5,76) = 9.727, p-arvo <0.001. Yleinen kognitio oli yhteydessä liikkumiskykyyn ( $\beta=0.251$ , p=0.018). Kunkin regressiomallin p-arvo oli tilastollisesti merkitsevä ja regressiomalli sopi aineistoon. Yksittäisten standardoitujen regressiokertoimien selitysvoimaa vie muuttujien multikollinearisuus. Durbin-Watson-kerroin oli 1.8-2.0, mikä viittaa jäännösten riittävään korreloimattomuuteen. SPPB-testin ja MMSE-testin tulosten jakaumat olivat riittävän lähellä normaalijakaumaa Hajontakuvio ei ilmentänyt lineaarista yhteyttä muuttujien välillä ja toiminnanohjauksen suhteen muuttujajakauma oli huipukas, joten tuloksiin tulee suhtautua varauksella.

*Liikkumiskyvyn eroavaisuudet toiminnanohjauksen mukaan jaettujen ryhmien välillä.* Tarkastellessa ryhmien välisiä eroja SPPB-testin summapistemäärän suhteen yksisuuntaisella varianssianalyysillä, havaittiin ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevä ero jokaisessa



aikapisteessä – alussa p-arvo oli 0.010, 3 kk ja 6 kk kohdalla <0.001 (kuvio 3). SPPB-testin summapistemäärä parani kaikissa ryhmissä. Heikon toiminnanohjauksen ryhmä erosi tilastollisesti merkitsevästi sekä hyvästä että keskiverrosta ryhmästä jokaisessa aikapisteessä, kun taas hyvä ja keskiverto ryhmä eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi missään aikapisteessä. SPPB-testin summapistemäärän vinous ja huipukkuus olivat jokaisessa aikapisteessä hyväksyttävällä tasolla (<1.5).



KUVIO 3. SPPB-testin summapistemäärän keskiarvo ja 95 %:n luottamusväli tutkimuksen alussa, 3 kk:n ja 6 kk:n kohdalla toiminnanohjauksen mukaan tehdyn ryhmäjaon perusteella ja ryhmä x aika interaktio GEE-analyysillä vakioituna iällä, hyvän toiminnanohjauksen ryhmä vertailuryhmänä ( $\beta$ =regressiokerroin, SE=keskiarvon keskivirhe, ref.=vertailuryhmä).

*Liikkumiskyvyn muutos seurannassa.* Tarkastellessa liikkumiskyvyn muutosta seurannan aikana ja siihen yhteydessä olevia tekijöitä GEE-mallilla, havaittiin, että aika ( $p<0.001$ ) ja ikä ( $p=0.004$ ) vaikuttivat SPPB-testin tuloksiin. Verrattuna alkutilanteeseen, ajassa SPPB-testin tulos parani 3 kuukauden kohdalla kaikissa ryhmissä keskimääräisesti 1.66 pistettä ( $p<0.001$ )

ja 6 kuukauden kohdalla 2.58 pistettä ( $p < 0.001$ ). Kuten kuvio 3 osoittaa, heikon toiminnanohjauksen ryhmän SPPB-tuloksen keskiarvon muutos oli alku- ja loppumittauksen välillä 1.40 pistettä huonompi verrattuna hyvän toiminnanohjauksen ryhmään ( $p = 0.009$ ), eli heikon toiminnanohjauksen ryhmä ei liikkumiskyvyn osalta kuntoutunut samalla tavoin kuin hyvän toiminnanohjauksen ryhmä. Keskiarvon ja hyvän toiminnanohjauksen ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.104$ ). Toiminnanohjauksen suhteen muuttujajakauma oli huipukas, minkä vuoksi tuloksiin on suhtauduttava varauksella.

*Katoanalyysi.* Heikon toiminnanohjauksen ryhmästä jäi eniten pois tutkittavia seurannan aikana katoanalyysin mukaan. Hyvän toiminnanohjauksen ryhmässä SPPB-testin tekemiseen osallistui 6 kuukauden kohdalla 96 % ( $n = 23$ ) tutkittavista, keskiarvon toiminnanohjauksen ryhmässä 88 % ( $n = 21$ ) ja heikon toiminnanohjauksen ryhmässä 69 % ( $n = 39$ ) tutkittavista (Khiin neliö = 8.747,  $df = 4$ ,  $p = 0.068$ ). Kahden riippumattoman otoksen t-testillä tarkasteltiin eroavaisuuksia loppumittauksista poisjääneiden ja loppumittauksiin osallistuneiden tutkittavien välillä. Verrattaessa tutkittaviin, jotka eivät osallistuneet loppumittauksiin, oli loppumittauksiin osallistuneilla enemmän koulutusta (keskiarvo  $10 \pm 4$  vuotta vrt.  $8 \pm 3$  vuotta) ( $t = -2.873$ ,  $df = 37.458$ ,  $p = 0.007$ ) ja he suoriutuivat paremmin SPPB-testissä alkutilanteessa (keskiarvo  $4.89 \pm 2.44$  pistettä vrt.  $3.95 \pm 1.57$  pistettä) ( $t = -2.106$ ,  $df = 44.960$ ,  $p = 0.041$ ). Lisäksi, loppumittauksiin osallistuneet olivat liikemittarilla mitattuna fyysisesti aktiivisempia alkutilanteessa ( $123 \pm 71$  minuuttia/vuorokausi vrt.  $79 \pm 65$  minuuttia/vuorokausi) ( $t = -2.508$ ,  $df = 97$ ,  $p = 0.014$ ). Osastojakson pituus oli keskimäärin lyhyempi niillä, jotka osallistuivat loppumittauksiin, mutta ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (keskiarvo  $15 \pm 12$  vuorokautta vrt.  $24 \pm 26$  vuorokautta) ( $t = 1.561$ ,  $df = 21.185$ ,  $p = 0.133$ ).

## 9 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteyttä ikääntyneillä, kotona asuvilla henkilöillä sairaalajakson jälkeen sekä poikkileikkaus- että pitkittäisasetelmassa. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että toiminnanohjauksen taso oli yhteydessä liikkumiskyvyn. Tutkittavat olivat suhteellisen vanhoja (keski-ikä  $79.4 \pm 8.1$  vuotta) ja liikkumiskyvyltään heikkokuntoisia (keskimääräinen SPPB-tulos kaikissa aikapisteissä  $<7$  pistettä). Toiminnanohjaus selitti alkutilanteessa liikkumiskyvyn vaihtelusta 9 %. Ikä, koulutusvuosien ja kroonisten sairauksien lukumäärä, kaatumispelko ja toiminnanohjaus selittivät 25 % liikkumiskyvyn vaihtelusta sairaalasta kotiuduttua ja 34 % puolen vuoden kuluttua siitä. Heikon toiminnanohjauksen ryhmä suoriutui heikommin SPPB-testistä jokaisessa aikapisteessä puolen vuoden seurannan aikana verrattaessa keskiverron ja hyvän toiminnanohjauksen ryhmiin. Pitkittäisasetelmassa tarkasteltuna, liikkumiskyky parani jokaisessa toiminnanohjauksen perusteella jaetussa ryhmässä puolen vuoden seurannan aikana, mikä kuvastaa luonnollista parantumista ja kuntoutumista sairaalahoitoa vaatineen tapahtuman jälkeen. Heikon toiminnanohjauksen ryhmässä liikkumiskyky kuitenkin parani tilastollisesti merkitsevästi vähemmän kuin hyvän toiminnanohjauksen ryhmässä.

Tutkimuksessa havaittu yhteys liikkumiskyvyn ja toiminnanohjauksen välillä on aiemmissakin tutkimuksissa laajalti vahvistettu (Blackwood ym. 2016; Donoghue ym. 2012; Falck ym. 2017; Hirota ym. 2010; Ishii ym. 2019; Liu-Ambrose ym. 2007; Taylor ym. 2018). Tässä tutkimuksessa toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys SPPB-testin yhteispistemäärän, elinpiirin laajuuden ja ulkona liikkumisen apuvälineen käytön suhteen, kun tutkittavat jaettiin tertiileihin toiminnanohjauksen tason mukaan. Heikompi toiminnanohjaus oli yhteydessä heikompaan suoriutumiseen SPPB-testissä, kapeampaan elinpiiriin ja lisääntyneeseen tarpeeseen ulkona liikkumisen apuvälineelle. Tämä tutkimus vahvisti tutkimusnäyttöä toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisestä yhteydestä.

Aiempien tutkimusten perusteella ei ole täysin selvää, millainen toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välinen syy-seuraussuhde on. Tässä tutkimuksessa tilastolliset mallit

viittasivat siihen, että toiminnanohjaus selittää suuremman osan liikkumiskyvyn vaihtelusta kuin toisinpäin, mutta syy-seuraussuhdetta ei voida tämän tutkimuksen perusteella todeta. Aiempi tutkimus on toisaalta osoittanut, että toiminnanohjaus ennustaa liikkumiskykyä (Buchman ym. 2011; Callisaya ym. 2015; Gothe ym. 2014; Stijntjes ym. 2017; Taylor ym. 2018; Vazzana ym. 2010), ja toisaalta, että liikkumiskyky ennustaa toiminnanohjausta (Mielke ym. 2013; Morris ym. 2016; Taylor ym. 2017; Tian ym. 2017). Toiminnanohjauksessa tapahtuva heikkeneminen saattaa olla havaittavissa aiemmin liikkumiskyvyssä kuin kognitiivisissa toiminnoissa, mikä saattaa osaltaan selittää ristiriidassa olevia tutkimustuloksia. Aiemmissä tutkimuksissa on aivoja kuvantamalla saatu selville, että aivotason muutokset esimerkiksi valkeassa aineessa, selittävät samanaikaisesti sekä toiminnanohjauksen että liikkumiskyvyn heikkenemistä (Morris ym. 2016; Poole ym. 2018), ja toisaalta muutosten ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä selittää toiminnanohjaus (Bolandzadeh ym. 2014; Ghanavati ym. 2018; Jor'dan ym. 2017; Tian ym. 2016).

Toisaalta, tutkimuksessa havaittiin myös, että yleistä kognitiota arvioivan MMSE-testin tulos oli yhteydessä liikkumiskykyyn. Toiminnanohjaus oli vakioiduissa malleissa yleiseen kognition verrattuna vahvemmin yhteydessä liikkumiskykyyn alkutilanteessa, kun taas yleinen kognitio oli toiminnanohjausta vahvemmin yhteydessä liikkumiskyvyn vaihteluun puolen vuoden kuluttua. Aiemmissäkin tutkimuksissa on havaittu yhteys liikkumiskyvyn ja useiden eri kognition osa-alueiden välillä samanaikaisesti (Demnitz ym. 2016; Demnitz ym. 2018; Ishii ym. 2019), kun taas osassa tutkimuksissa kognition osa-alueista ainoastaan toiminnanohjauksella on havaittu yhteys liikkumiskykyyn (Taylor ym. 2017). Kognition eri osa-alueiden päällekkäisyyden ja yksilöiden välisten eroavaisuuksien vuoksi (Miyake & Friedman 2012; Strauss ym. 2006) ei ole mahdollista vetää johtopäätöstä siitä, miksi joissakin tutkimuksissa löydetään vahvempi yhteys liikkumiskyvyn ja yleisen kognition välillä, kun useissa tutkimuksissa yhteys on löydetty prosessointinopeuden tai toiminnanohjauksen suhteen (Best ym. 2016; Callisaya ym. 2015; Demnitz ym. 2017; Killane ym. 2014; Morris ym. 2017; Stijntjes ym. 2016; Taylor ym. 2018). Heikentynyt yleinen kognitio saattaa vähentää toiminnanohjauksen merkitystä liikkumiskyvyn kannalta, kun taas toiminnanohjauksen rooli tulee voimakkaammin esiin yleisen kognition ollessa normaali (Welmer ym. 2017). Selvää on, että kognition ja liikkumiskyvyn välillä on yhteys.

Tämä tutkimus tuotti uutta tietoa toiminnanohjauksen tason yhteydestä kuntoutumiseen akuutin sairaalajakson jälkeen. Aiemmissä tutkimuksissa heikompi toiminnanohjaus on ollut yhteydessä toimintakyvyn heikkenemiseen (Taylor ym. 2018; Vazzana ym. 2010). Tässä tutkimuksessa myös heikkoon toiminnanohjauksen ryhmään kuuluvilla liikkumiskyky parani, koska heitä tarkasteltiin akuutin sairaalajakson jälkeen. Heikon toiminnanohjauksen omaavilla liikkumiskyky kuitenkin parani vähemmän verrattuna hyvän toiminnanohjauksen omaaviin kuntoutujiin. Akuutin sairaalajakson jälkeen ikääntyneen henkilön toimintakyky on usein aiempaa heikommalla tasolla (Barry ym. 2011; Ehlenbach ym. 2015). Akuuttitilanteen, kuten lonkkamurtuman, jälkeen tapahtuu usein luonnollista paranemista erityisesti ensimmäisten kuukausien aikana, jonka jälkeen liikkumiskyvyn nousujohteisuus alkaa hiipua (Alley ym. 2011; Vochteloo ym. 2013). Kävelyn ja tasapainon kuntoutumista tapahtuu lähinnä ensimmäisten 6 kuukauden aikana, kun taas vaativimmat toiminnot, kuten portaissa kulkeminen, vaativat enemmän aikaa onnistuakseen (Magaziner ym. 2000).

Alkutilanteen toiminnanohjaus yhdessä iän, koulutusvuosien ja kroonisten sairauksien lukumäärän sekä kaatumispelon kanssa selitti suuremman osan liikkumiskyvyn vaihtelusta puoli vuotta sairaalasta kotiutumisen jälkeen verrattuna sairaalasta kotiutumisen jälkeiseen tilanteeseen. Toiminnanohjauksen merkitys voimistui ja tilastollinen merkitsevyys lisääntyi seurannan aikana. Tämän perusteella voidaan päätellä, että toiminnanohjauksen taso on voimakkaammin yhteydessä liikkumiskyvyn muutokseen ja kuntoutumiseen seurannassa kuin liikkumiskyvyn tasoon poikkileikkausasetelmassa tarkasteltuna välittömästi akuutin sairaalajakson jälkeen. Akuutin sairaalajakson jälkeiseen kuntoutumiseen vaikuttaa myös jaksoa edeltänyt liikkumiskyky ja siihen yhteydessä olevan lihasvoiman määrä (Kristensen 2011). Tulokset antavat viitteitä siitä, että koska elinpiirissä liikkuminen on ollut rajoittunutta heikon toiminnanohjauksen omaavilla henkilöillä, heillä on ollut liikkumiskyvyn ongelmia pidempiaikaisesti. Akuutista sairaalajaksosta johtuva liikkumiskyvyn heikkeneminen saattaa myös kaventaa liikkumiskyvyn eroja paremman ja heikomman toiminnanohjauksen omaavien ikääntyneiden henkilöiden välillä. Kun henkilöt kuntoutuvat lähemmäs itselleen tyypillistä liikkumiskykyä, eroavaisuudet toiminnanohjauksen tason mukaan tulevat paremmin esiin. Liikkumiskyvyn kohentumiseen akuutin tilanteen, kuten lonkkamurtuman, jälkeen vaikuttaa myös esimerkiksi ikä, murtumatyyppi ja kipu (Kristensen 2011), ja kivun lisääminen malliin olisi saattanut nostaa mallien selitysastetta. Kaatumisvamman, kuten lonkkamurtuman, vuoksi

sairaalahoitoon joutuneet ikääntyneet henkilöt ovat saattaneet jo ennen sairaalajaksoa olla vähäisessä määrin fyysisesti aktiivisia (Taylor ym. 2010), minkä vuoksi heidän tukemisensa liikkumiskyvyn kuntoutumisessa ja liikkumisen lisäämisessä on erityisen tärkeää. Tässä tutkimuksessa tutkittavien sairaalaan tulosityt vaihtelivat, ja tulosityiden eroavaisuudet oletettavasti vaikuttivat kuntoutumiseen. Esimerkiksi murtumista kuntoutuminen vaatii enemmän aikaa kuin lievemmistä vammoista kuntoutuminen. Toiminnanohjauksen ja sairaalaan tulosityn välillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys, kun tutkittavat oli jaettu luokkiin toiminnanohjauksen tason mukaan. Heikon toiminnanohjauksen ryhmässä oli enemmän murtumia verrattuna hyvän toiminnanohjauksen ryhmään, mikä kertoo liikkumiskyvyn ongelmista ja tasapainohäiriöistä ennen sairaalajaksoa. Eroavaisuudet sairaalaan tulon syissä ovat saattaneet vaikuttaa toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisen yhteyden voimakkuuteen analyyseissa.

Kun tutkittavat jaettiin ryhmiin toiminnanohjauksen tason mukaan, ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero taustamuuttujista iän, kroonisten sairauksien ja koulutusvuosien lukumäärän sekä yleisen kognition suhteen. Nämä tekijät ennustavat aiempien tutkimusten mukaan suoriutumisen tasoa toiminnanohjaukselta arvioivissa testeissä. Heikomman toiminnanohjauksen omaavat olivat vanhempia, heillä oli enemmän kroonisia sairauksia, he olivat vähemmän koulutettuja ja heillä oli heikompi yleinen kognitio verrattuna hyvän toiminnanohjauksen omaaviin. Ikä, sukupuoli, yleinen terveydentila ja kroonisten sairauksien lukumäärä ovat yhteydessä sekä kognitioon että liikkumiskykyyn (Cooper ym. 2010; Deary ym. 2009; Gale ym. 2014; Institute of Medicine 2015; Kujala ym. 2019). Myös koulutuksella ja sosioekonomisella statuksella on havaittu olevan yhteys kognitiivisiin toimintoihin ja liikkumiskykyyn (Chapko ym. 2018; Gale ym. 2014; Institute of Medicine 2015). Näiden tekijöiden lisäksi toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välistä yhteyttä selittää esimerkiksi itsesäätely ja terveyskäyttäytyminen (Best ym. 2014; Hall & Fong 2007; Hofmann ym. 2012), näihin liittyvä fyysisen aktiivisuuden määrä ja fyysinen kunto (Hall & Fong 2007; McAuley ym. 2011; Wanigatunga ym. 2018) sekä ADL- ja IADL-toiminnoista suoriutuminen (Best ym. 2015; Donoghue ym. 2014; Gothe ym. 2014; Guralnik ym. 2000; Vaughan & Giovanello 2010).

Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden liikkumiskyky pysyi heikolla tasolla koko seurannan ajan. SPPB-testissä alle 10 pisteen on todettu kuvastavan heikentyntä liikkumiskykyä (Pavasini ym. 2016). Tutkittavien SPPB-testin yhteispistemäärä oli tätä selvästi alempi; heikon toiminnanohjauksen ryhmässä alkutilanteessa 4.04 pistettä ja 6 kuukauden kohdalla 5.46 pistettä, hyvän toiminnanohjauksen ryhmässä vastaavat luvut olivat 5.58 ja 8.09 pistettä. Pienempi summapistemäärä on yhteydessä suurempaan toiminnanvajavuuksien ilmaantumisen riskiin (Guralnik ym. 2000). Verrattuna testistössä hyvin suoriutuneisiin ikääntyneisiin henkilöihin (10-12 pistettä), summapistemäärä 4-6 lisäsi toiminnanvajavuuksien riskin 3-5-kertaiseksi ja summapistemäärä 7-9 kaksinkertaiseksi eräissä aiemmassa tutkimuksessa (Guralnik ym. 2000). Heikentyntä liikkumiskykyä kuvastavasta raja-arvosta tavanomaisen kävelynopeuden suhteen ei ole saavutettu konsensusta, mutta esimerkiksi sarkopenian diagnosointiin tarkoitetuissa suosituksissa raja-arvot vaihtelevat välillä  $<0.8$  m/s-  $<1.0$  m/s (Chen ym. 2014; Cruz-Jentoft ym. 2010; Fielding ym. 2011). Alkutilanteessa tutkittavien keskimääräinen kävelynopeus oli 0.47 m/s, eli tutkittavilla oli selvästi kohonnut riski mm. pysyville alaraajojen toiminnanrajoituksille, kuolleisuuteen ja sairaalahoitoon joutumiselle (Cesari ym. 2005).

Kaatumispelon lisääminen malliin nosti liikkumiskyvyn vaihtelun selitysastetta, vaikka toiminnanohjauksen perusteella tehdyn luokittelun mukaan ryhmien välillä ei ollut eroa kaatumispelon suhteen. Vähäisempi kaatumispelko oli yhteydessä parempaan liikkumiskykyyn, mutta heikompaan toiminnanohjaukseen. Koska tutkittavilla oli heikentynyt liikkumiskyky, saattaa parempi toiminnanohjaus olla yhteydessä realistisempaan arvioon omasta liikkumiskyvystä, jolloin on aiheellista ainakin jossain määrin pelätä kaatumista. Tasapainon varmuuden on havaittu olevan itsenäisesti yhteydessä ADL- ja IADL-toiminnoista suoriutumiseen ikääntyneillä henkilöillä lonkkamurtuman jälkeen (Edgren ym. 2013). Lisäksi, kaatumispelon on havaittu olevan itsenäisesti yhteydessä kävelynopeuteen (erityisesti DT-kävelyssä) huolimatta fyysisestä ja kognitiivisesta toimintakyvystä (van Schooten ym. 2019). Kaatumispelon vuoksi ikääntynyt henkilö saattaa vähentää liikkumistaan ja vältellä liikuntaharjoittelua, mikä johtaa liikkumiskyvyn heikkenemiseen (Edgren ym. 2013). Heikentynyt liikkumiskyky ja suoriutuminen arjen toiminnoista esimerkiksi lonkkamurtuman jälkeen voi aiheuttaa vähentyntä liikkumista kotona ja kodin ulkopuolella (Taylor ym. 2010). Muuttunut tilanne voi aiheuttaa myös turhautumista (Taylor ym. 2010), ja

mielialan on todettu vaikuttavan kuntoutumiseen (Barry ym. 2011). Heikentyneen liikkumiskyvyn yhdessä IADL-toimintojen vaikeuksien kanssa on havaittu johtavan elinpiirin kaventumiseen (Poranen-Clark ym. 2018). Heikentyneen liikkumiskyvyn taustalla onkin fyysisten ja kognitiivisten tekijöiden lisäksi vahvasti myös psyykkisiä tekijöitä, kuten mahdollinen kaatumispelko tai liikkumisen epävarmuus ja alhainen mieliala.

Tässä tutkimuksessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa kävelynopeuden ja toiminnanohjauksen tason suhteen. Toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn yhteyttä tarkastellessa liikkumiskyvyn muuttujana on käytetty yleisimmin kävelynopeutta, mutta erityisesti tavanomaisen kävelynopeuden osalta tutkimustulokset yhteydestä ja sen voimakkuudesta ovat osin ristiriitaisia. Kävelynopeuden, erityisesti tavanomaisen kävelynopeuden, arvioimisessa on kuitenkin etuna sen helppous, edullisuus, turvallisuus ja toistettavuus (Quan ym. 2017). Tässä tutkimuksessa kävelynopeus arvioitiin tavanomaisella vauhdilla 2,44 metrin matkalla osana SPPB-testiä. Tavanomaisella vauhdilla suoritettu kävely lyhyellä matkalla ei välttämättä ole riittävän tarkka havaitsemaan toimintakyvyn eroja (Demnitz ym. 2017) ja kognition ja liikkumiskyvyn välistä suhdetta (Demnitz ym. 2018). Esimerkiksi 10 metrin matkalla suoritettava maksimaalinen kävelynopeus voi olla tavanomaista kävelynopeutta tarkempi mittari luurankolihasmassan määrän arviointiin ja subjektiivisen terveydentilan (Kim ym. 2016), fyysisen kapasiteetin arviointiin (van Lummel ym. 2015) sekä hermolihasjärjestelmän heikkenemisen havaitsemiseen (Clark ym. 2013).

DT- kävelyä arvioimalla oltaisiin voitu saada tarkempaa tietoa tutkittavan kognition tasosta (Montero-Odasso ym. 2012). Kognitiivisen tehtävän suorittaminen samanaikaisesti kävellessä haastaa kognitiota ja tarkkaavuutta enemmän, minkä vuoksi se on lähempänä arkielämän tilanteissa tapahtuvaa kävelyä (esimerkiksi liikenteen havainnointi tai puhuminen kävellessä) (Malcolm ym. 2015). Perinteisiä menetelmiä tarkempaa tietoa kognition ja liikkumiskyvyn välisestä yhteydestä voitaisiin saada tutkimalla aivotason muutoksia tai analysoimalla kävelyn parametrejä. Esimerkiksi etuotsalohkojen aktivaatiota DT-tehtävän aikana tutkittaessa voitaisiin havaita jo ennen toimintakyvyn rajoittumista ne yksilöt, joilla on kohonnut riski kaatumisille tai alaraajojen suorituskyvyn heikkenemiselle (Halliday ym. 2018). Näiden menetelmien kohdalla haasteeksi saattaa muodostua mittauslaitteiden hinta ja vaikea saatavuus. Helposti toteutettavissa oleva toiminnallinen testi, kuten SPPB tai TUG yhdessä



DT-kävelyn kanssa voi kuitenkin kertoa riittävästi ikääntyneen henkilön kognition ja liikkumiskyvyn tasosta.

Tutkimuksen vahvuuksiin kuuluu se, että eettiset näkökulmat otettiin huomioon tutkimusta toteutettaessa ja tutkimuskirjallisuudesta raportoidessa. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettinen komitea hyväksyi tutkimuksen toteuttamisen. Lisäksi, tutkittavia informoitiin tutkimuksesta kirjallisesti ja heiltä pyydettiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Poissulkukriteeriksi asetettiin MMSE-pistemäärä <20, jotta tutkittavat olivat kykeneviä antamaan tietoisesti kirjallisen suostumuksen. Kuten hyvään tutkimuskäytäntöön kuuluu, tutkittavia kohdeltiin arvostavasti, heille aiheutetun haitan määrä pyrittiin minimoimaan tutkimuksen aikana, rekrytointi tapahtui systemaattisesti aiemmin mainittujen kriteerien mukaisesti ja tutkittavien tietoja käsiteltiin huolellisesti varmistuen yksityisyys (Curtis & O'Connell 2013). Lisäksi, tutkimuksesta kieltäytyminen ei vaikuttanut henkilöiden saamaan hoitoon (Curtis & O'Connell 2013). Tutkimuksen reliabiliteettia ja validiteettia parantaa yleisesti luotettaviksi havaittujen mittarien käyttö, tässä pro gradu -tutkimuksessa pääasiallisina mittareina oli TMT- ja SPPB-testit. Tutkimuksen ansioksi voi laskea sen, että tutkimukseen otettiin mukaan korkeassa iässä olevia ja toimintakyvyltään jo heikentyneitä henkilöitä. Hauraiden henkilöiden poissulkeminen tutkimuksista voi vaikuttaa houkuttevalta, koska tällaisten ryhmien tutkiminen koetaan vaikeaksi ja työlääksi (Curtis & O'Connell 2013). Ainoastaan terveiden ja hyväkuntoisten ikääntyneiden henkilöiden tutkiminen on kuitenkin eettisesti arveluttavaa eikä tällä tavoin välttämättä saada sellaista tietoa, joka on hyödynnettävissä toimintakyvyltään heikentyneiden ikääntyneiden hoidossa ja kuntoutuksessa. Toimintakyvyn arviointi tehtiin tutkittavien kotona, jolloin tutkittaville ei muodostunut tutkimukseen osallistumisesta kulkemiseen liittyviä haasteita ja he saivat olla itselleen tutussa ympäristössä.

Huolellisesta toteuttamisesta huolimatta tutkimuksessa oli myös heikkouksia. Tutkimusjoukko oli jo alkutilanteessa suhteellisen pieni, mikä vähentää sekä tilastollisten analyysien mahdollisuuksia tehdä johtopäätöksiä että tutkimustulosten yleistettävyyttä. Lisäksi, seurannassa tapahtui katoa erityisesti heikon toiminnanohjauksen ryhmässä ja ne tutkittavat, jotka eivät osallistuneet loppumittauksiin, suoriutuivat alkutilanteessa heikommin SPPB-testissä ja olivat alkutilanteessa vähäisemmissä määrin fyysisesti aktiivisia. Tämä

saattoi heikentää toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välisen yhteyden voimakkuutta seurannassa. Toiminnanohjausta arvioitiin ainoastaan yhden testin perusteella, vaikka suositeltavaa olisi tehdä useampia testejä (Banich 2009; Burgess ym. 1998; Gothe ym. 2014). Lisäksi, kognition arviointi tehtiin tässä tutkimuksessa 1-2 viikkoa sairaalasta kotiutumisen jälkeen, vaikka neuropsykologisia testejä ei suositella tehtäväksi akuuttivaiheessa tai pian sen jälkeen (Lezak ym. 2004, 105). Akuutti sairaalajakso on yksilölle usein stressiä aiheuttava tapahtuma (Krumholz 2013), ja stressin on havaittu vaikuttavan toiminnanohjaukseen (Shields ym. 2016). Toiminnanohjauksen arviointia olisi voinut täydentää esimerkiksi havainnoimalla tutkittavien suoriutumista arjen toiminnoissa. Lisäksi, tutkittavien ryhmä oli heterogeeninen sairaalaan tulon syiden vaihdellessa voimakkaasti, ja esimerkiksi suunnitellulla tekonivelleikkauksella ja lonkkamurtumalla saattaa olla hyvin erilainen vaikutus ikääntyneen henkilön liikkumiskykyyn ja mielialaan.

Kattavan tutkimusnäytön ja tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan suositella liikkumiskyvyn ja toiminnanohjauksen rutiininomaista arviointia sosiaali- ja terveyspalveluissa. Arvioiminen tulisi aloittaa riittävän varhaisessa vaiheessa ennen fyysisen tai kognitiivisen toimintakyvyn rajoitusten ilmaantumista. Ikääntyneiden henkilöiden määrän lisääntyessä, tulee yhteiskuntaa kehittää ikäystävällisempään suuntaan ja yhteiskuntaan osallistumisen tulisi olla mahdollista myös mahdollisista toimintakyvyn rajoitteista huolimatta. Liikunnallista elämäntapaa ja fyysistä aktiivisuutta tulisi tukea kaikissa elämän vaiheissa, sillä fyysinen aktiivisuus on yhteydessä sekä parempaan fyysiseen että kognitiiviseen toimintakykyyn. Terveysalan ammattilaisten, kuten fysioterapeuttien, tulee liikkumiskykyä arvioidessa ja ikääntyneitä henkilöitä ohjatessa ottaa huomioon myös kognitiiviset prosessit ja erityisesti toiminnanohjaus. Ammattilaisten tulee pitää mielessä, että heikentynyt fyysinen toimintakyky tai lisääntyneet vaikeudet ADL- ja IADL-toimintojen suorittamisessa saattavat olla merkki alkavasta kognition heikkenemisestä. Sairaalavaiheessa on tärkeää tunnistaa sellaiset ikääntyneet henkilöt, joiden kuntoutumisen ennuste on heikko ja pyrkiä optimoimaan kuntoutumisen mahdollisuudet. Kognition eri osa-alueiden yhteydestä liikkumiskykyyn tarvitaan jatkotutkimusta, samoin kuin siitä, millaisilla interventioilla voidaan optimaalisella tavalla vaikuttaa sellaisten ikääntyneiden henkilöiden liikkumiskykyyn, joilla on heikentynyt toiminnanohjaus. Todennäköisesti interventioiden tarvitsee olla kestoaltaan pidempiä ja intensiivisempiä, koska kuntoutuminen on hitaampaa ja

heikko toiminnanohjaus on yhteydessä heikompaan itsesääteelyyn ja harjoitteluun sitoutumiseen. Liikkumiskyvyn arviointiin kannattaa sisällyttää SPPB- tai TUG-testin lisäksi maksimaalinen kävelynopeus tai DT-kävely. DT-kävelyn osalta tarvitaan jatkotutkimusta raja-arvojen asettamiseksi. Mikäli aikaa ikääntyneen henkilön toimintakyvyn arvioinnille on hyvin rajallisesti, voi seulontatestinä tehdä pelkästään tavanomaisen kävelynopeuden arvioinnin tai käden puristusvoiman mittaamisen; näiden toimintakykymuuttujien on havaittu olevan yhteydessä yksilön terveydentilaan laajemminkin (Cesari ym. 2005; Cooper ym. 2010; Donoghue ym. 2014; Guralnik ym. 2000; Seino ym. 2012; Stevens ym. 2012; Studenski ym. 2011; Verghese ym. 2006).

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tässä heikkokuntoisten, kotona asuvien ikääntyneiden henkilöiden joukossa toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välillä havaittiin yhteys. Toiminnanohjaus selitti enemmän liikkumiskyvyn vaihtelusta kuin liikkumiskyvyn vaihtelu selitti toiminnanohjauksen vaihtelusta, mikä viittaa temporaaliseen suhteeseen toiminnanohjauksen ja liikkumiskyvyn välillä. Heikko toiminnanohjaus oli yhteydessä heikompaan liikkumiskykyyn ja vähäisempään kuntoutumiseen akuutin sairaalajakson jälkeen.

## LÄHTEET

- Alley, D. E., Hicks, G. E., Shardell, M., Hawkes, W., Miller, R., Craik, R. L., Mangione, K. K., Orwig, D., Hochberg, M., Resnick, B. & Magaziner, J. 2011. Meaningful improvement in gait speed in hip fracture recovery. *Journal of the American Geriatrics Society* 59 (9), 1650-1657.
- Alvarez, J. & Emory, E. 2006. Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review* 16 (1), 17-42.
- Anderson, R. E. & Birge, S. J. 2016. Cognitive dysfunction, medication management, and the risk of readmission in hospital inpatients. *Journal of the American Geriatrics Society* 64 (7), 1464-1468.
- Annweiler, C., Schott, A., Abellan Van Kan, G., Rolland, Y., Blain, H., Fantino, B., Herrmann, F. & Beauchet, O. 2011. The Five-Times-Sit-to-stand test, a marker of global cognitive functioning among community-dwelling older women. *The journal of nutrition, health & aging* 15 (4), 271-276.
- Ansai, H., Andrade, D., Nakagawa, H., Vale, C., Caetano, D., Lord, R. & Rebelatto, R. 2017. Cognitive correlates of Timed Up and Go subtasks in older people with preserved cognition, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 96 (10), 700-705.
- Anstey, K. J. & Low, L. 2004. Normal cognitive changes in aging. *Australian Family Physician* 33 (10), 783-787.
- Bahureksa, L., Najafi, B., Saleh, A., Sabbagh, M., Coon, D., Mohler, M. J., & Schwenk, M. 2017. The impact of mild cognitive impairment on gait and balance: A systematic review and meta-analysis of studies using instrumented assessment. *Gerontology*, 63 (1), 67–83.
- Baker, P. S., Bodner, E. V. & Allman, R. M. 2003. Measuring life-space mobility in community-dwelling older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 51 (11), 1610-1614.
- Banich, M. T. 2009. Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science* 18 (2), 89-94.

- Barry, L. C., Murphy, T. E. & Gill, T. M. 2011. Depression and functional recovery after a disabling hospitalization in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 59 (7), 1320-1325.
- Beauchet, O., Allali, G., Montero-Odasso, M., Sejdíć, E., Fantino, B. & Annweiler, C. 2014. Motor phenotype of decline in cognitive performance among community-dwellers without dementia: Population-based study and meta-analysis. *PLOS ONE* 9 (6), e99318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099318>.
- Beauchet, O., Launay, C., Fantino, B., Annweiler, C. & Allali, G. 2015. Episodic memory and executive function impairments in non-demented older adults: Which are the respective and combined effects on gait performances? *AGE* 37 (4), 1-10.
- Berryman, N., Bherer, L., Nadeau, S., Lauzière, S., Lehr, L., Bobeuf, F., Kergoat, M. J., Vu, T. T. M. & Bosquet, L. 2013. Executive functions, physical fitness and mobility in well-functioning older adults. *Experimental Gerontology* 48 (12), 1402-1409.
- Best, J. R., Davis, J. C. & Liu-Ambrose, T. 2015. Longitudinal analysis of physical performance, functional status, physical activity, and mood in relation to executive function in older adults who fall. *Journal of the American Geriatrics Society* 63 (6), 1112-1120.
- Best, J. R., Liu-Ambrose, T., Boudreau, R. M., Ayonayon, H. N., Satterfield, S., Simonsick, E. M., Studenski, S., Yaffe, K., Newman, A. B. & Rosano, C. 2016. An evaluation of the longitudinal, bidirectional associations between gait speed and cognition in older women and men. *The Journals of Gerontology, Series A*, 71 (12), 1616-1623.
- Best, J. R., Nagamatsu, L. S. & Liu-Ambrose, T. 2014. Improvements to executive function during exercise training predict maintenance of physical activity over the following year. *Frontiers in Human Neuroscience* 8. DOI: 10.3389/fnhum.2014.00353.
- Blackwood, J., Shubert, T., Forgarty, K. & Chase, C. 2016. Relationships between performance on assessments of executive function and fall risk screening measures in community-dwelling older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 39 (2), 89-96.
- Ble, A., Volpato, S., Zuliani, G., Guralnik, J. M., Bandinelli, S., Lauretani, F., Bartali, B., Maraldi, C., Fellin, R. & Ferrucci, L. 2005. Executive function correlates with walking speed in older persons: The InCHIANTI study. *Journal of the American Geriatrics Society* 53 (3), 410-415.

- Bolandzadeh, N. Liu-Ambrose, T., Aizenstein, H., Harris, T., Launer, L., Yaffe, K., Kritchevsky, S. B., Newman, A. & Rosano, C. 2014. Pathways linking regional hyperintensities in the brain and slower gait. *NeuroImage*, 99, 7-13.
- Boripuntakul, S. & Sungkarat, S. 2017. Specific but not Global Cognitive Functions are Associated with Gait Initiation in Older Adults. *Journal of aging and physical activity* 25 (1), 128-133.
- Bowie, C. R. & Harvey, P. D. 2006. Administration and interpretation of the trail making test. *Nature protocols* 1 (5), 2277–2281.
- Braun, T., Thiel, C., Schulz, R-J. & Grüneberg, C. 2019. Reliability of mobility measures in older medical patients with cognitive impairment. *BMC Geriatrics* 19 (1), 20-33.
- Brodie, M. A., Coppens, M. J., Ejupi, A., Gschwind, Y. J., Annegarn, J., Schoene, D., Wieching, R., Lord, S. R. & Delbaere, K. 2017. Comparison between clinical gait and daily-life gait assessments of fall risk in older people. *Geriatrics & Gerontology International* 17 (11), 2274-2282.
- Brodie, M., Coppens, M., Lord, S., Lovell, N., Gschwind, Y., Redmond, S., Del Rosario, M., Wang, K., Sturnieks, D., Persiani, M. & Delbaere, K. 2016. Wearable pendant device monitoring using new wavelet-based methods shows daily life and laboratory gaits are different. *Medical & Biological Engineering & Computing* 54 (4), 663-674.
- Buchman, A. S., Boyle, P.A., Leurgans, S.E., Barnes, L.L. & Bennett, D.A. 2011. Cognitive function is associated with the development of mobility impairments in community-dwelling elders. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 19, 571–580.
- Burgess, P., Alderman, N., Evans, J., Emslie, H., & Wilson, B. 1998. The ecological validity of tests of executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society* 4, 547–558.
- Caetano, M., Lord, S., Brodie, M., Schoene, D., Pelicioni, P., Sturnieks, D. & Menant, J. 2018. Executive functioning, concern about falling and quadriceps strength mediate the relationship between impaired gait adaptability and fall risk in older people. *Gait & Posture* 59, 188-192.
- Caetano, M. J., Menant, J. C., Schoene, D., Pelicioni, P. H., Sturnieks, D. L. & Lord, S. R. 2017. Sensorimotor and cognitive predictors of impaired gait adaptability in older people. *The Journals of Gerontology: Series A* 72 (9), 1257–1263.

- Callisaya, M. L., Beare, R., Phan, T. G., Blizzard, L., Thrift, A. G., Meng, J. C. & Srikanth, V. K. 2013. Brain structural change and gait decline: a longitudinal population-based study. *Journal of the American Geriatrics Society* 61 (7), 1074–1079.
- Callisaya, M. L., Blizzard, C. L., Wood, A. G., Thrift, A. G., Wardill, T. & Srikanth, V. K. 2015. Longitudinal relationships between cognitive decline and gait slowing: the Tasmanian study of cognition and gait. *The Journals of Gerontology, Series A*, 70 (10), 1226–1232.
- Carvalho, A., Rea, I. M., Parimon, T. & Cusack, B. J. 2014. Physical activity and cognitive function in individuals over 60 years of age: A systematic review. *Clinical Interventions in Aging* 9, 661-682.
- Castellano, C-A., Hudon, C., Croteau, E., Fortier, M., St-Pierre, V., Vandenberghe, C., Nugent, S., Tremblay, S., Paquet, N., Lepage, M., Fülöp, T., Turcotte, E. E., Dionne, I. J., Potvin, O., Duchesne, S. & Cunnane, S. C. 2019. Links between metabolic and structural changes in the brain of cognitively normal older adults: A 4-year longitudinal follow-up. *Frontiers in Aging Neuroscience* 11 (15). doi: 10.3389/fnagi.2019.00015.
- Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Penninx, B. W., Nicklas, B. J., Simonsick, E. M., Newman, A. B., Tykavsky, F. A., Brach, J. S., Satterfield, S. , Bauer, D. C., Visser, M., Rubin, S. M., Harris, T. B. & Pahor, M. 2005. Prognostic Value of Usual Gait Speed in Well-Functioning Older People—Results from the Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society* 53, 1675-1680.
- Chan, R. C., Shum, D., Toulopoulou, T. & Chen, E. Y. H. 2008. Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology* 23 (2), 201-216.
- Chapko, D., McCormack, R., Black, C., Staff, R. & Murray, A. 2018. Life-course determinants of cognitive reserve (CR) in cognitive aging and dementia – a systematic literature review. *Aging & Mental Health* 22 (8), 915-926.
- Chaytor, N., Schmitter-Edgecombe, M. & Burr, R. 2006. Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology* 21 (3), 217-227.

- Clark, D.J., Manini, T.M., Fielding, R.A. & Patten, C., 2013. Neuromuscular determinants of maximum walking speed in well-functioning older adults. *Experimental Gerontology* 48 (3), 358–363.
- Cohen, J., Verghese, J. & Zwerling, J. 2016. Cognition and gait in older people. *Maturitas* 93, 73-77.
- Cooper, C., Dere, W., Evans, W., Kanis, J., Rizzoli, R., Sayer, A., Sieber, C., Kaufman, J.-M., Abellan van Kan, G., Boonen, S., Adachi, J., Mitlak, B., Tsouderos, Y., Rolland, Y. & Reginster, J.-Y. 2012. Frailty and sarcopenia: Definitions and outcome parameters. *Osteoporosis International* 23 (7), 1839-1848.
- Cooper, R., Kuh, D., Hardy, R. & Mortality Review Group. 2010. Objectively measured physical capability levels and mortality: Systematic review and meta-analysis. *BMJ* 341. doi:10.1136/bmj.c4467
- Curtis, E., Litwic, A., Cooper, C. & Dennison, E. 2015. Determinants of muscle and bone aging. *Journal of Cellular Physiology*, 230 (11), 2618-2625.
- Curtis, E. A. & O’Connell, R. 2013. Recruiting samples from vulnerable populations. Teoksessa E. Curtis & J. Drennan (toim.) *Quantitative health research: Issues and methods*. 1. painos. Maidenhead, Berkshire, England: McGraw-Hill Education, 106-127.
- Dalton, C., Sciadras, R. & Nantel, J. 2016. Executive function is necessary for the regulation of the stepping activity when stepping in place in older adults. *Aging Clinical Experimental Research* 28 (5), 909-915.
- Daly, M., McMinn, D. & Allan, J. 2015. A bidirectional relationship between physical activity and executive function in older adults. *Frontiers in Human Neuroscience* 8. doi: 10.3389/fnhum.2014.01044.
- Davis, J. C., Dian, L., Khan, K. M., Bryan, S., Marra, C. A., Hsu, C. L., Jacova, P., Chiu, B. K. & Liu-Ambrose T. 2016. Cognitive status is a determinant of health resource utilization among individuals with a history of falls: a 12-month prospective cohort study. *Osteoporosis International* 27 (3), 943-951.
- De Souto Barreto, P., Delrieu, J., Andrieu, S., Vellas, B. & Rolland, Y. 2016. Physical activity and cognitive function in middle-aged and older adults: An analysis of 104,909 people from 20 countries. *Mayo Clinic Proceedings* 91 (11), 1515-1524.



- Deary, I. J., Corley, J., Gow, A. J., Harris, S. E., Houlihan, L. M., Marioni, R. E., Penke, L., Rafnsson, B. S. & Starr, J. M. 2009. Age-associated cognitive decline. *British Medical Bulletin* 92, 135–152.
- Demnitz, N., Esser, P., Dawes, H., Valkanova, V., Johansen-Berg, H., Ebmeier, K. P. & Sexton, Claire. 2016. A systematic review and meta-analysis of cross-sectional studies examining the relationship between mobility and cognition in healthy older adults. *Gait & Posture*, 50, 164-174.
- Demnitz, N., Hogan, D. B., Dawes, H., Johansen-Berg, H., Ebmeier, K. P., Poulin, M. J. & Sexton, C. E. 2018. Cognition and mobility show a global association in middle- and late-adulthood: Analyses from the Canadian Longitudinal Study on Aging. *Gait & Posture* 64, 238-243.
- Demnitz, N., Zsoldos, E., Mahmood, A., Mackay, C., Kivimäki, M., Singh-Manoux, A., Dawes, H., Johansen-Berg, H., Ebmeier, K. & Sexton, C. 2017. Associations between mobility, cognition, and brain structure in healthy older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience* 9. doi: 10.3389/fnagi.2017.00155.
- Doi, T., Shimada, H., Makizako, H., Tsutsumimoto, K., Uemura, K., Anan, Y. & Suzuki, T. 2014. Cognitive function and gait speed under normal and dual-task walking among older adults with mild cognitive impairment. *BMC Neurology* 14 (1), 67.
- Donoghue, O. A., Horgan, N. F., Savva, G. M., Cronin, H., O' Regan, C. Kenny, R. A. 2012. Association between Timed Up-and-Go and memory, executive function, and processing speed. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60 (9), 1681-1686.
- Donoghue, O. A., Savva, G. M., Cronin, H., Kenny, R. A. & Horgan, N. F. 2014. Using Timed Up and Go and usual gait speed to predict incident disability in daily activities among community-dwelling adults aged 65 and older. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 95 (10), 1954-1961.
- Edgren, J., Salpakoski, A., Rantanen, T., Heinonen, A., Kallinen, M., von Bonsdorff, M. B., Portegijs, E., Sihvonen, S. & Sipilä, S. 2013. Balance confidence and functional balance are associated with physical disability after hip fracture. *Gait Posture* 37 (2), 201-205.
- Ehlenbach W. J., Larson, E. B., Randall Curtis, J. & Hough, C. L. 2015. Physical function and disability after acute care and critical illness hospitalizations in a prospective cohort of older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 63 (10), 2061-2069.

- Engeroff, T., Ingmann, T. & Banzer, W. 2018. Physical activity throughout the adult life span and domain-specific cognitive function in old age: A systematic review of cross-sectional and longitudinal data. *Sports Medicine* 48 (6), 1405–1436.
- Enoka, R. M. 2008. *Neuromechanics of human movement*. 4. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Evans, I. E. M., Martyr, A., Collins, R., Brayne, C. & Clare, L. 2018. Social Isolation and Cognitive Function in Later Life: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Alzheimer's disease* 67, 1-26.
- Falck, R. S., Wilcox, S., Best, J. R., Chandler, J. L. & Liu-Ambrose, T. 2017. The association between physical performance and executive function in a sample of rural older adults from South Carolina, USA. *Experimental Aging Research* 43 (2), 192-205.
- Farag, I., Sherrington, C., Kamper, S. J., Ferreira, M., Moseley, A. M., Lord, S. R. & Cameron, I. D. 2012. Measures of physical functioning after hip fracture: construct validity and responsiveness of performance-based and self-reported measures. *Age and Ageing* 41 (5), 659-664.
- Fjell, A. M., Sneve, M. H., Grydeland, H., Storsve, A. B. & Walhovd, K. B. 2017. The disconnected brain and executive function decline in aging. *Cerebral Cortex* 27 (3), 2303–2317.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. & McHugh, P. R. 1975. Mini-mental state: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research* 12 (3), 189-198.
- Forte, R., Boreham, C. A.G., De Vito, G. & Pesce, C. 2015. Health and quality of life perception in older adults: The joint role of cognitive efficiency and functional mobility. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (9), 11328-11344.
- Forte, R., Pesce, C., Leite, J.C., De Vito, G., Gibney, E. R., Tomporowski, P. D. & Boreham, C. A. G. 2013. Executive function moderates the role of muscular fitness in determining functional mobility in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research* 25 (3), 291-298.
- Freiberger, E., de Vreede, P., Schoene, D., Rydwick, E., Mueller, V., Frändin, K. & Hopman-Rock, M. 2012. Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. *Age and Ageing* 41 (6), 712–721.

- Gale, C., Allert, M., Sayer, A., Cooper, C., Deary, I., 2014. The dynamic relationship between cognitive function and walking speed: the English Longitudinal Study of Ageing. *AGE* 36 (4), 1–11.
- Ghanavati, T., Smitt, M., Lord, S., Sachdev, P., Wen, W., Kochan, N., Brodaty, H. & Delbaere, K. 2018. Deep white matter hyperintensities, microstructural integrity and dual task walking in older people. *Brain Imaging and Behavior* 12 (5), 1488-1496.
- Gonzales, J. U., James, C. R., Yang, H. S., Jensen, D., Atkins, L., Thompson, B. J., Al-Khalil, K. & O'boyle, M. 2016. Different cognitive functions discriminate gait performance in younger and older women: A pilot study. *Gait & Posture* 50, 89-95.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., Simonsick, E. M., Tylavsky, F. A., Visser, M. & Newman, A. B. 2006. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology: Series A*, 61 (10), 1059-1064.
- Gothe, N. P., Fanning, J., Awick, E., Chung, D., Wójcicki, T. R., Olson, E. A., Mullen, S. P., Voss, M., Erickson, K. I., Kramer, A. F. & McAuley, E. 2014. Executive function processes predict mobility outcomes in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 62 (2), 285-290.
- Graham, J. E., Ostir, G. V., Kuo, Y-F., Fisher, S. R. & Ottenbacher, K. J. 2008. Relationship between test methodology and mean velocity in timed walk tests: A review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89 (5), 865-872.
- Guralnik, J., Ferrucci, L., Pieper, C., Leveille, S., Markides, K., Ostir, G., Studenski, S., Berkman, L. & Wallace, R. 2000. Lower extremity function and subsequent disability: Consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the Short Physical Performance Battery. *The Journals of Gerontology: Series A* 55 (4), M221–M231.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A. & Wallace, R. B. 1994. A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journals of Gerontology* 49 (2), M85-94.
- Hackett, R. A., Davies-Kershaw, H., Cadar, D., Orrell, M. & Steptoe, A. 2018. Walking speed, cognitive function, and dementia risk in the English Longitudinal Study of Ageing. *Journal of the American Geriatrics Society* 66 (9), 1670-1675.

- Hall, P. A. & Fong, G. T. 2007. Temporal self-regulation theory: A model for individual health behavior. *Health Psychology Review* 1 (1), 6-52.
- Hall, P. A. & Marteau, T. M. 2014. Executive function in the context of chronic disease prevention: Theory, research and practice. *Preventive Medicine* 68, 44-50.
- Halliday, D. W. R., Hundza, S. R., Garcia-Barrera, M. A., Klimstra, M., Commandeur, D., Lukyn, T. V., Stawski, R. S. & MacDonald, S. W. S. 2018. Comparing executive function, evoked hemodynamic response, and gait as predictors of variations in mobility for older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 40 (2), 151-160.
- Hamer, M., Muniz Terrera, G. & Demakakos, P. 2018. Physical activity and trajectories in cognitive function: English Longitudinal Study of Ageing. *Journal of Epidemiology and Community Health* 72 (6), 477-483.
- Hardy, S. E., Perera, S., Roumani, Y. F., Chandler, J. M., & Studenski, S. A. 2007. Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 55 (11), 1727-1734.
- Hawkins, K. A., Fox, E. J., Daly, J. J., Rose, D. K., Christou, E. A., Mcguirk, T. E., Otzel, D. M., Butera, K. A., Chatterjee, S. A. & Clark, D. J. 2018. Prefrontal over-activation during walking in people with mobility deficits: Interpretation and functional implications. *Human Movement Science* 59, 46-55.
- Hester, R., Kinsella, G., Ong, B. & McGregor, J. 2005. Demographic influences on baseline and derived scores from the Trail making test in healthy older Australian adults. *Clinical Neuropsychologist* 19 (1), 45-54.
- Hinrichs, K. H., Hayek, A., Kalmbach, D., Gabel, N. & Bieliauskas, L. A. 2016. Cognitive reserve and executive function: Effect on judgment of health and safety. *Journal of rehabilitation research and development* 53 (6), 863-872.
- Hirota, C., Watanabe, M., Sun, W., Tanimoto, Y., Kono, R., Takasaki, K & Kono, K. 2010. Association between the Trail Making Test and physical performance in elderly Japanese. *Geriatrics & Gerontology International* 10 (1), 40-47.
- Hobert, M. A., Meyer, S. I., Hasmann, S. E., Metzger, F. G., Suenkel, U., Eschweiler, G. W., Berg, D. & Maetzler, W. 2017. Gait is associated with cognitive flexibility: A dual-tasking study in healthy older people. *Frontiers in Aging Neuroscience* 9, 154.

- Hofmann, W., Schmeichel, B. J. & Baddeley, A. D. 2012. Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences* 16 (3), 174–180.
- Holtzer, R., Mahoney, J. & Verghese, J. 2014. Intraindividual variability in executive functions but not speed of processing or conflict resolution predicts performance differences in gait speed in older adults. *The Journals of Gerontology: Series A* 69 (8), 980–986.
- Hsu, C. L., Best, J. R., Chiu, B. K., Nagamatsu, L. S., Voss, M. W., Handy, T. C., Bolandzadeh, N. & Liu-Ambrose, T. 2016. Structural neural correlates of impaired mobility and subsequent decline in executive functions: A 12-month prospective study. *Experimental Gerontology* 80, 27-35.
- Huntley, J., Corbett, A., Wesnes, K., Brooker, H., Stenton, R., Hampshire, A. & Ballard, C. 2018. Online assessment of risk factors for dementia and cognitive function in healthy adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 33, 1–8.
- Institute of Medicine. 2015. *Cognitive aging: Progress in understanding and opportunities for action*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Ishii, H., Makizako, H., Doi, T., Tsutsumimoto, K. & Shimada, H. 2019. Associations of skeletal muscle mass, lower-extremity functioning, and cognitive impairment in community-dwelling older people in Japan. *The Journal of Nutrition, Health & Aging* 23 (1), 35-41.
- Jor'dan, A. J., Poole, V. N., Iloputaife, I., Milberg, W., Manor, B., Esterman, M. & Lipsitz, L. A. 2017. Executive network activation is linked to walking speed in older adults: functional MRI and TCD ultrasound evidence from the MOBILIZE Boston Study. *The Journals of Gerontology: Series A* 72 (12), 1669–1675.
- Jurado, M.B. & Rosselli, M. 2007. The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review* 17 (3), 213–233.
- Kearney, F. C., Harwood, R. H., Gladman, J. R.F., Lincoln, N. & Masud, T. 2013. The Relationship between executive function and falls and gait abnormalities in older adults: A systematic review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 36 (1-2), 20-35.
- Kikkert, L., Vuillerme, N., van Campen, J., Hortobágyi, T. & Lamoth, C. 2016. Walking ability to predict future cognitive decline in old adults: A scoping review. *Ageing Research Reviews* 27, 1-14.

- Killane, I., Donoghue, O. A., Savva, G. M., Cronin, H., Kenny, R. A. & Reilly, R. B. 2014. Relative association of processing speed, short-term memory and sustained attention with task on gait speed: A study of community-dwelling people 50 years and older. *The Journals of Gerontology: Series A* 69 (11), 1407–1414.
- Kim, H-J., Park, I., Joo Lee, H. & Lee, O. 2016. The reliability and validity of gait speed with different walking pace and distances against general health, physical function, and chronic disease in aged adults. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 20 (3), 46–50.
- Krall, J. R., Carlson, M. C., Fried, L. P. & Xue Q-L. 2014. Examining the dynamic, bidirectional associations between cognitive and physical functioning in older adults. *American Journal of Epidemiology* 180 (8), 838–846.
- Kristensen M. 2011. Factors affecting functional prognosis of patients with hip fracture. *European journal of physical and rehabilitation medicine* 47 (2), 257–264.
- Krumholz, H. M. 2013. Post-hospital syndrome – An aquired, transient condition of generalized risk. *The New England Journal of Medicine* 368, 100-102.
- Kujala, U. M., Hautasaari, P., Vähä-Ypyä, H., Waller, K., Lindgren, N., Iso-Markku, P., Heikkilä, K., Rinne, J., Kaprio, J. & Sievänen, H. 2019. Chronic diseases and objectively monitored physical activity profile among aged individuals – a cross-sectional twin cohort study. *Annals of Medicine* 51 (1), 78-87.
- LaRoche, D., Greenleaf, B., Croce, R. & McGaughy, J. 2014. Interaction of age, cognitive function, and gait performance in 50–80-year-olds. *AGE* 36 (4), 1-12.
- Latham, N. K., Mehta, V., Nguyen, A. M., Jette, A. M., Olarsch, S., Papanicolaou, D. & Chandler, J. 2008. Performance-based or self-report measures of physical function: which should be used in clinical trials of hip fracture patients? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89 (11), 2146-2155.
- Lester, D., Tiedemann, A. & Sherrington, C. 2019. Objectively measured mobility of rural community-dwelling people aged 80 and over is strongly associated with greater use of services for community integration and social support: An observational study. *Australian Journal of Rural Health* 27 (1), 6-13.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J. & Fischer, J. S. 2004. *Neuropsychological assessment*. 4. painos. Oxford: Oxford University Press.

- Li, Z., Peng, X., Xiang, W., Han, J. & Li, K. 2018. The effect of resistance training on cognitive function in the older adults: a systematic review of randomized clinical trials. *Aging Clinical and Experimental Research* 30 (11), 1259–1273.
- Liang, K-Y. & Zeger, S. L. 1986. Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika* 73 (1), 13–22.
- Liu-Ambrose, T., Pang, M.Y.C. & Eng, J. J. 2007. Executive function is independently associated with performances of balance and mobility in community-dwelling older adults after mild stroke: Implications for falls prevention. *Cerebrovascular Diseases* 23 (2-3), 203-210.
- Logue, S. F. & Gould, T. J. 2014. The neural and genetic basis of executive function: Attention, cognitive flexibility, and response inhibition. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 123, 45-54.
- Magaziner, J., Hawkes, W., Hebel, J. R., Zimmerman, S. I., Fox, K. M., Dolan, M., Felsenthal, G. & Kenzora, J. 2000. Recovery from hip fracture in eight 98 areas of function. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences* 55 (9), M498-507.
- Mahlknecht, P., Kiechl, S., Bloem, B. R., Willeit, J., Scherfler, C., Gasperi, A., Rungger, G., Poewe, W. & Seppi, K. 2013. Prevalence and burden of gait disorders in elderly men and women aged 60–97 years: A population-based study. *PLoS ONE* 8 (7), e69627. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069627>
- Malcolm, B. R., Foxe, J. J., Butler, J. S. & De Sanctis, P. 2015. The aging brain shows less flexible reallocation of cognitive resources during dual-task walking: A mobile brain/body imaging (MoBI) study. *NeuroImage* 117, 230-242.
- Martin, K. L., Blizzard, L., Wood, A. G., Srikanth, V., Thomson, R., Sanders, L. M. & Callisaya, M. L. 2013. Cognitive function, gait, and gait variability in older people: A population-based study. *The Journals of Gerontology: Series A* 68 (6), 726–732.
- Mavros, Y., Gates, N., Wilson, G. C., Jain, N., Meiklejohn, J., Brodaty, H., Wen, W., Singh, N., Baune, B. T., Suo, C., Baker, M. K., Foroughi, N., Wang, Y., Sachdev, P. S., Valenzuela, M. & Fiatarone Singh, M. A. 2017. Mediation of cognitive function improvements by strength gains after resistance training in older adults with mild cognitive impairment: Outcomes of the study of mental and resistance training. *Journal of the American Geriatrics Society* 65 (3), 550-559.

- McGough, E., Kelly, V. E., Logsdon, R. G., McCurry, S. M., Cochrane, B. B., Engel, J. M. & Teri, L. L. 2011. Associations between physical performance and executive function in older adults with mild cognitive impairment: Gait speed and the timed "Up & Go" test. *Physical Therapy* 91 (8), 1198-1207.
- Mielke, M. M., Roberts, R. O., Savica, R., Cha, R., Drubach, D. I., Christianson, T., Pankratz, V. S., Geda, Y. E., Machulda, M. M., Ivnik, R. J., Knopman, D. S., Boeve, B. F., Rocca, W. A. & Petersen, R. C. Assessing the temporal relationship between cognition and gait: slow gait predicts cognitive decline in the Mayo Clinic Study of Aging. *The Journals of Gerontology, Series A* 68 (8), 929–937.
- Mijnarends, D. M., Meijers, J. M.M., Halfens, R. J.G., Ter Borg, S., Luiking, Y. C., Verlaan, S., Schoberer, D., Cruz Jentoft, A. J., van Loon, L. J.C. & Schols, J. M.G.A. 2013. Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: A systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association* 14 (3), 170-178.
- Mirelman, A., Herman, T., Brozgol, M., Dorfman, M., Sprecher, E., Schweiger, A., Giladi, N. & Hausdorff J. M. 2012. Executive function and falls in older adults: new findings from a five-year prospective study link fall risk to cognition. *PLoS One* 7 (6), e40297. doi:10.1371/journal.pone.0040297
- Miyake, A., & Friedman, N. P. 2012. The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science* 21 (1), 8–14.
- Montero-Odasso, M., Oteng-Amoako, A., Speechley, M., Gopaul, K., Beauchet, O., Annweiler, C. & Muir-Hunter, S. W. 2014. The motor signature of mild cognitive impairment: Results from the Gait and Brain Study. *The Journals of Gerontology Series A* 69 (11), 1415–1421.
- Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O. & Hausdorff, J. M. 2012. Gait and cognition: A complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *Journal of the American Geriatrics Society* 60 (11), 2127-2136.
- Morone, N. E., Abebe, K. Z., Morrow, L. A. & Weiner, D. K. 2014. Pain and decreased cognitive function negatively impact physical functioning in older adults with knee osteoarthritis. *Pain Medicine* 15 (9), 1481–1487.



- Morris, R., Lord, S., Bunce, J., Burn, D. & Rochester, L. 2016. Gait and cognition: mapping the global and discrete relationships in ageing and neurodegenerative disease. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 64, 326–345.
- Morris, R., Lord, S., Lawson, R. A., Coleman, S., Galna, B., Duncan, G. W., Khoo, T. K., Yarnall, A. J., Burn, D. J. & Rochester, L. 2017. Gait rather than cognition predicts decline in specific cognitive domains in early Parkinson’s disease. *The Journals of Gerontology: Series A* 72 (12), 1656–1662.
- Muir, S. W., Gopaul, K. & Montero-Odasso, M. M. 2012. The role of cognitive impairment in fall risk among older adults: A systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 41 (3), 299-308.
- Muir-Hunter, S. & Montero-Odasso, M. 2017. The attentional demands of ambulating with an assistive device in older adults with Alzheimer’s disease. *Gait & Posture* 54, 202-208.
- Mustafa, N., Ahearn, T. S., Waiter, G. D., Murray, A. D., Whalley, L. J. & Staff, R. T. 2012. Brain structural complexity and life course cognitive change. *NeuroImage* 61 (3), 694-701.
- Ng, M. M., Hill, K. D., Batchelor, F. & Burton, E. 2017. Factors predicting falls and mobility outcomes in patients with stroke returning home after rehabilitation who are at risk of falling. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 98 (12), 2433-2441.
- Nyhus, E. & Barceló, F. 2009. The Wisconsin Card Sorting Test and the cognitive assessment of prefrontal executive functions: A critical update. *Brain and Cognition* 71 (3), 437-451.
- O’ Brien, H., O’ Leary, N., Scarlett, S., O’ Hare, C. & Kenny, R. A. 2018. Hospitalisation and surgery: are there hidden cognitive consequences? Evidence from The Irish Longitudinal study on Ageing (TILDA). *Age and Ageing* 47 (3), 408–415.
- Oh-Park, M., Holtzer, R., Xue, X. & Verghese, J. 2010. Conventional and robust quantitative gait norms in community-dwelling older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 58 (8), 1512-1518.
- Pavasini, R., Guralnik, J., Brown, J., Cesari, M., Landi, F., Vaes, B., Legrand, D., Verghese, J., Wang, C., Stenholm, S., Ferrucci, L., Lai, J., Espauella, J., Ferrer, M., Lim, J-Y., Ensrud, K. E., Cawthon, P., Turusheva, A., Frolova, E., Rolland, Y., Lauwers, V., Corsonello, A., Kirk, G. D., Ferrari, R., Volpato, S. & Campo, G. 2016. Short Physical

- Performance Battery and all-cause mortality: Systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine* 14 (1), 215-224.
- Penninx, B., Ferrucci, L., Leveille, S., Rantanen, T., Pahor, M. & Guralnik, J. 2000. Lower extremity performance in nondisabled older persons as a predictor of subsequent hospitalization. *The Journals of Gerontology: Series A* 55 (11), M691–M697.
- Poole, V. N., Wooten, T., Iloputaife, I., Milberg, W., Esterman, M. & Lipsitz, L. A. 2018. Compromised prefrontal structure and function are associated with slower walking in older adults. *NeuroImage: Clinical* 20, 620-626.
- Poranen-Clark, T., Bonsdorff, M., Rantakokko, M., Portegijs, E., Eronen, J., Kauppinen, M., Eriksson, J., Rantanen, T. & Viljanen, Anne. 2018. Executive function and life-space mobility in old age. *Aging Clinical and Experimental Research* 30 (2), 145-151.
- Puente, A. N., Lindbergh, C. A. & Miller, L. S. 2015. The relationship between cognitive reserve and functional ability is mediated by executive functioning in older adults. *The Clinical Neuropsychologist*, 29 (1), 67-81,
- Quan, M., Xun, P., Chen, C., Wen, J., Wang, Y., Wang, R., Chen, P. & He, K. 2017. Walking pace and the risk of cognitive decline and dementia in elderly populations: A meta-analysis of prospective cohort studies. *The Journals of Gerontology: Series A* 72 (2), 266–270.
- Radloff, L. S. 1977. The CES-D scale: a self-reported scale for research in the general population. *Applied Psychological Measurement* 1, 385–401.
- Reitan, R. M. 1955. The relation of the Trail Making Test to organic brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 19 (5), 393-394.
- Ribeiro, F. & Oliveira, J. 2007. Aging effects on joint proprioception: The role of physical activity in proprioception preservation. *European Review of Aging and Physical Activity* 4 (2), 71-76.
- Rosado-Artalejo, C., Carnicero, J., Losa-Reyna, J., Castillo, C., Cobos-Antoranz, B., Alfaro-Acha, A., Rodríguez-Mañas, L. & García-García, F. 2017. Global performance of executive function is predictor of risk of frailty and disability in older adults. *The journal of nutrition, health & aging* 21 (9), 980-987.
- Rosano, C., Studenski, S. A., Aizenstein, H. J., Boudreau, R. M., Longstreth, W. T. & Newman, A. B. 2012. Slower gait, slower information processing and smaller prefrontal area in older adults. *Age and Ageing* 41 (1), 58–64.

- Sánchez-Cubillo, I., Periañez, J. A., Adrover-Roig, D., Rodríguez-Sánchez, J. M., Ríos-Lago, M., Tirapu, J. & Barceló, F. 2009. Construct validity of the Trail Making Test: Role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15 (3), 438-450.
- Satariano, W. A., Guralnik, J. M., Jackson, R. J., Marottoli, R. A., Phelan, E. A. & Prohaska, T. R. 2012. Mobility and aging: new directions for public health action. *The American Journal of Public Health* 102 (8), 1508–1515.
- Shaw, S. C., Dennison, E. M. & Cooper, C. 2017. Epidemiology of sarcopenia: Determinants throughout the lifecourse. *Calcified Tissue International* 101 (3), 229-247.
- Seidler, R. D., Bernard, J. A., Burutolu, T. B., Fling, B. W., Gordon, M. T., et al. 2010. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 34 (5), 721-733.
- Seino, S., Kim, M. J., Yabushita, N., Nemoto, M., Jung, S., Osuka, Y., Okubo, Y., Matsuo, T. & Tanaka, K. 2012. Is a composite score of physical performance measures more useful than usual gait speed alone in assessing functional status? *Archives of Gerontology and Geriatrics* 55, 392-398.
- Shields, G. S., Sazma, M. A. & Yonelinas, A. P. 2016. The effects of acute stress on core executive functions: A meta-analysis and comparison with cortisol. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 68, 651-668.
- Simoneau, G. G. 2010. Kinesiology of walking. Teoksessa D. A. Neumann (toim.) *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation*. 2. painos. St. Louis, Mo.: Mosby/Elsevier, 627-681.
- Stevens, P., Syddall, H., Patel, H., Martin, H., Cooper, C. & Aihie Sayer, A. 2012. Is grip strength a good marker of physical performance among community-dwelling older people? *The journal of nutrition, health & aging* 16 (9), 769-774.
- Stijntjes, M., Aartsen, M. J., Taekema, D. G., Gussekloo, J., Huisman, M., Meskers, C. G., de Craen, A. J. & Maier, A. B. 2017. Temporal relationship between cognitive and physical performance in middle-aged to oldest old people. *The Journals of Gerontology: Series A* 72 (5), 662–668.
- Stijntjes, M., de Craen A. J., van der Grond, J., Meskers, C. G., Slagboom, P. E. & Maier, A. B. 2016. Cerebral microbleeds and lacunar infarcts are associated with walking speed

- independent of cognitive performance in middle-aged to older adults. *Gerontology* 62, 500-507.
- Strauss, E., Sherman, E. M. S. & Spreen, O. 2006. A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary. 3. painos. Oxford: New York: Oxford University Press.
- Stroop, J. R. 1935. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology* 18 (6), 643-662.
- Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M., Brach, J., Chandler, J., Cawthon, P., Connor, E. B., Nevitt, M., Visser, M., Kritchevsky, S., Badinelli, S., Harris, T., Newman, A. B., Cauley, J., Ferrucci, L. & Guralnik, J. 2011. Gait speed and survival in older adults. *JAMA* 305 (1), 50–58.
- Stuss, D. T. 2011. Functions of the Frontal Lobes: Relation to Executive Functions. *Journal of the International Neuropsychological Society* 17 (5), 759-765.
- Taylor, M. E., Boripuntakul, S., Toson, B., Close, J. C. T., Lord, S. R., Kochan, N. A., Sachdev, P. S., Brodaty, H. & Delbaere, K. 2018. The role of cognitive function and physical activity in physical decline in older adults across the cognitive spectrum. *Aging & Mental Health*, 1-9.
- Taylor, M. E., Lasschuit, D. A., Lord, S. R., Delbaere, K., Kurrle, S. E., Mikolaizak, A. S., Kvelde, T. & Close, J. 2017. Slow gait speed is associated with executive function decline in older people with mild to moderate dementia: A one year longitudinal study. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 73, 148-153.
- Taylor, N. F., Barelli, C. & Harding, K. E. 2010. Community ambulation before and after hip fracture: a qualitative analysis. *Disability and Rehabilitation* 32 (15), 1281–1290.
- Tian, Q., An, Y., Resnick, S. M. & Studenski, S. 2017. The relative temporal sequence of decline in mobility and cognition among initially unimpaired older adults: Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Age and Ageing* 46 (3), 445–451.
- Tian, Q., Resnick, S. M., Landman, B. A., Huo, Y., Venkatraman, V. K., Gonzalez, C. E., Simonsick, E. M., Shardell, M. D., Ferrucci, L. & Studenski, S. A. 2016. Lower gray matter integrity is associated with greater lap time variation in high-functioning older adults. *Experimental Gerontology* 77, 46-51.
- Tilastokeskus. 2017. Väestö. Viitattu 13.10.2018.  
[https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk\\_vaesto.html](https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_vaesto.html)

- Tseng, B. Y., Cullum C. M. & Zhang, R. 2014. Older adults with amnesic mild cognitive impairment exhibit exacerbated gait slowing under dual-task challenges. *Current Alzheimer Research* 11 (5), 494-500.
- Turunen, K., Aaltonen, L., Kumpumäki, J., Portegijs, E., Keikkala, S., Kinnunen, M. L., Finni, T., Sipilä, S. & Nikander, R. 2017. A tailored counseling and home-based rehabilitation program to increase physical activity and improve mobility among community-dwelling older people after hospitalization: protocol of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 18 (1), 477.
- Valkanova, V. & Ebmeier, K. P. 2017. What can gait tell us about dementia? Review of epidemiological and neuropsychological evidence. *Gait & Posture* 53, 215-223.
- van Lummel, R. C., Walgaard, S., Pijnappels, M., Elders, P. J. M., Garcia-Aymerich, J., van Dieen, J. H. & Beek, P. J. 2015. Physical performance and physical activity in older adults: Associated but separate domains of physical function in old age. *PLoS One* 10 (12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144048>.
- van Schooten, K. S., Freiburger, E., Sillevs Smitt, M., Keppner, V., Sieber, C., Lord, S. R. & Delbaere, K. 2019. Concern About Falling Is Associated With Gait Speed, Independently From Physical and Cognitive Function. *Physical Therapy*.
- Vaughan, L. & Giovanello, K. 2010. Executive function in daily life: Age-related influences of executive processes on Instrumental Activities of Daily Living. *Psychology and Aging* 25 (2), 343-355.
- Vazzana, R., Bandinelli, S., Lauretani, F., Volpato, S., Lauretani, F., Di Iorio, A., Abate, M., Corsi, A. M., Milaneschi, Y., Guralnik, J. M. & Ferrucci, L. 2010. Trail Making Test predicts physical impairment and mortality in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 58 (4), 719-723.
- Verbrugge, L. M. & Jette, A. M. 1994. The disablement process. *Social Science & Medicine* 38 (1), 1-14.
- Verghese, J., LeValley, A., Hall, C. B., Katz, M. J., Ambrose, A. F., & Lipton, R. B. 2006. Epidemiology of gait disorders in community-residing older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 54 (2), 255-261.
- Verghese, J. & Zwerling, J. 2014. Gait disorders in the graying population. Teoksessa A. K. Nair & M. N. Sabbagh. *Geriatric Neurology*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Inc, 126-135.

- Verlinden, V. J., van der Geest, J. N., Hofman, A. & Ikram, M. A. 2014. Cognition and gait show a distinct pattern of association in the general population. *Alzheimer's & Dementia* 10, 328-335.
- Veronese, N., Stubbs, B., Trevisan, C., Bolzetta, F., De Rui, M., Solmi, M., Sartori, L., Musacchio, E., Zambon, S., Perissinotto, E., Crepaldi, G., Manzato, E. & Sergi, G. 2016. What physical performance measures predict incident cognitive decline among intact older adults? A 4.4 year follow up study. *Experimental Gerontology* 81, 110-118.
- Vochteloo, A. J., Moerman, S., Tuinebreijer, W. E., Maier, A. B., de Vries, M. R., Bloem, R. M., Nelissen, R. G. & Pilot, P. 2013. More than half of hip fracture patients do not regain mobility in the first postoperative year. *Geriatrics & gerontology international* 13 (2), 334-341.
- Wanigatunga, A. A., Manini, T. M., Cook, D. R., Katula, J., Fielding, R. A., Kramer, A. F., Verghese, J., Rapp, S. R., Sink, K. M., King, A. C., Buford, T. W., Anton, S., Nadkarni, N., Jennings, J. M., Reid, K., Espeland, M. A., Gill, T. M., Pahor, M. & Nocera, J. R. 2018. Community-based activity and sedentary patterns are associated with cognitive performance in mobility-limited older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience* 10. DOI=10.3389/fnagi.2018.00341
- Welmer, A-K., Rizzuto, D., Laukka, E. J., Johnell, K. & Fratiglioni, L. 2017. Cognitive and physical function in relation to the risk of injurious falls in older adults: A population-based study. *The Journals of Gerontology Series A* 72 (5), 669–675.
- World Health Organization. 2001. International classification of functioning, disability and health: ICF. Geneva: World Health Organization. Viitattu 12.4.2019. <https://www.who.int>
- Yardley, L., Beyer, N., Hauer, K., Kempen, G., Piot-Ziegler, C. & Todd, C. 2005. Development and initial validation of the falls efficacy scale-international (FES-I). *Age Ageing* 34 (6), 614–619.
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M. & Giladi, N. 2008. The role of executive function and attention in gait. *Movement Disorders* 23 (3), 329-342.
- Yuspeh, R., Drane, D.L., Huthwaite, J. S. & Klingler, L. K. 2000. Derived Trail Making Test indices: Normative observations. *Archives of Clinical Neuropsychology* 15 (8), 687-688.

Zettel-Watson, L., Suen, M., Wehbe, L., Rutledge, D. N. & Cherry, B. J. 2017. Aging well: Processing speed inhibition and working memory related to balance and aerobic endurance. *Geriatrics & Gerontology International* 17 (1), 108-115.