

**FYYSISEN JA KOGNITIIVISEN HARJOITTELUN VAIKUTUKSET KAATUMISIIN
KOTONA ASUVILLA IÄKKÄILLÄ HENKILÖILLÄ**
Erityinen huomio kaatumishistoriaan

Anna-Maria Mansikka

Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2021

TIIVISTELMÄ

Mansikka, A-M. 2021. Fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutukset kaatumisiin kotona asuvilla iäkkäillä henkilöillä: Erityinen huomio kaatumishistoriaan. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma, 71 s.

Iäkkäiden henkilöiden kaatumiset ja niiden seuraukset aiheuttavat merkittäviä yksilöllisiä ja yhteiskunnallisia ongelmia. Kaatumiset ovat seurausta monista yksilöön tai ympäristöön liittyvistä vaaratekijöistä. Erityisesti muutokset fyysisessä ja kognitiivisessa toimintakyvyssä ovat keskeinen syy iäkkäiden henkilöiden kaatumisten taustalla. Liikuntaharjoittelu on tehokasta kaatumisten ehkäisyssä, mutta myös kognitiivisella harjoittelulla on saatu lupaavia tuloksia. Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää kognitiivisen toiminnanohjauksen yhteyttä iäkkäiden henkilöiden kaatumisiin. Lisäksi tutkittiin fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutuksia kaatumisiin kotona asuvilla, erilaisen kaatumishistorian omaavilla iäkkäillä henkilöillä verrattuna pelkkään fyysiseen harjoitteluun.

Tutkielma on osa Jyväskylän yliopiston Gerontologian tutkimuskeskuksen PASSWORD-tutkimuksen tutkimustuloksia. Tutkimukseen osallistui 314 kotona asuvaa 70–85-vuotiasta jyvaskyläläistä naista ja miestä, jotka eivät liikkuneet vallitsevan liikuntasuosituksen mukaan. Tutkittavat satunnaistettiin kahteen harjoitteluryhmään, jossa kaikki osallistuivat vuoden kestävään liikuntaohjelmaan (LIIKU) ja puolet osallistui lisäksi tietokonepohjaiseen kognitiiviseen harjoitteluun (LIKUKO). Kaatumisten määrää selvitettiin sekä retrospektiivisesti strukturoidulla kyselyllä että intervention aikana kaatumispäiväkirjojen avulla. Toiminnanohjauksen arviointiin käytettiin Stroopin värisanatestiä. Analyysejä varten tutkittavat jaettiin ryhmiin kaatumishistorian mukaan (kaatujat n=164 ja ei-kaatujat n=150) sekä edelleen alaryhmiin huomioimalla kaatumishistoria tutkimusryhmissä (LIKUKO: kaatujat n=72, ei-kaatujat n=83 ja LIIKU: kaatujat n=92, ei-kaatujat n=67). Toiminnanohjauksen yhteyttä edellisen vuoden kaatumisiin selvitettiin logistisella regressioanalyysillä. Lopullisissa malleissa vakioivina tekijöinä olivat ikä, sukupuoli, koettu terveys, kaatumispelko, jatkuva kipu, koulutustaso, kognitiivinen toimintakyky, liikkumiskyky ja diastolinen verenpaine. Intervention vaikutuksia kaatumisiin arvioitiin negatiivisella binomiaalisella regressiomallilla.

Tutkimuksen alkumittausaineiston analyysi osoitti, että lopullisissa malleissa toiminnanohjaus oli yhteydessä edeltävän vuoden toistuviin (OR 1.012, 95 % CI 1.001-1.024), mutta ei yksittäisiin (OR 1.000, 95 % CI 0.990-1.010) kaatumisiin. Tutkimuksen aikana tapahtui yhteensä 304 kaatumista, joista vamman aiheuttavia kaatumisia oli 28. Tutkittavista henkilöistä noin puolet kaatui intervention aikana, joista 86 henkilöä kerran ja 66 henkilöä toistuvasti. LIKUKO-ryhmässä kaatumisia oli vähemmän kuin LIIKU-ryhmässä, mutta ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (IRR 0.79, 95 % CI 0.57–1.09). Kaatumistiheys oli suurempi (IRR 2.61, 95 % CI 1.82–3.73) niillä tutkittavilla henkilöillä, jotka olivat kaatuneet vähintään kerran interventiota edeltävän vuoden aikana verrattuna tutkittaviin, jotka eivät olleet kaatuneet. LIIKU- ja LIKUKO-interventioiden vaikutukset kaatumisiin eivät kuitenkaan eronneet kaatumishistorian mukaan (IRR 0.68, 95 % CI 0.33–1.40). Vamman aiheuttavien kaatumisten osalta ryhmien välillä ei nähty tilastollisesti merkitseviä eroja.

Johtopäätökset: toiminnanohjaus on yhteydessä toistuviin, mutta ei yksittäisiin kaatumisiin enintään kohtalaisesti liikkuvilla 70–85-vuotiailla naisilla ja miehillä. Yhdistelmäharjoittelulla ei ole pelkkää fyysistä harjoittelua tehokkaampaa vaikutusta erilaisen kaatumishistorian omaavien iäkkäiden henkilöiden kaatumisiin. Jatkotutkimuksissa toiminnanohjauksen yhteyttä kaatumisiin ja yhteyttä muokkaavia ja välittäviä tekijöitä tulisi tutkia pitkittäisasetelmilla. Kokeen tulos perustuu alaryhmäanalyysiin, joten tulevaisuudessa asiaa tulee tutkia isommassa aineistossa.

Asiasanat: ikääntyminen, kaatumiset, kaatumishistoria, toiminnanohjaus, liikunta, kognitiivinen harjoittelu

ABSTRACT

Mansikka, A-M. 2021. The effects of physical and cognitive training on falls in community-dwelling older adults: Special attention to the history of falls. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in Gerontology and Public Health, 71 pp.

Falls and resulting consequences cause significant individual and societal problems in the older population. Falls are result of many individual or environmental risk factors. In particular, changes in physical and cognitive functioning are a major cause of falls in older people. Exercise training is effective in preventing falls, but cognitive training has also yielded promising results. The purpose of this master's thesis was to investigate the association between executive function and falls in older people. In addition, the effects of physical and cognitive training on falls in older people living at home with a different history of falls compared to physical training alone were studied.

This study is part of the PASSWORD research project by the Gerontology Research Center of the University of Jyväskylä. Participants (n=314) were community-dwelling 70- to 85-year-old women and men living in the City of Jyväskylä, who did not meet the physical activity guidelines. Subjects were randomized into two training groups, where all subjects participated in a one-year exercise program (LIIKU) and half of the subjects participated in computer-based cognitive training (LIIKUKO). The incidence of falls was investigated both retrospectively by a structured questionnaire and during the intervention using fall diaries. The Stroop Color and Word Test was used to evaluate executive function. For the analyses, the subjects were divided into groups according to the fall history (faller n=164 and non-faller n=150) and further into subgroups by considering the fall history in the study groups (LIIKUKO: faller n=72, non-faller n=83 and LIIKU: faller n=92, non-faller n=67). The association between executive function and the previous year's falls was investigated by logistic regression analysis. Final models were adjusted for age, gender, perceived health, fear of falling, persistent pain, level of education, cognitive functioning, mobility, and diastolic blood pressure. The effects of the intervention on falls were evaluated by using a negative binomial regression model.

The analysis of the baseline data of the study showed that in the final models' executive function was associated to recurrent (OR 1.012, 95 % CI 1.001-1.024) but not to single (OR 1.000, 95 % CI 0.990-1.010) falls. A total of 304 falls occurred during the study, out of which 28 caused injuries. Half of the subjects fell during the intervention, of which 86 once and 66 repeatedly. There were fewer falls in the LIIKUKO-group than in the LIIKU-group, but the difference between the groups was not statistically significant (IRR 0.79, 95 % CI 0.57–1.09). The fall incidence rate was higher (IRR 2.61, 95 % CI 1.82-3.73) among the subjects who had fallen at least once during the year prior to the intervention compared to the subjects who had not fallen. However, the effects of LIIKUKO and LIIKU interventions on falls did not differ according to the history of the falls (IRR 0.68, 95 % CI 0.33–1.40). The groups did not differ statistically significantly for fall injuries.

Conclusions: executive function is associated with recurrent but not with single falls among sedentary or at most moderately physically active 70- to 85-year-old women and men. Combination training is not more effective than physical training alone on falls of older people with different fall history. Longitudinal studies are needed to confirm the connection between executive function with falls and the factors that moderate and mediate the connection. The result of the trial is based on a subgroup analysis, thus further research in larger data is needed in the future.

Key words: aging, falls, history of falls, executive function, exercise, cognitive training

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	1
2	IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN KAATUMISET	2
2.1	Kaatumisen määritelmä ja yleisyys	2
2.2	Kaatumisten vaaratekijät	3
2.3	Kaatumisten seurauksia	6
2.4	Kaatumisten mittaaminen	7
3	KOGNITIIVINEN TOIMINNANOHJAUS JA SEN YHTEYS KAATUMISIIN	9
3.1	Toiminnanohjaus	9
3.2	Ikääntymisen vaikutukset toiminnanohjauskykyihin	10
3.3	Toiminnanohjauskykyjen yhteys kävelyyn ja kaatumisiin.....	11
3.4	Toiminnanohjauksen mittaaminen	12
4	HARJOITTELUN VAIKUTUS IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN KAATUMISIIN.....	14
4.1	Fyysisen harjoittelun vaikutus kaatumisiin	14
4.2	Kognitiivisen harjoittelun vaikutus kaatumisiin.....	15
4.3	Yhdistelmäharjoittelun vaikutus kaatumisiin	16
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	19
6	TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	20
6.1	Tutkimusasetelma ja tutkittavat.....	20
6.2	Tutkimuksen eettisyys	23
6.3	Tutkimusmenetelmät	23
6.3.1	Kaatumiset.....	23

6.3.2 Toiminnanohjaus	24
6.3.3 Taustamuuttujat	25
6.4 Intervention kuvaus	28
6.5 Tutkimusaineiston analyysi	30
7 TULOKSET.....	33
7.1 Tutkittavien taustatiedot	33
7.2 Toiminnanohjauksen yhteys iäkkäiden henkilöiden kaatumisiin.....	38
7.3 Intervention vaikutus kaatumisiin	43
8 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	45
LÄHTEET	53

1 JOHDANTO

Kaatumiset ovat yleisiä iäkkäässä väestössä (Kwan & Straus 2014). Noin kolmannes kotona asuvista yli 65-vuotiaista henkilöistä kaatuu vuosittain ja noin kymmenen prosenttia heistä saa kaatumisen seurauksena vakavan vamman, kuten murtuman (Tinetti & Kumar 2010). Kaatumisista aiheutuvat vammat ovat merkittävä kansantaloudellinen ongelma (Sievänen ym. 2014) ja lisäksi ne aiheuttavat ikääntyneessä väestössä huomattavassa määrin pitkäaikaista kipua, toiminnanvajauksia ja kuolemia (Kannus ym. 2005).

Fyysisessä ja kognitiivisessa toimintakyvyssä tapahtuvat muutokset ovat olennainen syy ikääntyneiden henkilöiden kaatumisten taustalla (Ambrose ym. 2013). Kaatumiset eivät kuitenkaan väistämättä kuulu vanhuuteen ja puuttamalla kaatumisten vaaratekijöihin voidaan kaatumisia ennaltaehkäistä (Ganz & Latham 2020). Monipuolinen ja säännöllinen liikuntaharjoittelu on yksi tärkeimmistä tekijöistä kaatumisten ja niistä aiheutuvien vammojen ehkäisyssä (Sherrington ym. 2019; García-Hermoso ym. 2020) ja fyysisesti aktiivisemmat iäkkäät henkilöt kaatuvat muita epätodennäköisemmin (Sievänen ym. 2014; Soares ym. 2019).

Alentuneen kognitiivisen toiminnanohjauskyvyn ja kaatumisriskin välillä havaitusta yhteydestä (Mirelman ym. 2012; Kearney ym. 2013) huolimatta yhdistetyn fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutuksia kaatumisiin on tutkittu vielä vähän. On kuitenkin ehdotettu, että kognitiivisen ja fyysisen harjoittelun yhdistelmä voisi lisätä kaatumisten ehkäisyyn tähtäävien interventioiden tehoa verrattuna pelkkään fyysiseen harjoitteluun (Segev-Jacobovski ym. 2011).

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää kognitiivisen toiminnanohjauksen yhteyttä iäkkäiden henkilöiden kaatumisiin. Lisäksi tutkitaan fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutuksia kaatumisiin enintään kohtalaisesti liikkuvilla, kotona asuvilla, erilaisen kaatumishistorian omaavilla iäkkäillä verrattuna pelkkään fyysiseen harjoitteluun.

2 IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN KAAATUMISET

2.1 Kaatumisen määritelmä ja yleisyys

Kaatuminen voidaan määritellä monin tavoin (Kwan & Straus 2014), mutta yleisimmin käytetty tapa on määrittää se odottamattomaksi tapahtumaksi, jonka seurauksena henkilö päätyy maahan, lattialle tai matalammalle tasolle (Lamb ym. 2005; WHO 2018). Määritelmää tarkennetaan tyypillisesti niin, että sen ajatellaan tapahtuvan ilman ulkoisen voiman tai sairauskohtauksen aiheuttamaa syytä (Hauer ym. 2006). Kaatumisen vakavuus määritellään yleensä joko kaatumisesta aiheutuvien oireiden, siitä aiheutuvien terveyspalveluiden käytön tai näiden yhdistelmän mukaan (Schwenk ym. 2012).

Kaatumiset ja niistä aiheutuvat komplikaatiot yleistyvät iän myötä (Rubenstein 2006). Noin kolmannes yli 65-vuotiaista kotona asuvista henkilöistä kaatuu vuoden aikana vähintään kerran (Tinetti ym. 1988; Tinetti & Williams 1998; Tinetti & Kumar 2010; Sanders ym. 2017), mutta tätäkin suurempia osuuksia on esitetty (Piau ym. 2019). Yli 80-vuotiaista kaatuu vuosittain jo noin puolet (Tinetti ym. 1988). Noin kolmannes kaatumisen kokeneista kaatuu uudelleen (Tinetti ym. 1988; Milat ym. 2011).

Iäkkään henkilön kaatuminen tapahtuu tyypillisimmin kotona (Saari ym. 2007; Kelsey ym. 2012b; Boyé ym. 2014; Sanders ym. 2017) ja yleisimmin käytössä olevissa huoneissa kuten keittiössä, olo- tai makuuhuoneessa (Piau ym. 2019). Bleijlevens ym. (2010) määrittelivät tutkimuksessaan kaatumiset sijainnin ja aktiviteetin mukaan ja esittivät neljä vamma aiheuttavaan kaatumiseen johtavaa olosuhdetta. Tutkimuksen mukaan vammoja aiheuttavat kaatumiset tapahtuvat tyypillisesti wc-tiloissa tai niihin siirryttäessä, muiden päivittäisten toimintojen yhteydessä, pihapiirissä tapahtuvien askareiden yhteydessä tai kauempana kotoa esimerkiksi kävellessä, pyöräillessä tai ostoksilla. Olosuhteiden ja kaatumisesta aiheutuvan vamma vakavuuden välillä ei kuitenkaan nähty olevan yhteyttä (Bleijlevens ym. 2010). Toisaalta on havaittu, että sisällä tapahtuva kaatuminen aiheuttaa todennäköisemmin vakavan vamma verrattuna ulkona tapahtuvaan kaatumiseen (Saari ym. 2007; Boyé ym. 2014; Sanders ym. 2017). Joka viides sisällä tapahtuva kaatuminen vaatii sairaalahoitoa, kun ulkona

tapahtuneista kaatumisista sairaalahoitoa vaatii joka kymmenes (Sievänen ym. 2014). Lisäksi on havaittu, että noin puolet kaatumisen seurauksena todetuista aivovammoista ja lonkkamurtumista tapahtuu sisätiloissa (Boyé ym. 2014). On todettu, että vaaratekijät sisällä ja ulkona tapahtuville kaatumisille poikkeavat toisistaan (Bergland ym. 2003). Sisällä esiintyvät kaatumiset tapahtuvat yleisemmin iäkkäämmille, naisille, monilääkityille, inaktiivisille sekä huonomman terveydentilan ja toimintakyvyn omaaville, kun taas ulkona kaatuvat ovat tavallisesti nuorempia, miehiä, terveydentilaltaan parempia ja fyysisesti aktiivisempia (Kelsey ym. 2010; Kelsey ym. 2012a; Kelsey ym. 2012b; Boyé ym. 2014).

2.2 Kaatumisten vaaratekijät

Iäkkäiden henkilöiden kaatumiset ovat seurausta monista yksilöllisistä ja ympäristöön liittyvistä vaaratekijöistä (Close ym. 2005; Vieira ym. 2016). Kaatumisten vaaratekijät jaetaan tyypillisesti sisäisiin ja ulkoisiin vaaratekijöihin (Close ym. 2005; Deandrea ym. 2010). Näiden lisäksi kaatumiselle altistavat monet tilanne- ja käyttäytymistekijät, kuten kiiruhtaminen, huolimattomuus sekä oman liikkumiskyvyn yli- tai aliarviointi (Butler ym. 2015; Chippendale & Raveis 2017). Vaaratekijät vaikuttavat toisiinsa ja mitä enemmän kaatumisten vaaratekijöitä henkilöllä on, sitä suurempi on riski kaatumiselle ja sen seurauksena aiheutuville vammoille (Tinetti & Kumar 2010; Ek ym. 2018). Suurimpaan osaan kaatumisten vaaratekijöistä voidaan vaikuttaa (Ambrose ym. 2013).

Sisäiset vaaratekijät. Kaatumisten sisäisiin vaaratekijöihin kuuluvat henkilön yksilölliset ominaisuudet, kuten ikä, sukupuoli, aiemmat kaatumiset, heikentynyt toiminta- ja liikkumiskyky, kaatumispelko sekä tietyt sairaudet ja oireet (Deandrea ym. 2010). Kaatumiset yleistyvät iän myötä ja ikä onkin vahva riskitekijä (Tinetti & Williams 1998; Close ym. 2005; Milat ym. 2011; Ambrose ym. 2013; Sousa ym. 2016; Gale ym. 2018). On myös havaittu, että kaatumisvammojen esiintyvyys kasvaa ikääntymisen myötä (Welmer ym. 2017; Haagsma ym. 2019). Vaikka korkeampi ikä ennustaa kaatumisia, se on harvoin ainoa syy kaatumisen taustalla (Ganz & Latham 2020). Naiset kaatuvat miehiä yleisemmin (Deandrea ym. 2010; Ambrose ym. 2013; Sousa ym. 2016) ja heillä esiintyy myös enemmän vamman aiheuttavia kaatumisia (Tinetti & Williams 1998; Saari ym. 2007; Welmer ym. 2017). Myös

persoonallisuuden piirteillä on havaittu olevan yhteys kaatumisiin ja erityisesti matala tunnollisuus ja korkea neuroottisuus näyttävät lisäävän kaatumisriskiä (Canada ym. 2020).

Kaatumishistoria on yksi suurimmista kaatumisten vaaratekijöistä ja aiemmat kaatumiset ennustavat tulevia kaatumisia (Deandrea ym. 2010; Ambrose ym. 2013; Sousa ym. 2016; Pierrie ym. 2019). Erityisesti toistuvat kaatumiset ennustavat tulevia kaatumisia ja niistä aiheutuvia vammoja (Welmer ym. 2017; Pierrie ym. 2019). Aiempi kaatuminen saattaa aiheuttaa kaatumisen pelkoa, jonka on myös todettu lisäävän riskiä tuleville kaatumisille (Tiernan ym. 2014; Sousa ym. 2016). Kaatumisen pelkoa on havaittu esiintyvän myös niillä iäkkäillä henkilöillä, joilla ei ole taustalla aiempia kaatumisia (Makino ym. 2018).

Yksi tärkeimmistä kaatumisten sisäisistä vaaratekijöistä on huono fyysinen toimintakyky (Tinetti & Williams 1998). Tutkimukset ovat osoittaneet merkittävän osan kaatumisista olevan seurausta heikentyneestä fyysisestä toimintakyvystä, erityisesti alentuneesta lihasvoimasta sekä liikkumiseen, kävelyyn ja tasapainoon liittyvistä ongelmista (Close ym. 2005; Deandrea ym. 2010; Ambrose ym. 2013; Singh ym. 2019). Heikko tasapaino ja liikkumiskyky ennustavat tulevia kaatumisia (Lusardi ym. 2017; Jehu ym. 2020). Lisäksi on osoitettu, että heikompi suoriutuminen erilaisista seisomista, kurkottelua, askellusta ja kävelyä vaativista tehtävistä erottaa kaatujat ei-kaatujista (Soares ym. 2019). Erityisesti miehillä huono tasapaino näyttää ennustavan kaatumisia (Gale ym. 2016; Gale ym. 2018). Toimintakyvyn laskun taustalla saattaa olla inaktiivisuus ja fyysisesti inaktiiviset iäkkäät henkilöt kaatuvatkin aktiivisia todennäköisemmin (Soares ym. 2019). On havaittu, että alimmassa fyysisen aktiivisuuden luokassa olevilla iäkkäillä henkilöillä riski toistuviin kaatumisiin on 39 % suurempi kuin heidän fyysisesti aktiivisilla ikätovereillaan (Soares ym. 2019). Inaktiivisuus näyttää myös lisäävän riskiä kaatumisen seurauksena tapahtuville vammoille (Welmer ym. 2017).

Ikääntyneen henkilön kaatumisriskiä lisäävät myös terveyteen liittyvät kokemukset sekä tietyt sairaudet ja oireet. Heikentyneen koetun terveyden on nähty olevan yhteydessä iäkkäiden henkilöiden kaatumisiin (Hedman ym. 2013; Tiernan ym. 2014; Singh ym. 2019). Kroonisten sairauksien, erityisesti monisairastavuuden, on havaittu lisäävän kaatumisriskiä (Tinetti &

Williams 1998; Close ym. 2005; Gale ym. 2016; Gale ym. 2018) ja kaatumisen seurauksena tapahtuvien vammojen esiintyvyyttä (Welmer ym. 2017). Kaatumisriskiä lisäävät erityisesti huimaus (Deandrea ym. 2010), diabetes (Singh ym. 2019), ortostaattinen hypotensio eli pystyasentoon liittyvä verenpaineen poikkeava lasku (Mol ym. 2019), Parkinsonin tauti (Deandrea ym. 2010) ja masennusoireet (Tinetti & Williams 1998; Kvelde ym. 2015; Gale ym. 2016; Gale ym. 2018) sekä naisilla gerastenia ja inkontinenssi (Gale ym. 2016; Gale ym. 2018). Lisäksi aistitoimintojen, kuten näön, heikkeneminen on yhteydessä kaatumisiin (Close ym. 2005; Ambrose ym. 2013; Jehu ym. 2020). Myös voimakas kipu lisää riskiä kaatua (Gale ym. 2016; Gale ym. 2018) ja kroonisen kivun on nähty olevan yhteydessä kaatumisen seurauksena syntyville vammoille kotona asuvilla iäkkäillä henkilöillä (Cai ym. 2020). Kognitiivisen toimintakyvyn ja sen osa-alueiden, kuten toiminnanohjauksen heikkenemisen on havaittu lisäävän merkittävästi kaatumisen riskiä iäkkäillä henkilöillä (Tinetti ym. 1988; Mirelman ym. 2012; Muir ym. 2012; Ambrose ym. 2013). Toiminnanohjauksen yhteyttä kaatumisiin on kuvattu laajemmin kappaleessa 3.3.

Ulkoiset vaaratekijät. Kaatumisriskiä lisääviä ulkoisia vaaratekijöitä ovat lääkkeisiin ja ympäristöön liittyvät tekijät (Deandrea ym. 2010). Monilääkitys on yksi tärkeistä syistä kaatumisten taustalla (Ambrose ym. 2013) ja se lisää myös riskiä kaatumisen seurauksena tapahtuville vammoille (Welmer ym. 2017). Monilääkitys voidaan määritellä monin tavoin, mutta neljän lääkkeen yhtäaikaisella käytöllä on havaittu olevan yhteys kaatumisiin (Dhalwani ym. 2017; Seppälä ym. 2018) ja toistuviin kaatumisiin iäkkäillä henkilöillä (Ming & Zecevic 2018). Lisäksi lääkkeiden sivu- ja haittavaikutukset lisäävät riskiä toistuviin kaatumisiin (Jehu ym. 2020). Erityisesti masennuslääkkeiden (Kvelde ym. 2015), diureettien (de Vries ym. 2018), rauhoittavien, epilepsialääkkeiden ja verenpainelääkkeiden käytön on havaittu lisäävän kaatumisriskiä (Deandrea ym. 2010). Myös ympäristöön liittyvillä tekijöillä, kuten kodin vaaranpaikoilla sekä kodin ulkopuolisilla vaaranpaikoilla ja vaaratilanteilla on yhteys kaatumisiin (Ambrose ym. 2013).

2.3 Kaatumisten seurauksia

Kaatumiset ja niistä aiheutuvat vammat voivat johtaa itsenäisyyden menetykseen, toiminnanvajauksiin, heikentyneeseen elämänlaatuun ja kuolleisuuteen iäkkäässä väestössä (Rubenstein 2006). Vammaa aiheuttamattomankin kaatumisen seuraukset terveydelle voivat olla vakavia kaatumisen pelon ja siitä johtuvan liikkumisen rajoittumisen takia (Fasano ym. 2012). Kaatumiset aiheuttavat paljon vajaakuntoisina elettyjä elinvuosia ja vuonna 2017 Suomessa oli läntisistä Euroopan maista eniten kaatumisista johtuvaa tautitaakkaa (Haagsma ym. 2019). Tautitaakkaa arvioidaan väestötasolla haittapainotettujen elinvuosien avulla, johon lasketaan yhteen ennenaikaisen kuoleman vuoksi menetetyt elinvuodet ja sairastamisen, kuten kaatumisvamman, takia vajaakuntoisena elettyt elinvuodet (James ym. 2018; Haagsma ym. 2019).

Noin 20–30 % iäkkäistä kaatujista saa kaatumisen seurauksena vamman (Tinetti ym. 1988; WHO 2018; Piau ym. 2019). Kaatumisesta aiheutuva vamma vaatii erityisesti iäkkäillä henkilöillä usein terveydenhuollon kontaktia tai sairaalahoitoa (Rubenstein 2006; Milat ym. 2011). On arvioitu, että kaatumisen takia sairaalahoitoon joutuneista iäkkäistä ihmisistä vain puolet on elossa vuoden kuluttua (Rubenstein 2006). Myös kaatumisvammoista toipuminen on iäkkäillä ihmisillä hitaampaa, mikä lisää riskiä toistuville kaatumisille (Milat ym. 2011). Lisäksi toistuvasti kaatuvilla iäkkäillä henkilöillä on ikäovereihin verrattuna suurempi riski sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen (Milat ym. 2011).

Erityisesti sairaalahoitoa vaativat kaatumiset aiheuttavat huomattavia taloudellisia kustannuksia (Stevens ym. 2006). Esimerkiksi yhden kaatumisen seurauksena tapahtuneen lonkkamurtuman potilaskohtaiset kokonaiskustannukset ensimmäisen vuoden aikana olivat vuonna 2013 noin 30 000 euroa (THL 2020). Vuonna 2017 läntisessä Euroopassa 70 vuotta täyttäneistä henkilöistä 11.7 miljoonaa tarvitsi lääketieteellistä hoitoa tapaturman vuoksi ja näistä 72 % liittyi kaatumisen aiheuttamaan vammaan (Haagsma ym. 2019). Naiset tarvitsivat lääketieteellisistä hoitoa kaatumisen aiheuttamaan vammaan miehiä useammin, mutta miehet kuolivat kaatumisen seurauksena hieman naisia yleisemmin (Haagsma ym. 2019). Kaatumiset ennustavat terveyspalveluiden käyttöä (Tinetti & Kumar 2010) ja niillä on yhteys

pitkäaikaisen palveluasumisen pariin siirtymiseen (Tinetti & Williams 1997; Rubenstein 2006).

2.4 Kaatumisten mittaaminen

Kaatumisten määrän mittaamiseen liittyvät menetelmät vaihtelevat eri tutkimuksissa (Ganz ym. 2005; Hauer ym. 2006). Kaatumisia mitataan tyypillisesti joko retrospektiivisesti palauttaen mieleen kaatumiset tietyltä ajanjaksolta puhelinhaastattelun, kasvokkain tapahtuvan haastattelun tai postikyselyn avulla tai vaihtoehtoisesti prospektiivisesti postikortin, kaatumispäiväkirjan tai -kalenterin avulla (Hauer ym. 2006; Schwenk ym. 2012). Hyödyntämällä terveydenhuollon rekistereitä on mahdollista saada tietoa terveydenhuollon kontaktia vaativista kaatumisista (Schwenk ym. 2012). Mittausmenetelmissä esiintyvät erot saattavat osin selittää tutkimustuloksissa havaittavia eroja ja vaikuttaa niiden luotettavuuteen (Ganz ym. 2005; Lamb ym. 2005; Hauer ym. 2006). On havaittu, että edellisen vuoden kaatumisten mieleen palauttaminen on spesifiä (91–95 %), mutta vähemmän sensitiivistä (80–90 %) verrattuna prospektiiviseen kaatumisten arviointiin (Ganz ym. 2005). Kaatumisten määrän subjektiivinen arviointi retrospektiivisesti saattaa heikentää luotettavuutta, koska kaikkia kaatumisia ei muisteta tai ne jätetään raportoimatta (Ganz ym. 2005; Mackenzie ym. 2006). Lisäksi on havaittu, että kaatumisen seurauksena syntyviä vammoja raportoidaan vähemmän retrospektiivisesti (Mackenzie ym. 2006).

Suosittelavin tapa arvioida kaatumisia on päiväkohtainen kaatumisten mahdollisimman yksityiskohtainen raportointi (Ganz ym. 2005; Hauer ym. 2006). Myös kansainvälisen kaatumisten ehkäisyn verkoston (Prevention of Falls Network Europe – ProFaNE) lausuman mukaan iäkkäitä henkilöitä tutkittaessa kaatumisia tulisi dokumentoida päivittäin ja raportoida eteenpäin tutkijoille kuukausittain (Lamb ym. 2005). Mahdollisten puuttuvien tietojen ja kaatumisiin liittyvien lisätietojen, kuten kaatumisen seurauksena syntyvien vammojen selvittämiseksi tulisi käyttää puhelinsoittoja tai kasvokkain tapahtuvia haastatteluja (Lamb ym. 2005). Lausuman mukaan kaatumisiin liittyvistä tiedoista tulisi tehdä yhteenveto, jossa on tiedot kaatumisten määrästä, kaatujien, ei-kaatujien ja toistuvasti kaatuvien määrästä sekä

kaatumisten määrästä suhteessa henkilövuosiin ja ensimmäisen kaatumisen ajankohta (Lamb ym. 2005).

3 KOGNITIIVINEN TOIMINNANOHJAUS JA SEN YHTEYS KAAATUMISIIN

3.1 Toiminnanohjaus

Kognitiiviset toiminnot koostuvat tiedon vastaanottoon, käsittelyyn, säilyttämiseen sekä käyttöön liittyvistä toiminnoista (Tuulio-Henriksson 2011) ja niihin katsotaan kuuluvan esimerkiksi muisti, oppiminen, ymmärtäminen, toiminnanohjaus, keskittyminen, tarkkaavaisuus, hahmottaminen, orientaatio, ongelmien ratkaisu ja kielellinen toiminta (Borson 2010; THL 2019). Kognitiivinen toimintakyky mahdollistaa suoriutumisen arjessa (THL 2019) ja siihen vaikuttavat monet asiat, kuten vireystila, aistitoiminnot, stressi, elämäntilanne, mieliala, univalverytmi sekä erilaiset psyykkiset ja somaattiset sairaudet (Tuulio-Henriksson 2011).

Toiminnanohjauskyvyillä (executive function, EF) viitataan yleisesti korkeamman tason kognitiivisiin toimintoihin, jotka osallistuvat alemman tason kognitiivisten toimintojen säätelyyn ja kontrollointiin sekä tavoitteelliseen ja tulevaisuusorientoituneeseen käytökseen (Wecker ym. 2000; Alvarez & Emory 2006; Gilbert & Burgess 2008; Etnier & Chang 2009). Toiminnanohjauskyvyt ovat edellytys itsenäiselle ja tarkoituksenmukaiselle elämälle, ja niiden ansiosta voimme toimia joustavasti emmekä aina täysin samoin samankaltaisissa tilanteissa (Gilbert & Burgess 2008; Etnier & Chang 2009). Toiminnanohjauksen käsitteestä, määritelmästä ja mittaamisesta on paljon toisistaan poikkeavia näkemyksiä, mutta tavallisimmin sen katsotaan olevan rakenteeltaan moniulotteinen (Baggetta & Alexander 2016; Karr ym. 2018)

Yleisesti toiminnanohjauksessa nähdään olevan kolme keskeistä osatoimintoa: inhibitio, työmuisti ja kognitiivinen joustavuus (Miyake ym. 2000; Baggetta & Alexander 2016; Nguyen ym. 2019). *Inhibitio* tarkoittaa kykyä harkitusti kontrolloida ja muuttaa toimintaa haluttuun suuntaan (Miyake ym. 2000) sekä käyttäytyä tilanteeseen sopivalla tavalla (Diamond 2013). Se nähdään myös kykynä vaimentaa automaattisia reaktioita ja merkityksettömiä ärsykeitä (Nguyen ym. 2019). *Työmuisti* käsittää sekä tiedon säilyttämisen että sen käsittelyn (Miyake ym. 2000) ja sen olemassaolo on välttämätöntä, jotta

ymmärrämme ajassa tapahtuvia asioita ja niiden suhdetta toisiinsa (Diamond 2013). *Kognitiivinen joustavuus* puolestaan merkitsee kykyä vaihdella eri tehtävien tai ajattelutoimintojen välillä (Miyake & Friedman 2012). Yksinkertaistetusti se siis on kyky irrottautua epäolennaisesta ja sitoutua sen sijaan tehtävän kannalta olennaiseen asiaan (Miyake 2000). Se voidaan myös nähdä kykynä muuttaa ajattelutapaa tai toimintamallia suhteessa entiseen (Diamond 2013). Toiminnanohjauksen eri osa-alueet ovat vahvassa vuorovaikutuksessa keskenään ja ne esiintyvät usein samanaikaisesti (Funahashi 2001; Diamond 2013; Funahashi & Andreau 2013).

Aivojen otsalohkojen toiminta yhdistetään yleisesti toiminnanohjauskykyyn (Funahashi 2001; Etnier & Chang 2009; Funahashi & Andreau 2013). Yhteyttä on kuvattu myös epäjohdonmukaiseksi ja esimerkiksi otsalohkovauriosta kärsivät potilaat saattavat toisinaan pärjätä hyvin toiminnanohjausta vaativissa tehtävissä (Miyake ym. 2000). Onkin havaittu, että sekä otsalohkot että ei-frontaaliset aivojen alueet näyttävät olevan välttämättömiä eheille toiminnanohjauskyvyille (Miyake ym. 2000; Alvarez & Emory 2006; Gilbert & Burgess 2008).

3.2 Ikääntymisen vaikutukset toiminnanohjauskykyihin

Normaaliin ikääntymisprosessiin kuuluvat kognitiiviset muutokset pitävät sisällään esimerkiksi prosessointinopeuden ja tiettyihin muistin, kielen, visuospatiaalisten taitojen ja toiminnanohjauksen osa-alueisiin liittyvän asteittaisen heikentymisen ajan myötä (Harada ym. 2013; Lipnicki ym. 2017). Nämä muutokset ovat kuitenkin pieniä, eikä niiden tulisi johtaa toimintakyvyn vajauksiin (Harada ym. 2013). Lisäksi ikään liittyvät kognitiiviset muutokset vaihtelevat huomattavasti yksilöiden välillä (Borson 2010).

Toiminnanohjauksen heikkenemistä saattaa esiintyä terveillä ja hyvän toimintakyvyn omaavilla ikääntyneillä henkilöillä ilman muita kognition ongelmia (Muir ym. 2012). Zaninotton ym. (2018) pitkittäistutkimuksen mukaan toiminnanohjauskyvyt laskevat iän myötä jo myöhäisestä keski-ikästä lähtien ja heikentyminen on jyrkintä kaikkein vanhimmissa ikäryhmissä. Ikääntymisen vaikutus on havaittavissa kaikissa kolmessa toiminnanohjauksen

osa-alueissa (Wecker ym. 2005; McAlister & Schmitter-Edgecombe 2016). Toisaalta tutkimuksissa on havaittu, että ikä on yhteydessä erityisesti inhibition (Wecker ym. 2000; Rodríguez-Aranda & Sundet 2006; Kang ym. 2013; Hamasaki ym. 2018) ja kognitiivisen joustavuuden heikentymiseen (Wecker ym. 2005; Rodríguez-Aranda & Sundet 2006). Myös vastakkaisia tuloksia on esitetty erityisesti inhibition osalta (Rey-Mermet & Gade 2018).

3.3 Toiminnanohjauskykyjen yhteys kävelyyn ja kaatumisiin

Kognitiivinen toimintakyky ja kyky liikkua paikasta toiseen ovat edellytyksiä elää itsenäistä ja aktiivista elämää vanhuudessa (Poranen-Clark 2018). Turvallinen kävely edellyttää tietoa määränpäästä, kykyä kontrolloida raajojen liikkeitä tarkoituksenmukaisesti ja taitoa navigoida toisinaan monimutkaisissakin ympäristöissä, jotta voidaan onnistuneesti saavuttaa haluttu sijainti (Yogev-Seligmann ym. 2008). Motoristen taitojen ohella kognitiivisella toiminnanohjauksella on tärkeä rooli turvallisessa kävelyssä; sen hallinnassa sekä nopeuden ja muuntelun säätelyssä (Yogev-Seligmann ym. 2008; Fasano ym. 2012; Amboni ym. 2013). Ajatellaankin, että toiminnanohjauskyky kompensoi iän myötä tapahtuvaa motoristen toimintojen heikkenemistä ja mahdollistaa turvallisen kävelyn jokapäiväisissä tilanteissa, jotka vaativat asioiden tekemistä yhtä aikaa (esim. keskustelu kävellessä) tai ympäristön ärsykkeiden poissulkemista (esim. liikenteen melu) (Segev-Jacobovski ym. 2011; Mirelman ym. 2012).

Kävelyn, kaatumisten ja kognitiivisen toimintakyvyn vuorovaikutus on monimutkainen (Allali ym. 2017). On esimerkiksi todettu, että kognitiivisilta kyvyiltään lievästi heikentyneet iäkkäät henkilöt kaatuvat ja kokevat tasapaino- ja kävelyvaikeuksia kognitioltaan normaaleita ikätovereitaan useammin (Tinetti ym. 1988; Montero-Odasso ym. 2012). Vasta viimeisen vuosikymmenen aikana on alettu paremmin ymmärtää, mitkä kognitiivisen toimintakyvyn osa-alueet kytkeytyvät eniten kaatumisiin (Amboni ym. 2013). On havaittu, että lievätkin heikentymät iäkkäiden henkilöiden toiminnanohjauskyvyissä ovat yhteydessä fyysisen toimintakyvyn laskuun (Taylor ym. 2019) ja lisääntyneeseen kaatumisriskiin (Herman ym. 2010; Delbaere ym. 2012; Hsu ym. 2012; Kearney ym. 2013; Davis ym. 2017). Vastaavaa

yhteyttä ei ole aina havaittu muita kognitiivisen toimintakyvyn osa-alueita tarkasteltaessa (Herman ym. 2010).

Muir ym. (2012) havaitsivat meta-analyysissään, että häiriöt toiminnanohjauskyvyssä ennustavat jopa kolminkertaista kaatumisriskiä ja kaatumisen seurauksena syntyviä vakavia vammoja kotona asuvilla iäkkäillä henkilöillä. Häiriöt toiminnanohjauskyvyissä näyttävät myös ennustavan terveydenhuollon kontaktia vaativia kaatumisia pitkällä aikavälillä (5–10 vuotta) henkilöillä, joilla ei ole muita kognitiivisia häiriöitä (Welmer ym. 2017). Toiminnanohjauksen osa-alueita tarkasteltaessa on havaittu, että erityisesti huonompi tarkkuus, suuri virheiden määrä ja pidempi vastausaika inhibitiota mitattaessa on yhteydessä korkeampaan kaatumisriskiin tulevaisuudessa (Mirelman ym. 2012). On kuitenkin myös havaittu, että huolimatta heikomman toiminnanohjauksen yhteydestä kaatumisiin se ei ole merkittävä ennustaja, kun otetaan huomioon muita kaatumisen vaaratekijöitä (Buracchio ym. 2011; Chen ym. 2012).

3.4 Toiminnanohjauksen mittaaminen

Toiminnanohjauskyky käsittää monia kognitiivisia prosesseja, joten sen mittaamiseen on olemassa useita eri tapoja ja mittareita (Etnier & Chang 2009; Baggetta & Alexander 2016). Toiminnanohjauskyvyn kolme osatoimintoa; inhibitio, työmuisti ja kognitiivinen joustavuus, vaikuttavat testituloksiin eri tavoin ja luovat haasteita mittaamiseen (Miyake ym. 2000; Miyake & Friedman 2012). Heikko suoriutuminen tiettyä toiminnanohjauksen osa-aluetta mittaavasta testistä ei siis välttämättä tarkoita kokonaisuudessaan heikentyneitä toiminnanohjauskykyjä (Miyake ym. 2000). Haasteita toiminnanohjauskykyjen mittaamiseen tuo lisäksi tutkijoiden väliset näkemuserot siitä, mitä osa-aluetta tietyt mittarit mittaavat (Miyake ym. 2000; Baggetta & Alexander 2016).

Yleisimpiä ikääntyneiden henkilöiden toiminnanohjauksen arviointiin käytettäviä mittareita ovat esimerkiksi Wisconsinin Card Sorting -testi, Stroopin värisanatesti ja Trail making -testi (Alvarez & Emory 2006; Etnier & Chang 2009). Wisconsinin Card Sorting -testin tarkoitus on mitata kognitiivista joustavuutta ja inhibitiota (Miyake ym. 2000). Testissä tutkittava lajittelee

kortteja kolmen ominaisuuden (väri, muoto, numero) mukaan tutkijan antaman palautteen perusteella, joka vaihtuu aina kymmenen kortin jälkeen (Etnier & Chang 2009). Stroopin värisanatesti on kehitetty mittaamaan erityisesti inhibitiota, vaikka työmuisti sekä kyky valikoivaan tarkkaavaisuuteen, prosessointinopeuteen ja kognitiiviseen joustavuuteen nähdään myös tarpeellisiksi testissä suoriutumisessa (Miyake ym. 2000; Alvarez & Emory 2006; Scarpina & Tagini 2017; Periañez ym. 2021). Testissä tutkittavaa pyydetään tyypillisesti nimeämään mahdollisimman nopeasti ja tarkasti merkkijonojen värejä kolmessa eri tilanteessa, joista haastavimmassa kirjoitetun sanan merkitys ja väri eroavat toisistaan (Graf ym. 1995; Etnier & Chang 2009). Trail making -testi (TMT) on ajastettu paperi-kynä-tehtävä ja siinä on kaksi osaa TMT-A ja TMT-B (Etnier & Chang 2009; Llinàs-Reglà ym. 2017). Testin A-osassa tutkittava yhdistää viivalla perättäisiä numeroita ja B-osassa numeroita ja kirjaimia (esim. 1→A→2→B) (Llinàs-Reglà ym. 2017). Testiä käytetään arvioimaan toiminnanohjauksen osa-alueista erityisesti kognitiivista joustavuutta ja inhibitiota (Etnier & Chang 2009).

4 HARJOITTELUN VAIKUTUS IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN KAATUMISIIN

4.1 Fyysisen harjoittelun vaikutus kaatumisiin

Hyvin suunniteltu, säännöllinen ja progressiivinen fyysinen harjoittelu vähentää kotona asuvien iäkkäiden henkilöiden kaatumisia ja kaatujien määrää (Robertson & Gillespie 2013; Kwan & Strauss 2014; Vieira ym. 2016; Finnegan ym. 2019; Sherrington ym. 2019; García-Hermoso ym. 2020). Sherringtonin ym. (2019) tekemän tuoreen Cochrane-katsauksen mukaan fyysinen harjoittelu vähentää kaatumisten määrää kaikkiaan 23 % (rate ratio, RaR, esiintyvyyssuhde 0.77, 95 % CI 0.71–0.83) ja kaatujien määrää 15 %. Tulos on yhtenevä aiemmin tehdyn systemaattisen katsauksen kanssa, jossa havaittiin, että fyysistä harjoittelua sisältävä ryhmässä tapahtuva harjoittelu vähentää tutkittavien kaatumisia kontrolliryhmään verrattuna 29 % (RaR 0.71 95 % CI 0.63-0.82) (Robertson & Gillespie 2013). Sekä ryhmämuotoiset että yksilöllisesti toteutetut liikuntainterventiot näyttävät olevan yhtä vaikuttavia kaatumisten ehkäisyssä, mutta kaikki liikuntaharjoittelun muodot eivät kuitenkaan ole yhtä hyödyllisiä (Sherrington ym. 2019). Lisäksi interventioiden vaikutus kaatumisiin näyttää vaihtelevan jonkin verran intervention keston mukaan niin, että pitempään (6 kk – 1 v) kestäneet interventiot vähentävät kaatumisriskiä ja kaatumisten määrää lyhyempiä interventioita tehokkaammin (Finnegan ym. 2019). Interventioiden vaikutukset kaatumisiin heikkenevät tyypillisesti kahden vuoden kuluessa intervention päättymisestä (Finnegan ym. 2019).

Tasapainoharjoittelua ja toiminnallista harjoittelua sisältävillä interventioilla on vahva näyttö kaatumisten ehkäisyssä ja on osoitettu, että ne voivat vähentää iäkkäiden kotona asuvien henkilöiden kaatumisten määrää 24 % (Sherrington ym. 2019). Monipuolisen liikuntaharjoittelun (yleisimmin tasapaino-, toiminnallinen- ja vastusharjoittelu) osalta näyttö on kohtalaista (Sherrington ym. 2019) ja sen on todettu vähentävän kaatumisten määrää noin 30 % (Robertson & Gillespie 2013; Sherrington ym. 2019). Taichin osalta näyttö on arvioitu epävarmemmaksi (Sherrington ym. 2019), mutta sen on myös osoitettu olevan yhteydessä alhaisempiin kaatumismääriin (Robertson & Gillespie 2013; Huang ym. 2017; Sherrington

ym. 2019). Pelkkää tanssia, vastus- tai kävelyharjoittelua sisältävien harjoitusinterventioiden osalta ei ole olemassa vahvaa näyttöä (Sherrington ym. 2019).

Liikuntaharjoittelu näyttää olevan yhtä hyödyllistä sekä korkeamman kaatumisriskin omaavilla että niillä iäkkäillä henkilöillä, joilla ei ole kaatumisriskiä lisääviä tekijöitä (Sherrington ym. 2019). Lisäksi se näyttää olevan tehokas keino vähentää kaatumisia myös niillä iäkkäillä henkilöillä, joilla on taustalla aiempia kaatumisia (Skelton ym. 2005; Liu-Ambrose ym. 2019). Liikuntaharjoittelun on myös havaittu vähentävän kaatumisen seurauksena murtuman saaneiden henkilöiden ja terveydenhuollon kontaktia vaativien kaatujien määrää (Patil 2015; Sherrington ym. 2019). Tutkimusten mukaan iäkkäiden kaatumisten ehkäisyyn tähtäävät liikuntaharjoittelua sisältävät interventiot ehkäisevät kaatumisista aiheutuvia vammoja ja hoitoa vaativia kaatumisvammoja (El-Khoury ym. 2013; Uusi-Rasi ym. 2015; Tricco ym. 2017; de Souto Barreto ym. 2019; DiPietro ym. 2019) ja saattavat vähentää kaatumisiin liittyvien murtumien määrää (de Souto Barreto ym. 2019; Wang ym. 2020).

Monitekijäisillä, tyypillisesti moniammatillista arviointia ja yksilöllisiä kaatumisen ehkäisyyn tähtäviä toimenpiteitä (esim. liikunta, ravitsemus, lääkitys, kodin turvallisuus) sisältävillä interventioilla on myös onnistuttu vähentämään kaatumisia ja niistä aiheutuvia vammoja kotona asuvilla iäkkäillä (Robertson & Gillespie 2013; Palvanen ym. 2014). Toisaalta näyttö monitekijäisten interventioiden vaikutuksista on epävarmaa, eikä niillä ole onnistuttu vähentämään terveydenhuollon kontaktia vaativien kaatumisvammojen tai kaatumisesta johtuvien vakavien vammojen määrää (Hopewell ym. 2019; Bhasin ym. 2020).

4.2 Kognitiivisen harjoittelun vaikutus kaatumisiin

Kognitiivisen harjoittelun vaikutusta kaatumisiin on tutkittu vasta hyvin niukasti ja tutkimukset ovat keskittyneet tarkastelemaan kaatumisriskiin vaikuttavia tekijöitä. Kognitiiviset harjoitteluinterventiot, jotka harjoittavat toiminnanohjauksen eri osa-alueita, ovat onnistuneet parantamaan toiminnanohjauskykyä terveillä iäkkäillä henkilöillä (Mowszowski ym. 2016; Nguyen ym. 2019). Vähäistä tilastollisesti merkitsevää vaikutusta on

myös havaittu olevan kognitiivisen toimintakyvyn eri osa-alueista prosessointinopeuteen, muistiin ja visuospatiaalisiin kykyihin (Lampit ym. 2014). Kokonaisuudessaan näyttö kognitiivisen harjoittelun positiivisista vaikutuksista kognitiivisen toimintakyvyn eri osa-alueisiin on kuitenkin vielä heikkoa (Gates ym. 2020) ja sen on havaittu olevan riippuvaista harjoittelun toteutukseen liittyvistä tekijöistä (Lampit ym. 2014).

Tietokoneen avulla tapahtuvan kognitiivisen harjoittelun on havaittu parantavan liikkumiskykyä (Smith-Ray ym. 2013) ja fyysistä toimintakykyä (Pichierri ym. 2011) kontrolliryhmään verrattuna. Lisäksi lupaavia tuloksia on saatu kognitiivisen harjoittelun vaikutuksista kävelyn parametreihin. Marusicin ym. (2018) meta-analyysin mukaan kognitiivinen harjoittelu parantaa tilastollisesti merkitsevästi dual-task-kävelyä (kävelyn aikana suoritettavat kognitiiviset tehtävät), mutta ei kävelyä ilman kognitiivista haastetta. Kognitiiviset harjoitteluohjelmat vaihtelivat mukaan otetuissa tutkimuksissa sisältäen esimerkiksi toiminnanohjauksen harjoittamista (Marusic ym. 2018). Lisäksi muutamissa pilottitutkimuksissa on havaittu, että tietokonepohjainen progressiivinen kognitiivinen harjoittelu saattaa parantaa kävelynopeutta (Verghese ym. 2010; Blackwood ym. 2016). Lisää tutkimusta kuitenkin tarvitaan kognitiivisen harjoittelun vaikutuksista kaatumisiin ja sen riskitekijöihin (Lampit ym. 2014; Marusic ym. 2018; Nguyen ym. 2019).

4.3 Yhdistelmäharjoittelun vaikutus kaatumisiin

Koska kotona asuvien iäkkäiden henkilöiden kaatumisriski kasvaa kognitiivisten toiminnanvajausten myötä (Muir ym. 2012) on ajateltu, että kognitiivisen harjoittelun yhdistäminen fyysiseen harjoitteluun voisi lisätä kaatumisten ehkäisyyn tähtäävien interventioden tehoa (Segev-Jacubovski ym. 2011). Yhdistelmäharjoittelun vaikutusta kaatumisiin on kuitenkin tutkittu vielä vähän ja tulokset ovat olleet osin ristiriitaisia.

Eggenberger ym. (2015) vertasivat kahta monitekijäistä, fyysistä ja kognitiivista harjoittelua yhdistävää ohjelmaa pelkkään fyysiseen harjoitteluun. Puoli vuotta kestäneessä, kahdesti viikossa toteutetussa interventiossa kaikki tutkittavat osallistuivat voima- ja tasapainoharjoitteluun. Lisäksi yhdistelmäharjoitteluryhmät harjoittelivat joko

tanssivideopeliä tai kävelyn aikana suoritettavia kognitiivisia tehtäviä, kun taas vertailuryhmän harjoitteena oli kävely. Tulosten mukaan kaatumiset vähenivät tilastollisesti merkitsevästi kaikissa kolmessa ryhmässä intervention aikana, mutta ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Vuoden kuluttua tehdyssä mittauksessa kaatumistiheys kaikissa ryhmissä oli lähes kaksinkertaistunut verrattuna intervention jälkeen tehtyyn mittaukseen ennustaen intervention vaikutuksen vähenemistä (Eggenberger ym. 2015). Vastaavaan tulokseen päätyivät van het Reve ja de Bruin (2014) verratessaan 12 viikkoa kestävä, kahdesti viikossa toteutetun kuntosali- ja tasapainoharjoittelun sekä lisäksi tietokonepohjaista harjoittelua sisältävän yhdistelmäharjoittelun vaikutuksia kaatumisiin iäkkäillä henkilöillä. Tulosten mukaan kaatumisten ilmaantuvuus väheni molemmissa ryhmissä, mutta ryhmien välillä ei havaittu eroa. Lipardo & Tsang (2020) saivat edellisestä osin poikkeavan tuloksen tutkiessaan fyysisen, kognitiivisen ja näiden yhdistelmän sisältävän harjoittelun vaikutuksia kaatumisiin iäkkäillä henkilöillä, joilla oli todettu lievää kognitiivista heikkenemistä. Tutkimuksessa oli lisäksi mukana kontrolliryhmä. Tutkijat eivät havainneet tilastollisesti merkitsevää eroa kaatumisten ilmaantuvuudessa intervention aikana tai puoli vuotta sen päättymisen jälkeen. Myöskään ryhmien välistä eroa ei nähty (Lipardo & Tsang 2020).

Yhdistelmäharjoittelulla on nähty olevan positiivisia vaikutuksia kaatumisriskiin liittyviin tekijöihin. On havaittu, että fyysinen harjoittelu yhdistettynä kognitiiviseen harjoitteluun vähentää iäkkäiden henkilöiden kaatumispelkoa (Barban ym. 2017) ja parantaa toiminnanohjauskykyä (ten Brinke ym. 2019) verrattuna pelkkään kognitiiviseen harjoitteluun tai kontrolliryhmään. Toisaalta yhdistelmäharjoittelulla ei ole havaittu olevan vaikutusta vähän liikkuvien iäkkäiden henkilöiden dual-task-kävelyyn tai tasapainoon verrattuna pelkkään kognitiiviseen tai fyysiseen harjoitteluun (Fraser ym. 2017). Kognitiivisen harjoittelun lisääminen fyysisen harjoitteluun ei myöskään näytä tuovan lisähyötyjä toiminnanohjauskykyjen (Guo ym. 2020) ja liikkumiskyvyn (Jehu ym. 2017) parantumiseen verrattuna pelkkään fyysiseen harjoitteluun, mutta kontrolliryhmään verrattuna se on tehokkaampaa (Guo ym. 2020). Viime vuosina tehdyissä tutkimuksissa on myös havaittu, että liikuntaa ja videopelaamista (exergaming) yhdistävät interventiot ovat lupaava keino vähentää kaatumisiin liittyviä fyysisiä ja kognitiivisia riskitekijöitä, mutta tietoa niiden vaikutuksista kaatumisten määrään on vielä vähän (Schoene ym. 2014; Choi ym. 2017; Peng

ym. 2020; Phirom ym. 2020). Lisäksi tulokset eivät vielä osoita niiden paremmuutta, kun niitä verrataan tavanomaisempiin kaatumisen ehkäisyyn tähtääviin liikuntainterventioihin (Choi ym. 2017). Lisätutkimus yhdistelmäharjoittelun vaikutuksista kaatumisiin onkin vielä tarpeellista (Eggenberger ym. 2015; Choi ym. 2017; Lipardo & Tsang 2020).

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää kognitiivisen toiminnanohjauksen yhteyttä iäkkäiden, enintään kohtalaisesti liikkuvien, kotona asuvien henkilöiden kaatumisiin. Lisäksi tutkitaan vuoden kestäneen fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutuksia kaatumisiin erilaisen kaatumishistorian omaavilla iäkkäillä verrattuna pelkkään fyysiseen harjoitteluun.

Tutkimuskysymykset:

1. Onko toiminnanohjaus yhteydessä iäkkäiden, enintään kohtalaisesti liikkuvien, kotona asuvien henkilöiden kaatumisiin?
2. Onko yhdistetyllä liikunta- ja kognitiivisella harjoittelulla vaikutusta kaatumisten ja vamman aiheuttavien kaatumisten määrään verrattuna pelkkään liikuntaharjoitteluun kaatumishistorialtaan erilaisilla iäkkäillä henkilöillä?

6 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Tutkimusasetelma ja tutkittavat

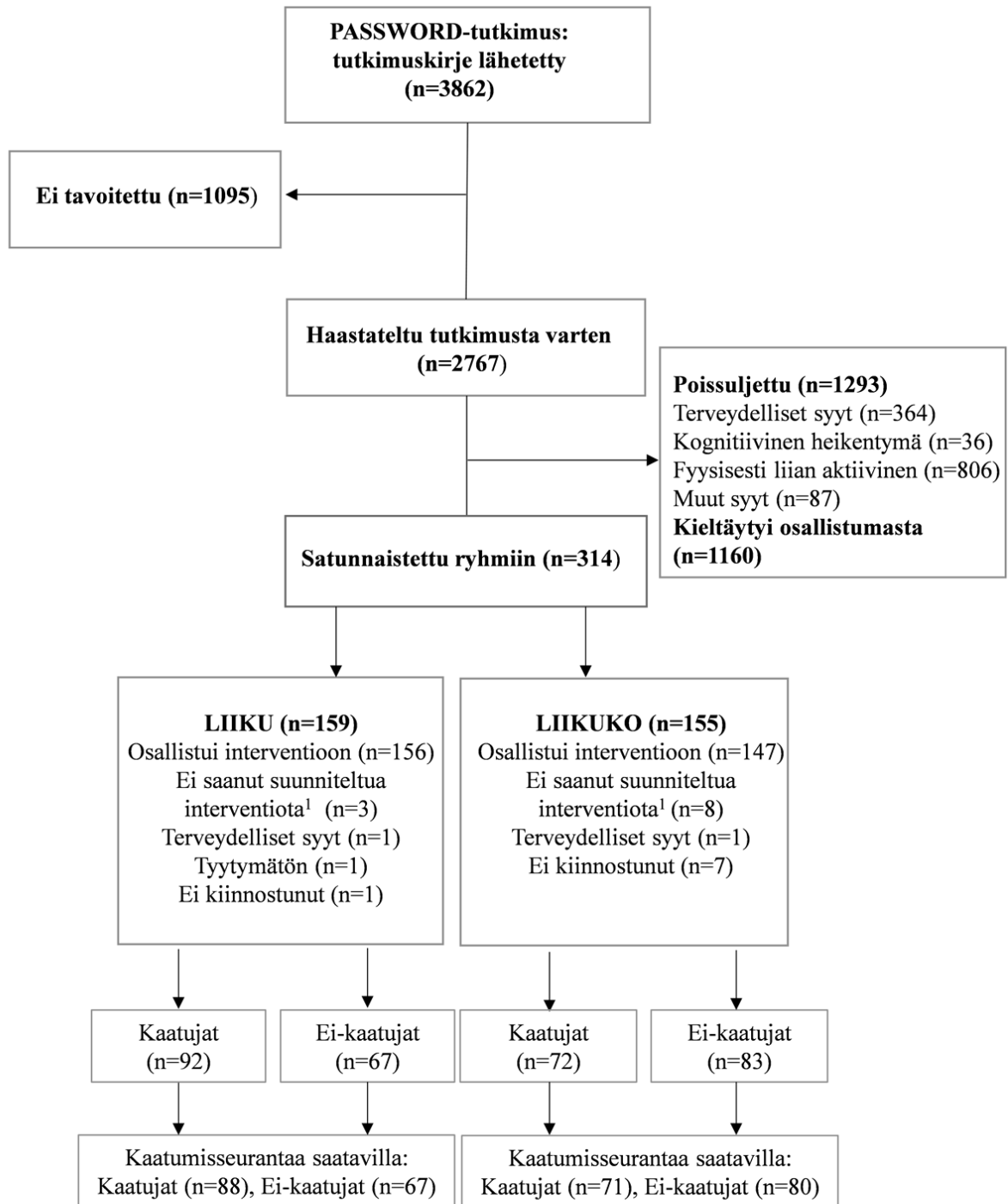
Tässä pro gradu -tutkielmassa hyödynnetään Jyväskylän yliopiston Ikääntyvien ihmisten turvallisen liikkumisen edistäminen (Promoting Safe Walking Among Older People - PASSWORD) -tutkimuksen aineistoa. Tutkimus toteutettiin vuosina 2016–2020 ja se on rekisteröity kansainväliseen satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten tietokantaan (ISRCTN52388040).

PASSWORD-tutkimuksen tarkoituksena on selvittää yhdistetyn fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutuksia 70–85-vuotiaiden, enintään kohtalaisesti liikkuvien, naisten ja miesten kävelynopeuteen, kaatumisiin ja kognitioon (Sipilä ym. 2018). Tutkimusasetelma on satunnaistettu kontrolloitu tutkimus (RCT), jossa kaikki tutkittavat osallistuivat vuoden kestävään liikuntaohjelmaan (LIIKU) ja lisäksi puolet tutkittavista osallistui tietokonepohjaiseen kognitiiviseen harjoitteluun (LIKUKO). Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkimusasetelmana on sekä poikkileikkausasetelma että satunnaistetun kontrolloidun kokeen alaryhmäanalyysi. Tutkielmassa käytettiin tutkittavien alkumittauksista ja -kyselyistä saatuja tietoja sekä kaatumistietoja retrospektiivisesti vuosi ennen tutkimuksen alkua ja intervention ajalta. Harjoitteluun sitoutumista arvioitiin erilaisten seurantamenetelmien avulla.

Tutkittaviksi rekrytoitiin kotona asuvia jyvaskyläläisiä 70–85-vuotiaita miehiä ja naisia, jotka eivät liikkuneet vallitsevan liikuntasuosituksen mukaisesti. Iäkkäiden liikuntasuosituksen mukaan yli 65-vuotiaiden tulisi harrastaa kohtuukuormitteista kestävyysliikuntaa vähintään 150 minuuttia viikossa tai raskasta liikuntaa 75 minuuttia viikossa ja lisäksi harjoittaa lihasvoimaa, tasapainoa ja liikkuvuutta vähintään kahdesti viikossa (Liikunta 2016). Tutkittavat valittiin satunnaisotannalla väestötietojärjestelmästä ja heitä lähestyttiin kirjeitse. Kirjeessä heitä informoitiin tutkimuksesta ja tulevasta puhelinhaastattelusta. Keskeisiä sisäänotto- ja poissulkukriteereitä liittyen fyysisen aktiivisuuden määrään, liikkumiskykyyn sekä kroonisiin sairauksiin tiedusteltiin strukturoidulla kyselyllä puhelinhaastattelun

yhteydessä. Tutkimuksen sisäänottokriteereinä oli iän ja asumismuodon lisäksi enintään kohtalainen fyysisen aktiivisuuden taso (<150 min/vko), kyky kävellä itsenäisesti vähintään 500 metrin matka, MMSE-testin tuloksena saatu vähintään 24 pistettä ja suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Poissulkukriteerinä oli säännöllinen lihasvoimaharjoittelu tutkimusta edeltävän vuoden aikana, vakava krooninen sairaus, fyysiseen ja/tai kognitiiviseen toimintakykyyn vaikuttava lääkitys, intervention turvalliseen osallistumiseen haitallisesti vaikuttavat sairaudet, runsas ja säännöllinen alkoholin käyttö, kommunikointia haittaavat vakavat kuulo- tai näköongelmat tai samassa taloudessa asuvan henkilön osallistuminen PASSWORD-tutkimukseen. Alkumittausten jälkeen tutkittavat satunnaistettiin tietokonepohjaisen ohjelman avulla kahteen eri interventioryhmään osittamalla sukupuoli ja ikä (70–74, 75–79, 80–85). Satunnaistamisen suoritti tutkija, joka ei osallistunut datan keräämiseen tai interventioiden ohjaamiseen.

Tutkimukseen osallistui kaikkiaan 314 miestä ja naista (Sipilä ym. 2021). Riittäväksi otoskooksi laskettiin etukäteen 310 tutkittavaa. Otokoko laskettiin tutkimuksen päävastemuuttujalle, 10 metrin maksimaaliselle kävelynopeudelle (Sipilä ym. 2018). Kaatumisseurantaa oli saatavissa yhteensä 306 tutkittavalta. Tutkittavien rekrytointiprosessi, ryhmiin satunnaistaminen ja tiedot kaatumisseurannasta on esitetty vuokaaviona kuviossa 1.



¹Tutkittavat, jotka eivät osallistuneet yhteenkään harjoittelutuokioon.

KUVIO 1. PASSWORD-tutkimuksen vuokaavio (mukaihen Sipilä ym. 2021).

6.2 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimus on saanut puoltavan lausunnon Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettiseltä toimikunnalta (K-S shp:n Dnro 11U/2016). Tutkittavat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja heillä oli mahdollisuus kysyä tutkimukseen liittyvistä asioista ennen kirjallisen suostumuslomakkeen allekirjoittamista. Tutkittavilla oli oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen niin halutessaan. Tutkittavilta kerättyä tietoa ja tutkimustuloksia käsitellään luottamuksellisesti tietosuojalain edellyttämällä tavalla niin, ettei tutkittavia tai heitä koskevia tutkimustuloksia voida tunnistaa ilman koodiavainta.

6.3 Tutkimusmenetelmät

PASSWORD-tutkimuksen päävastemuuttuja on kymmenen metrin kävelynopeus (Sipilä ym. 2018). Tässä tutkielmassa ensisijaisina muuttujina tarkastellaan kaatumisia ennen tutkimusta ja sen aikana sekä toiminnanohjauksen osa-alueista inhibitiota.

6.3.1 Kaatumiset

Tutkimusta edeltävä aika. Kaatumisia selvitettiin kyselylomakkeella tutkimusta edeltävän vuoden ajalta. Kyselylomakkeessa tiedusteltiin kaatumisten määrää sisätiloissa ja ulkona sekä kaatumisen vakavuutta. Lomakkeen kysymyksiin: ”Kuinka usein olette kaatunut sisätiloissa viimeisen vuoden sisällä?” ja ”Kuinka usein olette kaatunut ulkona viimeisen vuoden sisällä?” oli valittavissa viisi vastausvaihtoehtoa: ei ollenkaan, kerran, 2–4 kertaa, 5–7 kertaa ja 8 kertaa tai enemmän. Tässä tutkielmassa tutkittavien kaatumishistoria määritettiin analyysijä varten uudeksi kaksiluokkaiseksi muuttujaksi yhdistämällä tiedot sisällä ja ulkona tapahtuneista kaatumisista sekä muodostamalla luokat: Ei-kaatujat ja Kaatujat (vähintään yksi kaatuminen edeltävän vuoden aikana). Kaatumisten vakavuutta tiedusteltiin kysymyksellä: ”Loukkaannuitteko jollakin kaatumiskerralla niin, että tarvitsitte lääkärin hoitoa?”, johon vastausvaihtoehdot olivat En tai Kyllä. Lisäanalyysijä varten määritettiin lisäksi uusi toistuvat kaatujat huomioiva kaksiluokkainen muuttuja, jossa yhdistettiin tiedot sisällä ja ulkona

taphtuneista edeltävän vuoden kaatumisista muodostamalla luokat: Enintään kerran kaatuneet ja Toistuvat kaatujat (vähintään kaksi kaatumista edeltävän vuoden aikana).

Kaatumiset intervention aikana. Intervention aikana tutkittavat täyttivät kuukausittain kaatumispäiväkirjaa. Kaatuminen määriteltiin odottamattomaksi tapahtumaksi, jossa henkilö joutuu tahtomattaan maahan, lattialle tai alemmalle tasolle ilman ulkoista syytä. Jokaisen kaatumisen yhteydessä kirjattiin ylös tiedot kaatumispaikasta ja kaatumisesta mahdollisesti seuranneesta hoidon tarpeesta. Kaatumispäiväkirjat lähetettiin kuukausittain tutkijoille, jotka varmistivat kaatumistiedot puhelimitse, jos se oli tarpeen. Intervention aikaiset kaatumistiedot olivat saatavilla 306 tutkittavalta. Kaatumistiedot olivat saatavissa 291 tutkittavalta koko intervention ajalta ja 15 henkilöltä siihen saakka, kunnes he keskeyttivät seurannan. Kahdeksalta tutkittavalta ei ollut saatavilla lainkaan kaatumistietoja.

6.3.2 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjauskykyä arvioitiin Stroopin värisanatestillä (The Stroop Color-Word Test), joka mittaa erityisesti toiminnan inhibitiota eli tietoista ärsykkeen poissulkemista (Alvarez & Emory 2006). Se koostuu kolmesta osiosta (Alvarez & Emory 2006; Scarpina & Tagini 2017). Ensimmäisessä osiossa tutkittava lukee 72 mustalla painettua värisanaa. Seuraavassa osiossa tutkittava nimeää ääneen X-kirjaimen (72 kpl) painomusteen värejä. Lopuksi tutkittavalle näytetään 72 sanaa ja häntä pyydetään nimeämään värisanojen painomusteen väri, kun värisanojen merkitys on ristiriidassa painomusteen värin kanssa, esimerkiksi sana ”punainen” on painettu sinisellä värillä (Graf ym. 1995). Tutkittavaa pyydetään suorittamaan testi mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Testaaja kirjaa mahdolliset virheet ylös, mutta ei pyydä korjaamaan niitä. Jokaiseen osioon kuluva aika mitataan ja kolmannen ja toisen osion välinen aikaero lasketaan (nk. Stroopin efekti). Pienempi aikaero viittaa parempaan suoritukseen. Mittaukset suoritettiin tutkimuksen alussa sekä 6 ja 12 kuukauden kohdalla. Tässä tutkielmassa hyödynnetään tutkimuksen alussa tehtyä mittaustulosta.

6.3.3 Taustamuuttajat

Tässä tutkielmassa taustamuuttujina käytetään kyselylomakkeesta ja alkumittauksista saatavia tietoja tutkittavien iästä ja sukupuolesta (väestörekisteristä), koulutuksesta, ammattiasemasta, koetusta terveydestä, verenpaineesta, ortostaattisesta hypotensiosta, pitkäaikaissairauksista, monilääkityksestä, näästä, liikkumiskyvystä, huimauksesta, fyysisestä aktiivisuudesta, jatkuvasta kivusta, kaatumispelosta, masennusoireista ja kognitiivisesta toimintakyvystä.

Koulutustaso ja ammattiasema. Koulutusta tarkasteltiin tiedustelemalla tutkittavien korkeinta hankittua koulutusta. Tieto perustuu kyselylomakkeen kysymykseen: ”Mikä on korkein hankkimanne koulutus?”, jossa vastausvaihtoehtoina olivat: 1 = vähemmän kuin kansakoulu, 2 = kansakoulu tai vastaava, 3 = kansakoulu tai vastaava sekä vähintään yhden vuoden ammattikoulutus, 4 = keskikoulu tai kansankorkeakoulu, 5 = keskikoulu tai kansankorkeakoulu sekä vähintään yhden vuoden ammattikoulutus, 6 = ylioppilastutkinto, 7 = ylioppilastutkinto sekä vähintään yhden vuoden ammattikoulutus (myös korkeakouluopinnot), 8 = korkeakoulu- tai yliopistotutkinto, 9 = muu koulutus, mikä? Koulutustaso luokiteltiin uudelleen kolmeen luokkaan: matala (luokka 1), keskitaso (luokat 2–7) ja korkea (luokka 8). Tutkittavien ammattiasemaa mitattiin kysymyksellä: ”Mikä on / oli pääasiallinen (pitkäaikaisin) ammattinne työuranne aikana?”. Vastaukset jaoteltiin viiteen luokkaan: 1 = työntekijä, 2 = alempi toimihenkilö, 3 = ylempi toimihenkilö, 4 = yrittäjä tai maanviljelijä ja 5 = ei vastausta. Puuttuvia vastauksia oli kahdeksan.

Yleinen terveys. Tutkittavien koetun terveyden arviointi perustuu kyselylomakkeen kysymykseen: ”Millaiseksi arvioisitte nykyisen terveydentilanne?”, jossa vastausvaihtoehtoina olivat 1 = erittäin hyvä, 2 = hyvä, 3 = keskinkertainen, 4 = huono, 5 = erittäin huono. Tässä tutkielmassa koettu terveys -muuttuja luokiteltiin analyysejä varten uudelleen kaksiluokkaiseksi yhdistämällä luokat 1–2 erittäin hyväksi tai hyväksi terveydeksi ja luokat 3–4 keskinkertaiseksi tai huonoksi terveydeksi. Vastausvaihtoehdossa 5 ei ollut yhtään vastausta. Tutkittavien lepoverenpaine mitattiin makuuasennossa terveystarkastuksen yhteydessä. Terveystarkastuksen yhteydessä tutkittaville tehtiin myös ortostaattinen koe. Kokeessa verenpaine ja syke mitataan viiden minuutin makuulla olon jälkeen, tutkittavan

noustua seisomaan ja kahden minuutin kuluttua seisomaan noususta. Mittausten perusteella tätä tutkielmaa varten määritettiin mahdollinen ortostaattinen hypotensio, joka perustui ortostaattisessa kokeessa todettuun vähintään 20 mmHg:n suuruiseen systolisen tai 10 mmHg:n suuruiseen diastolisen verenpaineen laskuun mitattuna kaksi minuuttia makuulta seisomaan noususta (Ricci ym. 2015). Kokeen tulokset puuttuivat kahdelta tutkittavalta. Sairauksien ja reseptilääkkeiden lukumäärää tiedusteltiin kyselylomakkeen kysymyksillä ”Onko Teillä jokin lääkärin toteama pitkäaikaissairaus?” ja ”Käytättekö tällä hetkellä reseptilääkkeitä?”. Tietoja verrattiin terveystarkastuksessa Effica-potilastietojärjestelmästä saatuihin tietoihin. Tässä tutkielmassa sairauksien lukumäärää tarkasteltiin jatkuvana muuttujana ja monilääkityiksi katsottiin ne tutkittavat, joilla oli säännöllisessä käytössä vähintään neljä reseptilääkettä (Seppälä ym. 2018).

Näöntarkkuus. Tutkittavien molempien silmien yhteisnäkö ilman laseja ja laseilla mitattiin terveystarkastuksen yhteydessä näkötaulutestillä, jossa on ylhäältä alaspäin pieneneviä merkkejä. Mitä parempi näöntarkkuus on, sitä pienemmän merkin erottaa. Normaalin näöntarkkuuden arvon katsotaan olevan 1.0 tai parempi, mutta ikääntyneillä henkilöillä normaalin rajoissa oleva näöntarkkuus voi olla hieman alempikin. Henkilö luokitellaan heikkonäköiseksi, jos näöntarkkuus on alle 0.3 (Näkövammaisten liitto 2020). Tässä tutkielmassa näöntarkkuuden arvona huomioitiin mittauksista saatu parempi arvo joko ilman laseja tai laseilla mitattuna. Näöntarkkuus puuttui yhdeltä tutkittavalta.

Liikkumiskyky. Fyysisen suorituskyvyn arviointiin käytettiin lyhyttä fyysisen suorituskyvyn testistöä (Short Physical Performance Battery, SPPB). Testistö koostuu kolmesta osiosta, jotka ovat neljän metrin tavanomainen kävelynopeus, viisi kertaa tuolilta seisomaan nousu sekä seisten tasapainon hallinta jalat yhdessä, puolitandemasennossa ja tandemasennossa. Jokaisen osion tulos pisteytetään asteikolla 0–4 ja kokonaisarviota varten pisteet lasketaan yhteen. Yhteispistemäärän tulos voi olla maksimissaan 12 pistettä korkeampien pisteiden indikoidessa parempaa suoritusta (Guralnik ym. 1994; TOIMIA-tietokanta 2014).

Huimaus. Huimausta mitattiin kyselylomakkeen kysymyksellä: ”Onko Teillä huimauksen tai tasapainon menettämisen tuntemuksia?”. Vastausvaihtoehtoina olivat 1 = ei koskaan, 2 =

harvoin (pari kertaa kuukaudessa), 3 = melko usein (pari kertaa viikossa) ja 4 = usein (päivittäin). Tässä tutkielmassa huimaus luokiteltiin uudelleen kahteen luokkaan: ei koskaan tai harvoin (luokat 1–2) ja melko usein tai usein (luokat 3–4).

Fyysinen aktiivisuus. Itseraportoitu fyysisen aktiivisuuden arviointi perustuu kyselylomakkeen kysymykseen: ”Mikä seuraavista kuvauksista vastaa parhaiten nykyistä fyysistä aktiivisuuttanne?”, jossa vastausvaihtoehtoina olivat 1 = en liiku sen enempää kuin välttämättä on tarpeen päivittäisistä toiminnoista selviämiseksi, 2 = harrastan kevyttä kävelyä ja ulkoilua 1–2 kertaa viikossa, 3 = harrastan kevyttä kävelyä ja ulkoilua useita kertoja viikossa, 4 = harrastan 1–2 kertaa viikossa sellaista reipasta liikuntaa (esim. pihatöitä, kävelyä, pyöräilyä), joka aiheuttaa jonkin verran hengästymistä ja hikoilua, 5 = harrastan useita kertoja (3–5 kertaa) viikossa sellaista reipasta liikuntaa (esim. pihatöitä, kävelyä, pyöräilyä), joka aiheuttaa jonkin verran hengästymistä ja hikoilua, 6 = harrastan kuntoliikuntaa useita kertoja viikossa siten, että hikoilen ja hengästyn melko voimakkaasti liikunnan aikana, 7 = harrastan kilpaurheilua ja pidän yllä kuntoani säännöllisesti harjoittelun avulla. Tässä tutkielmassa fyysinen aktiivisuus luokiteltiin uudelleen kolmeen luokkaan: vain välttämätön liikunta (luokka 1), kevyt liikunta (luokat 2–3) ja reipas liikunta (luokat 4–6). Vastausvaihtoehdossa 6 oli vain yksi vastaus ja vaihtoehdossa 7 ei ollut yhtään vastausta.

Kipu. Tutkittavien kokemaa kipua selvitettiin kyselylomakkeen kysymyksillä: ”Onko Teillä ollut viimeisen puolen vuoden aikana kipuja vähintään kuukauden ajan päivittäin tai lähes päivittäin? Onko kipu haitannut liikkumistanne?”. Vastausvaihtoehtoina olivat 0 = ei, 1 = kyllä, ei haitannut ja 2 = kyllä, on haitannut. Kipupaikkaa selvitettiin vaihtoehdoilla: 1 = niska-hartiaseudussa, 2 = käsivarsissa ja käsissä, 3 = ristiselässä, 4 = lonkassa, 5 = polvissa ja 6 = nilkoissa ja jalkaterissä. Tässä tutkielmassa jatkuvaksi kivuksi määriteltiin sekä liikkumista haitannut että sitä haittaamaton kipu missä tahansa kehonosassa muodostamalla kaksi luokkaa: ei jatkuvaa kipua (luokka 0) ja jatkuva kipu (luokat 1 ja 2).

Kaatumispelko. Kaatumispelkoa mitattiin kaatumishuolestuneisuutta arvioivalla Falls Efficacy Scale International (FES-I) -kyselylomakkeella. Kyselylomake koostuu 16 kohdasta, jossa vastaaja arvioi huolestuneisuuttaan kaatua erilaisissa tilanteissa, kuten kävellessään

liukkaalla tai epätasaisella pinnalla, vieraillessaan tuttujen tai sukulaisten luona tai käydessään lähikaupassa. Huolestuneisuutta arvioidaan neliportaisen asteikon avulla, jossa 1 = ei huolestuta lainkaan ja 4 = huolestuttaa hyvin paljon. Kokonaispistemäärä vaihtelee 16 ja 64 pisteen välillä, jossa korkeampi pistemäärä kuvaa suurempaa kaatumispelon määrää (Yardley ym. 2005). Tulos puuttui kolmelta tutkittavalta.

Masennusoireet. Tutkittavien masennusoireiden arviointiin käytettiin terveystarkastuksen yhteydessä myöhäisiän depressioseulaa (Geriatric Depression Scale, GDS), joka on kehitetty erityisesti ikääntyneiden henkilöiden masennusoireiden tunnistamiseen (Yesavage ym. 1983). Mittarin lyhennyksessä versiossa (GDS-15) on 15 kysymystä ja kuluneen viikon aikana mahdollisesti esiintyneitä masennusoireita arvioidaan vastaamalla kysymyksiin joko kyllä tai ei. Asteikon vaihteluväli on 0–15, jossa 0–4 pistettä ei viittaa masennukseen, 5–8 pistettä viittaa lievään masennukseen, 9–11 pistettä viittaa keskivaikeaan masennukseen ja 12–15 pistettä viittaa vaikeaan masennukseen (Kurlowicz & Greenberg 2007).

Kognitiivinen toimintakyky. Tutkittavien kognitiivisen toimintakyvyn arviointiin käytettiin Mini Mental State Examination (MMSE) -testiä, joka mittaa muistia, tiedonkäsittelyä, tarkkaavaisuutta ja orientaatiota (Folstein ym. 1975). Testin kokonaispistemäärä on 30 pistettä ja 24 pistettä tai vähemmän ennustaa yleensä heikentyneitä kognitiivista toimintakykyä (TOIMIA-tietokanta 2011). Tämän tutkimuksen sisäänottokriteerinä oli MMSE-testin tuloksena saatu vähintään 24 pistettä.

6.4 Intervention kuvaus

Interventiot aloitettiin 60–90 minuutin aloitusseminaarilla, jonka aikana tutkittavia pyrittiin motivoimaan ja heille kerrottiin fyysisen aktiivisuuden hyödyistä ikääntyneille henkilöille. LIKUKO-ryhmä osallistui lisäksi seminaariin, jossa käytiin läpi kognitiivisen harjoitusohjelman harjoitteita ja käyttöliittymä tietokoneella.

Molemmat ryhmät osallistuivat liikuntaharjoitteluun, joka noudatti vallitsevaa yli 65-vuotiaiden liikuntasuosituksia. Liikuntainterventioon sisältyi sekä ohjattuja että itsenäisesti

kotona toteutettavia harjoituksia. Ohjattu harjoituksia oli kaksi kertaa viikossa; kerran viikossa ohjattu lihasvoima- ja tasapainoharjoittelu ja kerran viikossa ohjattu tasapaino- ja kävelyharjoittelu. Harjoitteluohjelmat suunniteltiin jaksoittain huomioiden harjoittelun spesifisyys, volyymi ja intensiteetti. Tämän tarkoituksena oli varmistaa harjoittelun nousujohteisuus ja minimoida liiallinen kuormitus. Ohjattu kävelyharjoittelu järjestettiin sisä- tai ulkoradoilla sään mukaan. Harjoituksen alussa tehtiin alkuverryttely, joka koostui noin viiden minuutin kävelystä ja 10–15 minuuttia kestäneestä dynaamisesta tasapainoharjoittelusta. Alkuverryttelyn jälkeen toteutettiin varsinainen 10–20 minuuttia kestävä kävelyharjoitus, jonka tavoitteena oli kävellä hieman rasittavalla kuormitustasolla (Borgin asteikolla 13–15). Lihaskuntoharjoittelu toteutettiin kolmella eri kuntosalilla, joissa oli HUR-paineilmalaitteet (HUR SmartCard/SmartTouch, Ab HUR Oy, Kokkola, Suomi). Jokainen harjoituskerta alkoi alkuverryttelyllä, joka sisälsi tasapainoharjoituksia. Tämän jälkeen siirryttiin lihaskuntoharjoitteisiin, jotka sisälsivät 8–9 harjoitetta koko keholle. Harjoittelun pääliikkeet olivat jalkaprässi sekä polven koukistus- ja ojennusliike. Harjoituskuorma määräytyi kuuden toiston maksimitestin mukaan (6 RM) ja se määritettiin kolmesti intervention aikana.

Ohjattujen harjoituskertojen lisäksi tutkittavat tekivät itsenäisesti kotonaan lihasvoima-, tasapaino- ja liikkuvuusharjoittelua heille annettujen ohjeiden mukaan 2–3 kertaa viikossa. Lihasvoimaharjoitteiden vastusta lisättiin vastuskuminauhoilla ja tasapainoharjoittelua vaikeutettiin intervention edetessä. Seisten tehtävät tasapainoharjoitteet sisälsivät varpaille ja kantapäille nousuja, puolitandem- ja tandemasennessa seisomista, seisomista yhdellä jalalla sekä viiva- ja kahdeksikkokävelyä. Tehtäviä vaikeutettiin vähentämällä tukea, pienentämällä tukipintaa tai häiritsemällä näköpalautetta. Tutkittavia kehoitettiin myös tekemään omatoimista kohtalaisesti kuormittavaa kestävyysharjoittelua 150 minuuttia viikossa, mielellään ulkona liikkuen. Suositeltavat lajit olivat kävely, sauvakävely, hiihto ja pyöräily.

LIKUKO-ryhmä osallistui liikuntaharjoittelun lisäksi tietokoneella tehtävään kognitiiviseen harjoitteluun. Kognitiivisen harjoittelun tavoitteena oli parantaa toiminnanohjauksen kolmea osa-aluetta: inhibitiota, työmuistia ja kognitiivista joustavuutta. Kognitiivinen harjoittelu aloitettiin ohjatuilla harjoituskerroilla, ja tutkittavat saivat apua tietokoneen käytössä. Tutkittavat, joilla oli riittävät tietotekniset taidot ja tietokoneen käyttömahdollisuus kotona,

saivat tehdä harjoitukset kotonaan 2–3 ohjatun harjoituskerran jälkeen. Harjoittelumahdollisuuksia järjestettiin myös esimerkiksi kirjastoon niitä tutkittavia varten, joilla ei ollut mahdollisuutta tietokoneen käyttöön kotona. Jokaisella harjoittelukerralla harjoitettiin neljää eri tehtävää, jotka oli jaettu kahteen osioon. Ensimmäinen osio sisälsi kirjaimien mieleen palauttamista, ennakoitavaa tehtävästä toiseen siirtymistä, avaruudellisen työmuistin ylläpitämistä ja inhibitiota harjoittavan väri päättely -tehtävän. Toinen osio sisälsi avaruudellista mieleen palauttamista, ennakoimatonta tehtävästä toiseen siirtymistä, avaruudellisen työmuistin ylläpitämistä ja inhibitiota harjoittavan numero päättely -tehtävän. Tehtävien vaikeustaso muokattiin yksilöllisesti tehtävistä suoriutumisen mukaan lukuun ottamatta inhibitiota harjoittavia tehtäviä. Tutkittavia ohjeistettiin tekemään tehtävät niin tarkasti ja nopeasti kuin mahdollista 3–4 kertaa viikossa. Yhden harjoituskerran kesto oli 15–25 minuuttia riippuen tutkittavan taidoista ja suorituksesta. Harjoitteluohjelman toiminnanohjausta harjoittavat tehtävät eivät olleet identtisiä tutkittavien toiminnanohjausta mittaavien tehtävien kanssa, vaan ne erosivat niistä monien kriittisten ulottuvuuksien osalta.

6.5 Tutkimusaineiston analyysi

Tutkielman tilastolliset analyysit tehtiin IBM SPSS Statistics 26 –ohjelmalla. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin kaikissa analyyseissä $p < 0.050$. Aineiston kuvailussa käytettiin keskiarvoja ja keskihajontoja sekä frekvenssejä ja niiden prosenttiosuuksia. Prosenttiosuuksissa noudatettiin tavanomaisia pyöristyssääntöjä. Muuttujien normaalijakautuneisuutta tarkasteltiin analysoimalla jakauman vinous- ja huipukkuusarvoja sekä Kolmogorov-Smirnovin-testin tuloksia ja hyödyntämällä graafisia kuvaajia, kuten histogrammia. Jatkuvien ja normaalisti jakautuneiden muuttujien osalta ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin riippumattomien otosten t-testillä ja mikäli muuttuja ei ollut normaalisti jakautunut käytettiin Mann-Whitneyn U-testiä. Luokitteluasteikollisten muuttujien ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin ristiintaulukoinnilla tulkiten Pearsonin χ^2 -testin arvoja ja kaksiluokkaisten muuttujien osalta 2 x 2 –taulukoissa tulkiten Fisherin tarkkan testin arvoja.

Toiminnanohjauksessa havaittuja eroja tutkittavilla, joilla oli erilainen kaatumishistoria, tarkasteltiin ensin Mann-Whitneyn U-testin avulla, koska Stroopin värisanatestin tulokset

eivät olleet normaalisti jakautuneet. Tämän jälkeen toiminnanohjauksen yhteyttä edeltävän vuoden kaatumisiin arvioitiin binäärisen logistisen regressioanalyysin avulla. Todennäköisyyksiä arvioitiin ristitulosuhteilla (odds ratio, OR), joille laskettiin 95 % luottamusvälit. Selitettävänä muuttujana oli kaksiluokkainen kaatumishistoria muuttuja (0 = ei-kaatumisia edeltävän vuoden aikana / 1 = vähintään yksi kaatuminen edeltävän vuoden aikana). Lisäanalyysinä tehtiin logistinen regressioanalyysi erikseen toistuville kaatujille käyttämällä vastemuuttujana kaksiluokkaista toistuvat kaatujat muuttujaa (0 = enintään yksi kaatuminen edeltävän vuoden aikana / 1 = vähintään kaksi kaatumista interventiota edeltävän vuoden aikana). Ensin rakennettiin perusmalli, jossa selittävänä muuttujana oli toiminnanohjausta mittaavan Stroopin värisanatestin tulos ja asetelmatekijöinä huomioitiin ikä ja sukupuoli aiemman tutkimustiedon mukaan. Lisäksi korrelaatioita tutkimalla selvitettiin ne tässä aineistossa kaatumishistorian ja/tai toiminnanohjauksen kanssa korreloivat muuttujat, joita käytettiin vakioivina tekijöinä analysoitaessa mallit uudestaan. Korrelaatioita tutkimalla pyrittiin löytämään myös mahdolliset multikollineaarisuusongelmat. Muuttujien korrelaatioiden tarkasteluun käytettiin Spearmanin korrelaatiokerrointa, koska kaikkien muuttujien jakaumat eivät olleet normaalisti jakautuneita. Korrelaatioiden tarkasteluissa käytettiin muuttujien alkuperäisiä luokituksia lukuun ottamatta kaatumishistoria muuttujaa, koska se koostui kahdesta alkuperäisestä muuttujasta. Muuttujia tarkasteltiin logistisissa regressiomalleissa samanaikaisesti.

Yhdistetyn fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutusta iäkkäiden henkilöiden kaatumisten ja vamman aiheuttavien kaatumisten määrään intervention aikana analysoitiin negatiivisen binomiaalisen regressiomallin avulla. Menetelmää tulisi nykyisen tietämyksen mukaan käyttää arvioitaessa kaatumisten ehkäisyyn tähtäävien interventioiden tehokkuutta (Robertson ym. 2005; Donaldson ym. 2008). Negatiivisen binomiaalisen regressiomallin etuna on, että siinä voidaan ottaa huomioon tutkittavien eri pituiset seuranta-ajat ja se huomioi sekä intervention vaikutuksen että sekoittavat tekijät (Robertson ym. 2005). Lisäksi se huomioi kaatumisten kumulatiivisen luonteen (Donaldson ym. 2008). Perusmallin lisäksi tehtiin vakioitu alaryhmäanalyysi kaatumishistorian mukaan, jossa selvitettiin, oliko interventiolla erilainen vaikutus kaatumistiheyteen niillä, jotka olivat ilmoittaneet kaatuneensa vähintään kerran tutkimusta edeltävän vuoden aikana. Vakioivina tekijöinä huomioitiin taustamuuttujissa havaitut tilastollisesti merkitsevät erot ei-kaatujien ja kaatujien välillä.

Lisäksi selvitettiin vakioitu ryhmä x kaatumishistoria yhdysvaikutus LIIKU- ja LIIKUKO-interventioiden vaikutuksista kaatumisiin kaatumisen kokeneilla verrattuna tutkittaviin, jotka eivät olleet kaatuneet edeltävän vuoden aikana. Tässä mallissa vakioivina tekijöinä huomioitiin tilastollisesti merkitsevät erot kaatumishistorian mukaan tutkimusryhmissä. Kaatumistiheys henkilövuotta kohden laskettiin jakamalla kaatumisten lukumäärä kumulatiivisella altistusaikojen summalla tutkittavia kohden. Tilastolliset analyysit suoritettiin 95 % luottamusvälillä. Kaikki tutkittavat, joilta oli saatavissa kaatumistietoja intervention ajalta, sisällytettiin mukaan analyysiin.

Harjoitteluun sitoutumista arvioitiin fyysisen kotiharjoittelun osalta itse täytettävien kalentereiden sekä kuntosali- ja kävelyharjoitusten osalta kuntosalilaitteiden kirjautumistietojen ja kerättyjen nimilistojen avulla. Kognitiivisen harjoittelun osalta tiedot saatiin tietokonepohjaisesta ohjelmasta. Kuntosali- ja kävelyharjoitusten osalta sitoutuminen laskettiin prosentteina maksimiharjoituskerroista. Fyysisen kotiharjoittelun ja kognitiivisen harjoittelun osalta laskettiin keskimääräinen harjoittelukertojen määrä viikkoa kohden intervention aikana.

7 TULOKSET

7.1 Tutkittavien taustatiedot

Tutkittavien taustatiedot kaatumishistorian mukaan on kuvattu taulukossa 1. Tutkittavien keski-ikä oli 74.5 vuotta ja heistä naisia oli 60 %. Suurin osa tutkittavista (64 %) ilmoitti koulutustasonsa olevan keskitasoa. Pitkäaikaisimman ammattiasemansa puolesta tutkittavat jakautuivat melko tasaisesti työntekijöihin, alempiin toimihenkilöihin ja ylempiin toimihenkilöihin. Tutkittavista 164 (52 %) oli kaatunut vähintään kerran tutkimusta edeltävän vuoden aikana. Ei-kaatujat ja kaatujat erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan koetun terveyden ($p=0.031$), jatkuvan kivun ($p=0.045$) ja kaatumisen pelkoa mittaavan FES-I-kyselyn summapistemäärän ($p=0.004$) osalta. Tutkimusta edeltävän vuoden aikana kaatuneet kokivat terveytensä useammin keskinkertaiseksi tai huonoksi, ja heillä oli enemmän jatkuvaa kipua verrattuna ei-kaatujiin. Kaatujien kokema kaatumispelko oli keskimäärin suurempaa verrattuna ei-kaatujiin.

TAULUKKO 1. Tutkittavien taustatiedot kaatumishistorian mukaan. Jatkuvien muuttujien osalta mainittu keskiarvot ja keskihajonnat (SD) sekä luokiteltujen muuttujien osalta frekvenssit ja prosenttiosuudet. Tilastollisesti merkitsevää eroa kuvaa p-arvo < 0.050.

	Kaikki tutkittavat (n=314)	Ei-kaatujat (n=150)	Kaatujat (n=164)	p-arvo
Ikä, ka (SD)	74.5 (3.8)	74.7 (3.6)	74.2 (4.0)	0.273 ¹
Naisia, n (%)	188 (60)	95 (63)	93 (57)	0.250 ²
Koulutustaso, n (%)				0.301 ³
Matala	48 (15)	18 (12)	30 (18)	
Keskitaso	200 (64)	99 (66)	101 (62)	
Korkea	66 (21)	33 (22)	33 (20)	
Ammattiasema, n (%)				0.683 ³
Työntekijä	100 (33)	44 (30)	56 (35)	
Alempi toimihenkilö	95 (31)	45 (31)	50 (31)	
Ylempi toimihenkilö	95 (31)	50 (34)	45 (28)	
Yrittäjä tai maanviljelijä	16 (5)	8 (5)	8 (5)	
Huimaus, n (%)				0.602 ²
Ei koskaan tai harvoin	277 (88)	134 (89)	143 (87)	
Melko usein tai usein	37 (12)	16 (11)	21 (13)	
Verenpaine (mmHg), ka (SD)				
Systolinen	151 (20)	150 (19)	151 (20)	0.772 ¹
Diastolinen	78 (9)	77 (9)	79 (10)	0.119 ¹
Ortostaattinen hypotensio, n (%)	26 (8)	12 (8)	14 (9)	1.000 ²
Näöntarkkuus, ka (SD)	0.8 (0.4)	0.7 (0.2)	0.8 (0.2)	0.204 ¹
Koettu terveys, n (%)				0.031 ²
Erittäin hyvä tai hyvä	141 (45)	77 (51)	64 (39)	
Keskinertainen tai huono	173 (55)	73 (49)	100 (61)	
SPPB, ka (SD)	10.1 (1.5)	10.1 (1.6)	10.2 (1.5)	0.584 ¹
Fyysinen aktiivisuus, n (%)				0.176 ³
Vain välttämätön liikunta	43 (14)	17 (11)	26 (16)	
Kevyt liikunta	155 (49)	82 (55)	73 (45)	
Reipas liikunta	116 (37)	51 (34)	65 (40)	
Pitkäaikaissairaudet, ka (SD)	2.5 (1.5)	2.4 (1.5)	2.5 (1.6)	0.464 ¹
Monilääkitys, n (%)	166 (53)	82 (55)	84 (51)	0.572 ²
Jatkuva kipu, n (%)	242 (77)	108 (72)	134 (82)	0.045 ²
FES-I, ka (SD)	22.5 (5.4)	21.5 (4.6)	23.3 (5.9)	0.004 ⁴
GDS-15, ka (SD)	1.6 (1.7)	1.4 (1.4)	1.8 (1.9)	0.064 ⁴
MMSE, ka (SD)	27.6 (1.5)	27.7 (1.5)	27.6 (1.5)	0.883 ¹

SPPB = Short Physical Performance Battery, FES-I = Falls Efficacy Scale International, GDS-15 = Geriatric Depression Scale, MMSE = Mini Mental State Examination.

¹Riippumattomien otosten t-testi, ²Fisherin tarkka testi, ³Pearsonin χ^2 -testi, ⁴Mann-Whitney U-testi

Taulukossa 2 on kuvattu tutkittavien taustatietoja kaatumishistorian mukaan tutkimusryhmissä. LIKUKO- ja LIKU-ryhmien kaatujat erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan systolisen verenpaineen ($p=0.010$), monilääkityksen ($p=0.028$), kognitiivista toimintakykyä arvioivan MMSE-pistemäärän ($p=0.001$) ja toiminnanohjausta mittaavan Stroopin värisanatestin ($p=0.029$) osalta. Niillä LIKU-ryhmän tutkittavilla, jotka olivat kaatuneet tutkimusta edeltävän vuoden aikana vähintään kerran, oli keskimäärin korkeampi systolinen verenpaine ja he olivat suoriutuneet heikommin kognitiivista toimintakykyä kartoittavasta MMSE-testisarjasta sekä toiminnanohjausta arvioivasta Stroopin värisanatestistä verrattuna LIKUKO-ryhmän kaatuihin. LIKUKO-ryhmän kaatujilla oli LIKU-ryhmän kaatuihin verrattuna keskimääräistä useammin säännöllisessä käytössä vähintään neljä reseptilääkettä.

TAULUKKO 2. Tutkittavien tietoja kaatumishistorian mukaan tutkimusryhmissä. Jatkuvien muuttujien osalta mainittu tulosten keskiarvot ja keskihajonnat (SD) sekä luokiteltujen muuttujien osalta frekvenssit ja prosenttiosuudet. Tilastollisesti merkitsevää eroa kuvaa p-arvo < 0.050.

	LIUKKO		LIUKU		p-arvo*	p-arvo**
	Ei-kaatujat (n=83)	Kaatujat (n=72)	Ei-kaatujat (n=67)	Kaatujat (n=92)		
Ikä, ka (SD)	74.7 (3.5)	74.1 (4.3)	74.8 (3.9)	74.4 (3.7)	0.905 ¹	0.636 ¹
Naisia, n (%)	53 (64)	43 (60)	42 (63)	50 (54)	1.000 ²	0.528 ²
Koulutustaso, n (%)					0.097 ³	0.088 ³
Matala	14 (17)	9 (13)	4 (6)	21 (23)		
Keskitaso	50 (60)	44 (61)	49 (73)	57 (62)		
Korkea	19 (23)	19 (26)	14 (21)	14 (15)		
Ammattiasema, n (%)					0.556 ³	0.373 ³
Työntekijä	22 (27)	26 (37)	22 (33)	30 (34)		
Alempi toimihenkilö	26 (32)	18 (25)	19 (29)	32 (36)		
Ylempi toimihenkilö	30 (37)	24 (34)	20 (30)	21 (24)		
Yrittäjä tai maanviljelijä	3 (4)	3 (4)	5 (8)	5 (6)		
Huimaus					0.426 ²	0.161 ²
Ei koskaan tai harvoin	76 (92)	66 (92)	58 (87)	77 (84)		
Melko usein tai usein	7 (8)	6 (8)	9 (13)	15 (16)		
Verenpaine (mmHg), ka (SD)						
Systolinen	150 (20)	146 (18)	151 (17)	155 (21)	0.737 ¹	0.010 ¹
Diastolinen	77 (9)	78 (9)	78 (9)	79 (10)	0.435 ¹	0.491 ¹
Ortostaattinen hypotensio, n (%)	7 (8)	6 (9)	5 (8)	8 (9)	1.000 ²	1.000 ²
Näöntarkkuus, ka (SD)	0.8 (0.2)	0.8 (0.2)	0.7 (0.2)	0.8 (0.2)	0.076 ¹	0.448 ¹
Koettu terveys, n (%)					0.511 ²	1.000 ²
Erittäin hyvä tai hyvä	45 (54)	28 (39)	32 (48)	36 (39)		
Keskinertainen tai huono	38 (46)	44 (61)	35 (52)	56 (61)		
SPPB, ka (SD)	10.2 (1.6)	10.3 (1.4)	10.0 (1.6)	10.1 (1.7)	0.512 ¹	0.997 ⁴

Fyysinen aktiivisuus, n (%)					0.954 ³	0.726 ³
Vain välttämätön liikunta	9 (11)	11 (15)	8 (12)	15 (16)		
Kevyt liikunta	45 (54)	30 (42)	37 (55)	43 (47)		
Reipas liikunta	29 (35)	31 (43)	22 (33)	34 (37)		
Pitkäaikaissairaudet, ka (SD)	2.2 (1.5)	2.5 (1.6)	2.6 (1.5)	2.5 (1.5)	0.103 ¹	0.955 ¹
Monilääkitys, n (%)	45 (54)	44 (61)	37 (55)	40 (44)	1.000 ²	0.028 ²
Jatkuva kipu, n (%)	62 (75)	59 (82)	46 (69)	75 (82)	0.466 ²	1.000 ²
FES-I, ka (SD)	21.5 (4.3)	23.1 (5.1)	21.6 (5.0)	23.4 (6.4)	0.842 ⁴	0.907 ⁴
GDS-15, ka (SD)	1.2 (1.3)	1.7 (1.5)	1.6 (1.4)	2.0 (2.1)	0.068 ⁴	0.801 ⁴
MMSE, ka (SD)	27.7 (1.4)	28.0 (1.4)	27.6 (1.5)	27.3 (1.5)	0.708 ¹	0.001 ¹
Stroop, ka (SD)	48.8 (22.1)	41.0 (18.4)	43.6 (17.7)	51.5 (34.0)	0.251 ⁴	0.019 ⁴

SPPB = Short Physical Performance Battery, FES-I = Falls Efficacy Scale International, GDS-15 = Geriatric Depression Scale, MMSE = Mini Mental State Examination, Stroop = Stroopin värisanatesti; 3. ja 2. osion välinen aikaero sekunteina. *vertailu ei-kaatujat, **vertailu kaatujat.

¹Riippumattomien otosten t-testi, ²Fisherin tarkka testi, ³Pearsonin χ^2 -testi, ⁴Mann-Whitneyn U-testi

Harjoitteluun sitoutuminen. Keskimäärin tutkittavat osallistuivat kävely- ja tasapainoharjoituksiin LIKUKO-ryhmässä 62 % ja LIIKU-ryhmässä 59 %, kun pidemmät sairauslomot otettiin huomioon. Voimaharjoittelun osalta vastaavat luvut olivat 77 % ja 72 %. Fyysistä kotiharjoittelua tutkittavat tekivät molemmissa ryhmissä keskimäärin 1.9 kertaa viikossa. LIKUKO-ryhmä teki kognitiivista tietokoneharjoittelua keskimäärin 1.9 kertaa viikossa. Harjoitteluun sitoutuminen alaryhmittäin on kuvattu taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Tutkittavien keskimääräinen harjoitteluun sitoutuminen kaatumishistorian mukaan tutkimusryhmissä. Mainittu tulosten keskiarvot ja keskihajonnat (SD). Tilastollisesti merkitsevää eroa kuvaa p-arvo < 0.050.

	LIKUKO		LIIKU		p-arvo*	p-arvo**
	Ei-kaatujat (n=83)	Kaatujat (n=72)	Ei-kaatujat (n=67)	Kaatujat (n=92)		
Kävely- ja tasapainoharjoittelu, % kerroista (SD)	61 (28)	63 (27)	64 (29)	55 (35)	0.348 ¹	0.284 ¹
Voimaharjoittelu, % kerroista (SD)	76 (19)	75 (18)	74 (22)	68 (28)	0.764 ¹	0.649 ¹
Fyysinen kotiharjoittelu, krt/vko (SD)	1.9 (0.6)	1.9 (1.0)	1.8 (0.5)	1.9 (0.7)	0.261 ¹	0.619 ¹
Kognitiivinen harjoittelu, krt/vko (SD)	2.0 (1.2)	1.9 (1.2)	-	-	0.816 ²	

*vertailu ei-kaatujat, **vertailu kaatujat, ¹Mann-Whitney U-testi, ²Riippumattomien otosten t-testi. Kognitiivisen harjoittelun osalta verrattu ei-kaatujia ja kaatujia.

7.2 Toiminnanohjauksen yhteys iäkkäiden henkilöiden kaatumisiin

Toiminnanohjauskykyä arvioivan Stroopin värisanatestin tulos (3. ja 2. osion välinen aikaero sekunteina) oli edeltävänä vuonna kaatuneilla henkilöillä keskimäärin 46.8 sekuntia (keskihajonta 28.6, mediaani 40 sekuntia) ja ei-kaatuneilla henkilöillä 46.5 sekuntia (keskihajonta 20.4, mediaani 43 sekuntia). Ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (p=0.267). Myöskään virheiden määrässä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja kaatumishistorian mukaan tarkasteltuna. Virheiden määrä vaihteli 3. osiossa 0 ja 22 välillä, keskiarvon ollessa 1.9.

Edeltävän vuoden kaatumisiin ja toiminnanohjaukseen yhteydessä olevia tekijöitä selvitettiin tarkastelemalla muuttujien keskinäisiä korrelaatioita käyttämällä taustamuuttujien alkuperäisiä luokituksia. Taulukossa 4 on esitetty koetun terveyden, jatkuvan kivun, kaatumispelon, iän, koulutustason, kognitiivisen toimintakyvyn, liikkumiskyvyn ja diastolista verenpainetta kuvaavien muuttujien korrelaatiot edeltävän vuoden kaatumisten ja toiminnanohjauksen välillä. Muissa taustamuuttujissa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Muuttujista ainoastaan heikompi koettu terveys korreloi tilastollisesti merkitsevästi sekä edeltävän vuoden kaatumisten että heikomman toiminnanohjauksen kanssa. Edeltävän vuoden kaatumiset korreloivat positiivisesti jatkuvan kivun ja kaatumispelon kanssa. Korkeampi ikä, alhaisempi koulutustaso, alhaisemmat MMSE- ja SPPB-pistemäärät sekä matalampi diastolinen verenpaine olivat yhteydessä heikompaan toiminnanohjaukseen. Joko kaatumishistorian tai toiminnanohjauksen kanssa korreloivat tekijät vakioitiin seuraavissa analyyseissa.

TAULUKKO 4. Teoreettisesti perusteltujen vakioivien tekijöiden ja päävastemuuttujien väliset korrelaatiot. Tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin p-arvoa < 0.050.

	Kaatumishistoria		Toiminnanohjaus	
	r	p-arvo	r	p-arvo
Koettu terveys	0.131	0.020	0.117	0.038
Jatkuva kipu	0.115	0.041	0.074	0.189
FES-I	0.162	0.004	0.072	0.208
Ikä	-0.090	0.113	0.168	0.003
Koulutustaso	-0.066	0.240	-0.150	0.008
MMSE	-0.009	0.872	-0.124	0.028
SPPB	0.034	0.549	-0.126	0.025
Diastolinen verenpaine	0.089	0.116	-0.113	0.046

r = Spearmanin korrelaatiokerroin, FES-I = Falls Efficacy Scale International, MMSE = Mini Mental State Examination, SPPB = Short Physical Performance Battery.

Toiminnanohjauksen yhteyttä kaatumishistoriaan tarkasteltiin binäärisen logistisen regressioanalyysin avulla. Analyysissä verrattiin aluksi edeltävän vuoden aikana vähintään kerran kaatuneita henkilöihin (n=164), jotka eivät olleet kaatuneet (n=150). Analyysi tehtiin

myös niin, että verrattiin toistuvasti kaatuneita (n=61) henkilöihin, jotka eivät olleet kaatuneet tai olivat kaatuneet korkeintaan kerran.

Binäärisen logistisen regressioanalyysin iällä ja sukupuolella vakioidut mallit (malli 1) eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, joten niiden perusteella ei voitu arvioida toiminnanohjauksen yhteyttä interventiota edeltävän vuoden kaatumisiin (taulukot 5 ja 6). Jatkomallinuksissa havaittiin, että toiminnanohjaus ei ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä kaatumisiin tai toistuviin kaatumisiin silloin, kun mallit vakioitiin iän ja sukupuolen lisäksi koetulla terveydellä, kaatumispelkokeselyn (FES-I) summapistemäärällä sekä koetulla jatkuvalla kivulla (malli 2; taulukot 5 ja 6), joskin toistuvien kaatumisten osalta todennäköisyys nousee merkitsevyyden rajalle ($p=0.057$). Kun mallit vakioitiin edellisten lisäksi koulutustasolla, kognitiivista toimintakykyä kartoittavan MMSE-testisarjan tuloksilla, fyysisen suorituskyvyn testistön (SPPB) pistemäärällä ja diastolisella verenpaineella vahvistui toiminnanohjauksen yhteys toistuviin kaatumisiin tilastollisesti merkitseväksi (taulukko 6; $p=0.034$). Tästä voidaan päätellä, että nämä tekijät selittävät osan toiminnanohjauksen ja kaatumisten välisestä yhteydestä. Stroopin värisanatestin 3. ja 2. osion erotusajassa yhden sekunnin lisäys lisäsi todennäköisyyttä toistuviin kaatumisiin 1.012 kertaiseksi. Vakioidut logistiset regressiomallit osoittivat, että mitä enemmän kaatumisen pelkoa tutkittava koki, sitä todennäköisemmin hän kuului kaatujien (taulukko 5) ja toistuvien kaatujien (taulukko 6) ryhmään. Lisäksi parempi suoriutuminen MMSE-testistä lisäsi todennäköisyyttä kuulua toistuvien kaatujien ryhmään (taulukko 6).

Huolimatta toiminnanohjauksen tilastollisesti merkitsevästä yhteydestä toistuviin kaatumisiin (malli 3; taulukko 6) jäivät regressiomallin selitysasteet melko pieniksi ($R^2=0.211$). Lisäksi kaikissa logistisissa regressiomalleissa havaittiin residuaaleja tutkimalla jäännösongelma. Tilastollisten mallien selittämättä jääneet osat eivät olleet normaalisti jakautuneita, eikä niiden hajonta ollut tasainen.

TAULUKKO 5. Toiminnanohjauksen yhteys kaatumisiin (vähintään yksi kaatuminen tutkimusta edeltävän vuoden aikana) iäkkäillä henkilöillä. Ristitulosuhteet (OR) ja 95 % luottamusvälit (CI). Binäärinen logistinen regressioanalyysi.

	MALLI 1			MALLI 2			MALLI 3		
	OR	95 % CI	p-arvo	OR	95 % CI	p-arvo	OR	95 % CI	p-arvo
Stroop	1.001	0.992-1.010	0.776	1.000	0.991-1.009	0.992	1.000	0.990-1.010	0.978
Ikä	0.967	0.912-1.026	0.267	0.951	0.895-1.012	0.113	0.962	0.903-1.026	0.237
Sukupuoli	1.314	0.834-2.070	0.239	1.608	0.989-2.615	0.056	1.405	0.842-2.344	0.193
FES-I				1.069	1.018-1.124	0.008	1.075	1.021-1.133	0.006
Koettu terveys				0.731	0.449-1.188	0.206	0.703	0.430-1.148	0.159
Jatkuva kipu				0.647	0.365-1.149	0.137	0.662	0.370-1.182	0.163
Koulutustaso									
Keskitaso							0.645	0.319-1.304	0.222
Korkea							0.614	0.263-1.431	0.258
MMSE							1.029	0.847-1.212	0.731
SPPB							1.109	0.936-1.315	0.231
Diastolinen verenpaine							1.015	0.989-1.041	0.265

Referensseinä naissukupuoli, keskinkertainen tai huono koettu terveys, jatkuvan kivun kokeminen ja matala koulutustaso. Stroop = Stroopin värisanatesti; 3. ja 2. osion välinen aikaero sekunteina, FES-I = Falls Efficacy Scale International, MMSE = Mini Mental State Examination, SPPB = Short Physical Performance Battery. Malli 1: $\chi^2 (3) = 2.688$; $p = 0.442$, $R^2 = 0.011$. Malli 2: $\chi^2 (6) = 19.327$; $p = 0.004$, $R^2 = 0.080$. Malli 3: $\chi^2 (11) = 23.574$; $p = 0.015$, $R^2 = 0.097$.

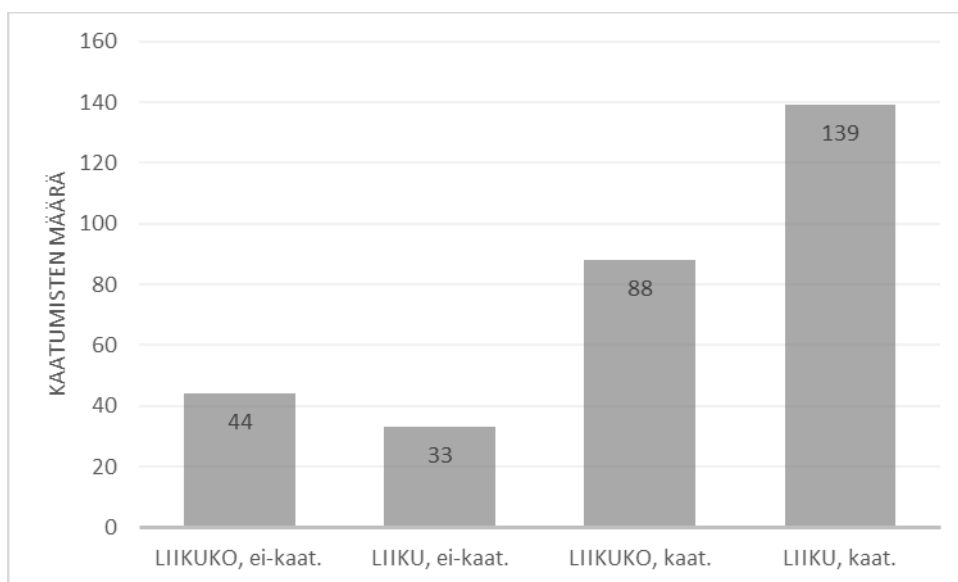
TAULUKKO 6. Toiminnanohjauksen yhteys toistuviin kaatumisiin (vähintään kaksi kaatumista tutkimusta edeltävän vuoden aikana) iäkkäillä henkilöillä. Ristitulosuhteet (OR) ja 95 % luottamusvälit (CI). Binäärinen logistinen regressioanalyysi.

	MALLI 1			MALLI 2			MALLI 3		
	OR	95 % CI	p-arvo	OR	95 % CI	p-arvo	OR	95 % CI	p-arvo
Stroop	1.012	1.001-1.022	0.026	1.011	1.000-1.022	0.057	1.012	1.001-1.024	0.034
Ikä	1.023	0.951-1.101	0.540	1.003	0.927-1.084	0.950	1.025	0.946-1.111	0.546
Sukupuoli	1.228	0.693-2.176	0.481	1.838	0.972-3.474	0.061	1.875	0.938-3.750	0.075
FES-I				1.151	1.088-1.219	<0.001	1.157	1.089-1.229	<0.001
Koettu terveys				1.135	0.589-2.189	0.705	1.138	0.584-2.221	0.704
Jatkuva kipu				0.641	0.271-1.513	0.310	0.714	0.298-1.711	0.450
Koulutustaso									
Keskitaso							0.715	0.310-1.649	0.431
Korkea							0.605	0.208-1.764	0.358
MMSE							1.296	1.032-1.628	0.026
SPPB							1.011	0.814-1.256	0.922
Diastolinen verenpaine							1.014	0.980-1.049	0.429

Referensseinä naissukupuoli, keskinkertainen tai huono koettu terveys, jatkuvan kivun kokeminen ja matala koulutustaso. Stroop = Stroopin värisanatesti; 3. ja 2. osion välinen aikaero sekunteina, FES-I = Falls Efficacy Scale International, MMSE = Mini Mental State Examination, SPPB = Short Physical Performance Battery. Malli 1: $\chi^2 (3) = 6.301$; $p = 0.098$, $R^2 = 0.032$. Malli 2: $\chi^2 (6) = 37.884$; $p < 0.001$, $R^2 = 0.182$. Malli 3: $\chi^2 (11) = 44.160$; $p < 0.001$, $R^2 = 0.211$.

7.3 Intervention vaikutus kaatumisiin

Intervention aikana tapahtui yhteensä 304 kaatumista, joista vammakaatumisia oli 28. Tutkittavista henkilöistä noin puolet (n=154) ei kaatunut kertaakaan intervention aikana. Kerran kaatuneita oli tutkittavista 86 henkilöä ja toistuvasti kaatuneita 66 henkilöä. LIKUKO-ryhmässä kaatumisia tapahtui yhteensä 132 kertaa, joista vammakaatumisia oli 15. LIIKU-ryhmässä kaatumisia oli yhteensä 172, joista vammakaatumisia tapahtui 13 kertaa. Murtumaan johtaneita kaatumisia oli yhdeksän, joista kuusi oli LIIKU-ryhmässä. Kaatumisten määrä tutkimusryhmissä kaatumishistorian mukaan on esitetty kuviossa 2. Kaatumisseuranta oli saatavilla yhteensä 306 tutkittavalta ja seuranta-ajan pituus oli keskimäärin 350 päivää (keskihajonta 47).



KUVIO 2. Kaatumisten määrä (n) tutkimuksen aikana tutkimusryhmän ja kaatumishistorian mukaisissa alaryhmissä.

Taulukossa 7 on esitetty tutkimuksen aikaisten kaatumisten ja vamman aiheuttaneiden kaatumisten tiheys henkilövuotta kohden sekä ilmaantumistiheyksien suhde tutkimus- ja alaryhmittäin. LIKUKO-ryhmässä kaatumistiheys oli pienempi kuin LIIKU-ryhmässä, mutta ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (IRR 0.79, 95 % CI 0.57–1.09). Myöskään vamman aiheuttaneiden kaatumisten osalta ei nähty eroa LIIKU- ja LIKUKO ryhmien välillä intervention aikana (IRR 1.20, 95 % CI 0.55–2.60). Alaryhmäanalyysissa

havaittiin, että kaatumistiheys intervention aikana erosi tilastollisesti merkitsevästi ei-kaatujien ja kaatujien välillä. Kaatumisten ilmaantumistiheyksien suhde oli keskimäärin lähes kolme kertaa suurempi (IRR 2.61, 95 % CI 1.82–3.73) niillä tutkittavilla, jotka olivat kaatuneet vähintään kerran interventiota edeltävän vuoden aikana verrattuna tutkittaviin, jotka eivät olleet kaatuneet. LIIKU- ja LIIKUKO-interventioiden vaikutukset kaatumisiin eivät kuitenkaan eronneet kaatumisen kokeneilla verrattuna tutkittaviin, jotka eivät olleet kaatuneet edeltävän vuoden aikana (IRR 0.68, 95 % CI 0.33–1.40). Vamman aiheuttaneiden kaatumisten osalta ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja verrattaessa edeltävänä vuonna kaatuneita ja ei-kaatuneita (IRR 1.14, 95 % CI 0.51–2.55) ja interventioiden vaikutukset vamman aiheuttaneisiin kaatumisiin olivat samanlaisia molemmissa alaryhmissä (IRR 0.92, 95 % CI 0.18–4.68).

TAULUKKO 7. Kaatumisten ja vamman aiheuttaneiden kaatumisten tiheys/henkilövuosi sekä ilmaantumistiheyksien suhde tutkimus- ja alaryhmittäin intervention aikana. Negatiivinen binomiaalinen regressio.

	LIIKUKO, n=151 IR (95 % CI)	LIIKU, n=155 IR (95 % CI)	IRR (95 % CI)	p-arvo
Kaatumiset ^a	0.92 (0.77–1.08)	1.15 (0.99–1.34)	0.79 (0.57–1.09)	0.150
Vammakaatumiset ^a	0.10 (0.06–0.17)	0.09 (0.04–0.15)	1.20 (0.55–2.60)	0.652
<i>Alaryhmäanalyysi</i>				
Kaatumishistoria ^b			2.61 (1.82–3.73)	<0.001
Ei-kaatujat (n=150)	0.58 (0.43–0.77)	0.51 (0.36–0.72)		
Kaatujat (n=164)	1.30 (1.06–1.61)	1.64 (1.38–1.93)		
Vammakaatumiset ^b			1.14 (0.51–2.55)	0.744
Ryhmä x kaatumishistoria ^c			0.68 (0.33–1.40)	0.295
Vammakaatumiset ^c			0.92 (0.18–4.68)	0.916

IR = incidence rate = kaatumistiheys/henkilövuosi, CI = luottamusväli, IRR = incidence rate ratio = ilmaantumistiheyksien suhde.

^avakioimaton negatiivinen binomiaalinen regressio

^bnegatiivinen binomiaalinen regressio, jossa mukana vakioivina tekijöinä koettu terveys, jatkuva kipu ja Falls Efficacy Scale International

^cnegatiivinen binomiaalinen regressio, jossa mukana vakioivina tekijöinä systolinen verenpaine, monilääkitys, Stroopin värisanatesti ja Mini Mental State Examination sekä ryhmä x kaatumishistoria yhdysvaikutus

8 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää kognitiivisen toiminnanohjauksen yhteyttä 70–85-vuotiaiden, enintään kohtalaisesti liikkuvien, kotona asuvien henkilöiden kaatumisiin. Lisäksi tutkittiin vuoden kestäneen fyysisen ja kognitiivisen harjoittelun vaikutuksia kaatumisiin erilaisen kaatumishistorian omaavilla iäkkäillä henkilöillä verrattuna pelkkään fyysiseen harjoitteluun. Tässä tutkimuksessa toiminnanohjaus oli yhteydessä edeltävänä vuonna tapahtuneisiin toistuviin kaatumisiin. Toiminnanohjaus ei ollut yhteydessä yksittäisiin kaatumisiin. Lisäksi tulokset osoittivat, että vuoden kestänyt yhdistetty liikunta- ja kognitiivinen harjoittelu ei tuonut lisähyötyjä kaatumisten ehkäisyyn pelkkään liikuntaohjelmaan verrattuna. Kaatumishistorian mukaisissa alaryhmissä havaittujen tulosten mukaan henkilöt, jotka olivat kaatuneet tutkimusta edeltävän vuoden aikana, kaatuivat lähes kolme kertaa todennäköisemmin kuin henkilöt, jotka eivät olleet kaatuneet. Intervention vaikutuksissa kaatumisiin ei kuitenkaan havaittu eroja edeltävän vuoden aikana kaatuneilla verrattuna henkilöihin, jotka eivät olleet kaatuneet. Vamman aiheuttavien kaatumisten osalta ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä.

Aiempi tutkimusnäyttö toiminnanohjauksen yhteydestä kaatumisiin on osin ristiriitaista. Tiedetään, että muutokset toiminnanohjauskyvyissä ovat yhteydessä lisääntyneeseen kaatumisriskiin iäkkäillä henkilöillä (Herman ym. 2010; Delbaere ym. 2012; Hsu ym. 2012; Kearney ym. 2013). Heikentynyt toiminnanohjaus ennustaa tulevia kaatumisia (Holtzer ym. 2007; Mirelman ym. 2012; Muir ym. 2012) ja toistuvia kaatumisia (Holtzer ym. 2007; Anstey ym. 2009), mutta se ei välttämättä ole merkitsevä kaatumisten tai toistuvien kaatumisten ennustaja, kun otetaan huomioon muita kaatumisen riskitekijöitä (Buracchio ym. 2011; Chen ym. 2012). Tässä tutkimuksessa tutkittavien henkilöiden kokema kaatumispelko sekä parempi tulos muistia ja tiedonkäsittelyä arvioivasta MMSE-testistä näyttäisivät selittävän toiminnanohjauksen ja toistuvien kaatumisten välistä yhteyttä. Voidaan todeta, että toiminnanohjaus ei yksinään näyttäisi selittävän kaatumisia vaan siihen vaikuttavat myös muut tekijät. On kuitenkin huomattava, että tutkimukseen osallistui kognitiivisen toimintakyvyn osalta vain terveitä henkilöitä. Aiempien havaintojen mukaan toiminnanohjauksen heikkenemistä saattaa esiintyä iäkkäillä henkilöillä ilman muita

kognition ongelmia (Muir ym. 2012) ja myös heillä on suurempi riski kaatumisiin tulevaisuudessa (Herman ym. 2010). Tässä tutkimuksessa toiminnanohjauksen yhteyttä kaatumisiin tarkasteltiin poikkileikkausasetelmassa, joten kausaalisuuden suhteen ei voida tehdä päätelmiä. Jatkossa toiminnanohjauksen yhteyttä kaatumisiin ja yhteyttä muokkaavia ja välittäviä tekijöitä olisi tärkeä tutkia pitkittäisasetelmassa.

Toiminnanohjauksen eri osa-alueiden yhteys kaatumisiin näyttää vaihtelevan. Tässä tutkimuksessa toiminnanohjauksen arviointiin käytettiin Stroopin värisanatestiä, jonka katsotaan mittavan erityisesti toiminnan inhibitiota. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että heikompi inhibitio ennustaa tulevia kaatumisia kognitiivisesti terveillä iäkkäillä henkilöillä (Herman ym. 2010; Mirelman ym. 2012). Toisaalta kognitiivisesti terveillä iäkkäillä henkilöillä kaatumisten on nähty olevan yhteydessä toiminnanohjauksen eri osa-alueista työmuistiin, mutta ei inhibitioon tai kognitiiviseen joustavuuteen (Zhang ym. 2020). Mikäli halutaan ottaa huomioon toiminnanohjauksen rakenteen moniulotteisuus, tulisi sitä mitata useammalla testillä (Baggetta & Alexander 2016). Tämän tutkimuksen osalta voidaan tehdä päätelmiä vain inhibition ja kaatumisten välisestä yhteydestä.

Tässä tutkimuksessa yli puolet (52 %) tutkittavista henkilöistä ilmoitti kaatuneensa edeltävän vuoden aikana ja lähes 20 prosenttia toistuvasti. Kaatujien määrä on hieman korkeampi aiempiin tutkimuksiin verrattuna (Tinetti ym. 1988; Tinetti & Williams 1998; Tinetti & Kumar 2010; Sanders ym. 2017), mutta toisaalta lähes yhtenevä Piau ym. (2019) tutkimuksen kanssa. Tämä saattaa selittyä osittain sillä, että tutkimuksen sisäänottokriteerinä oli enintään kohtalainen fyysinen aktiivisuus ja fyysisen inaktiivisuuden on aiemmin nähty olevan yhteydessä kaatumisiin (Soares ym. 2019). Iäkkäiden henkilöiden kaatumisriski koostuu yleensä monesta tekijästä (Close ym. 2005; Deandrea ym. 2010; Vieira ym. 2016) ja vaaratekijöiden lisääntyessä myös riski kaatua kasvaa (Tinetti & Kumar 2010; Ek ym. 2018). Tässä tutkimuksessa edeltävänä vuonna vähintään kerran kaatuneet henkilöt kokivat keskimäärin terveytensä huonommaksi sekä enemmän kaatumisen pelkoa ja jatkuvaa kipua verrattuna niihin tutkittaviin henkilöihin, jotka eivät olleet kaatuneet. Havainnot saavat tukea aiemmista tutkimuksista, joissa heikentynyt koettu terveys (Hedman ym. 2013; Tiernan ym. 2014; Singh ym. 2019), kaatumispelko (Sousa ym. 2016; Makino ym. 2018) ja kipu (Gale ym. 2016; Gale ym. 2018) ovat olleet yhteydessä iäkkäiden henkilöiden kaatumisiin.

Aiemmista havainnoista poiketen tässä aineistossa kaatujien ja ei-kaatujien välillä ei nähty merkitseviä eroja monissa tyypillisissä kaatumisen riskitekijöissä, kuten naissukupuoli (mm. Deandrea ym. 2010), korkeampi ikä (mm. Tinetti & Williams 1998), huimaus (Deandrea ym. 2010), ortostaattinen hypotensio (Mol ym. 2019), näöntarkkuus (mm. Close ym. 2005), alhainen fyysinen aktiivisuus (Soares ym. 2019), monilääkitys (Ambrose ym. 2013), monisairastavuus (mm. Tinetti & Williams 1998), heikko fyysinen suorituskyky (mm. Deandrea ym. 2010), masennusoireet (mm. Kvelde ym. 2015) ja heikentynyt kognitiivinen toimintakyky (mm. Tinetti ym. 1988). Tämä saattaa ainakin osittain johtua siitä, että tutkimukseen osallistuneilla oli suhteellisen hyvä toimintakyky eikä heillä ollut vakavia kroonisia sairauksia tai huomattavia kognitiivisia rajoitteita. Lisäksi tutkimukseen osallistujat olivat vähän tai korkeintaan kohtalaisesti liikkuvia, joten vertailu fyysisesti kaikkein aktiivisimpaan ryhmään ei ole mahdollista.

Tiedetään, että aiemmat kaatumiset lisäävät riskiä kaatumisille tulevaisuudessa (Deandrea ym. 2010; Ambrose ym. 2013; Sousa ym. 2016; Pierrie ym. 2019). Tässä tutkimuksessa havaittiin, että ne tutkittavat henkilöt, jotka olivat kaatuneet tutkimusta edeltävän vuoden aikana, kaatuivat todennäköisemmin myös intervention aikana. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu liikuntaharjoittelun vähentävän kaatumisia myös henkilöillä, jotka ovat kaatuneet aiemmin, mutta vertailu on tehty tavanomaista hoitoa saavaan verrokkiryhmään (Skelton ym. 2005; Liu-Ambrose ym. 2019). Tässä tutkimuksessa kognitiivisen harjoittelun yhdistäminen liikuntaharjoitteluun ei tuonut lisähyötyjä, kun tarkasteltiin sen vuoden kaatumisia, jonka aikana interventiot toteutuivat. Interventioiden vaikutukset kaatumisiin eivät myöskään eronneet kaatumisen kokeneilla verrattuna tutkittaviin, jotka eivät olleet kaatuneet tutkimusta edeltävän vuoden aikana. Tulos on yhtenevä aiemmista tutkimuksista saatujen havaintojen kanssa, joissa yhdistelmäharjoittelu ei ollut pelkkää fyysistä harjoittelua tehokkaampaa kaatumisten ehkäisyssä (van het Reve & de Bruin 2014; Eggenberger ym. 2015; Lipardo & Tsang 2020). On havaittu, että säännöllinen liikuntaharjoittelu parantaa toiminnanohjauskykyä (Xiong ym. 2021) ja vaikutus on suurempi erityisesti alkujaan vähän liikkuvilla ja kognitiivisilta kyvyiltään terveillä iäkkäillä henkilöillä (Chen ym. 2020). Voi siis olla, että jo pelkkä liikuntaharjoittelu on onnistunut parantamaan samoja ominaisuuksia kuin kognitiivinen harjoittelu. Vamman aiheuttavien kaatumisten osalta ei tässä tutkimuksessa havaittu alaryhmäkohtaisia eroja. Aiempaa tutkimusta aiheesta ei tiettävästi ole, joten siltä

osin tulokset tuovat uutta tietoa. Kaatumishistorialtaan erilaisilla iäkkäillä henkilöillä kognitiivisen harjoittelun lisähyötyjä ei myöskään tiettävästi ole aiemmin tutkittu. Tämän tutkimuksen tulos perustuu alaryhmäanalyysiin, joten jatkossa tarvitaan asianmukaisen voima-analyysin sisältäviä satunnaistettuja kontrolloituja kokeita. Tutkimuksessa ei myöskään ollut mukana harjoittelematonta verrokkiryhmää, joka ei saanut mitään interventiota. Siksi pelkän fyysisen harjoittelun vaikutusten arviointi on tältä osin mahdotonta. Toisaalta on ehdotettu, että koska näyttö monipuolisen liikuntaharjoittelun kaatumisia ehkäisevästä vaikutuksesta kotona asuvilla iäkkäillä henkilöillä on vahvaa (Sherrington ym. 2020), interventiotutkimusten tulisikin nykyisin mieluummin vertailla erilaisia harjoittelutapoja (Lampit ym. 2014; Walton ym. 2014).

Kognitiiviseen harjoitteluun sitouduttiin tässä tutkimuksessa keskimäärin 1.9 kertaa viikossa tavoitellun 3–4 kerran sijaan. Aiempien tutkimusten mukaan kognitiivisen harjoittelun vaikutus toiminnanohjaukseen ja muihin kognitiivisen toimintakyvyn osa-alueisiin iäkkäillä henkilöillä parani merkitsevästi, kun harjoittelua toteutettiin vähintään kolme kertaa viikossa (Chiu ym. 2017). Toisaalta on myös havaittu, että yli kolme kertaa viikossa tapahtuva harjoittelu ei tuota lisätehoa harjoitteluun (Lampit ym. 2014; Zhu ym. 2016). Kognitiivisen harjoittelun vaikutukset harjoiteltuihin ominaisuuksiin vaihtelevat osa-alueittain ja ne ovat riippuvaisia harjoittelun toteutustavoista (Lampit ym. 2014; Gavelin ym. 2021). Tehokkain harjoitteluvaste saadaan 30–60 minuuttia kestäväällä harjoittelulla, ja ryhmässä tapahtuva kognitiivinen harjoittelu on kotiharjoittelua tehokkaampaa (Lampit ym. 2014; Zhu ym. 2016). Lisäksi on huomattu, että kognitiivisen ja fyysisen harjoittelun toteuttaminen yhtäaikaan on hyödyllisempää kognitiivisen toimintakyvyn osa-alueiden parantumiseen verrattuna jaksottaiseen harjoitteluun (Bruderer-Hofstetter ym. 2018; Gavelin ym. 2021). Jaksoittainen harjoittelu saattaa lisätä tutkittavien kuormitusta ja vähentää harjoitteluun sitoutumista yhtäaikaaisesti toteutettuun harjoitteluun verrattuna (Zhu ym. 2016). Tässä tutkimuksessa yhdistelmäharjoittelua toteutettiin jaksottain, kognitiivista harjoittelua toteutettiin pääosin kotona ja harjoituskerran kesto oli 15–25 minuuttia tutkittavan henkilön suorituksesta riippuen. Yhdistelmäharjoitteluun osallistuneet tutkittavat osallistuivat kuitenkin sekä voimaharjoitteluun että kävely- ja tasapainoharjoitteluun pelkkään liikuntaharjoitteluun osallistuneita hieman aktiivisemmin, joten Zhun ym. (2016) ehdotus ei tässä tutkimuksessa näyttäisi saavan tukea.

Tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja mittarit ovat ikääntyvälle väestölle sopivia ja niillä on aikaisemmissa tutkimuksissa todettu olevan hyvä reliabiliteetti ja validiteetti. Tutkimuksessa käytetty Stroopin värisanatesti on yleinen ja luotettavaksi havaittu toiminnanohjauksen arviointiin käytetty testi ja siitä on olemassa monia eri versioita (Graf ym. 1995; Strauss ym. 2005; Scarpina & Tagini 2017). Tulosten vertailu Stroopin testin osalta muihin tutkimuksiin on osin haastavaa, koska eri versioiden lisäksi testin perusteella voidaan tarkastella monia asioita, kuten tarkkuutta, aikaa tai näiden suhdetta (Scarpina & Tagini 2017; Karr ym. 2018). Tässä tutkimuksessa intervention aikaiset kaatumiset kerättiin kansainvälisen suositukseen mukaan käyttämällä reaaliaikaista päiväkirjaa ja kuukausittaista raportointia tutkijoille (Lamb ym. 2005). Tutkimusta edeltävän vuoden ajalta kaatumistiedot kerättiin retrospektiivisesti, mikä saattaa heikentää kaatumishistoria-luokittelun luotettavuutta, koska mieleen palauttaminen saattaa aiheuttaa ali- tai yliportointia. On havaittu, että edellisen vuoden kaatumisten mieleen palauttaminen on spesifiä, mutta vähemmän sensitiivistä verrattuna prospektiiviseen raportointiin (Ganz ym. 2005). Toisaalta on todettu, että retrospektiivinen tiedonkeruu on suhteellisen terveillä kotona asuvilla iäkkäillä henkilöillä luotettavuudeltaan samaa tasoa prospektiivisen arvioinnin kanssa (Romli ym. 2021). Tutkimukseen osallistuneiden voidaan katsoa kuuluvan tähän ryhmään, joten siltä osin tuloksia voidaan pitää luotettavina. Tulosten analysoinnin objektiivisuutta lisää se, ettei tutkija osallistunut aineistonkeruuseen. Toisaalta tutkijalla ei välttämättä ollut riittävän yksityiskohtaista tietoa aineiston keruuseen liittyen ja nämä mahdolliset puutteet saattavat heikentää tämän tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksen vahvuus on käytetty tutkimusasetelma; satunnaistettua kontrolloitua koetta pidetään yleisesti luotettavimpana asetelmana. Tutkittavat rekrytoitiin väestörekisteristä satunnaisotannalla ja voidaan olettaa, että laaja otos lisää tulosten yleistettävyyttä kotona asuviin, suhteellisen hyvän fyysisen ja kognitiivisen toimintakyvyn omaaviin 70–85-vuotiaisiin henkilöihin, jotka eivät ennen tutkimusta liikkuneet vallitsevan liikuntasuosituksen mukaan. Harjoitteluryhmiin satunnaistaminen tehtiin tietokonepohjaisen ohjelman avulla ja se mahdollistaa luotettavan vertailun yhdistelmäharjoittelun ja pelkän fyysisen harjoittelun välillä. Lisäksi tutkimuksesta poispuodonneiden määrä oli varsin alhainen ja kaatumistietoja oli saatavilla 306 tutkittavalta. Myös harjoitteluun sitoutuminen oli suhteellisen korkealla tasolla näin pitkäkestoiseksi interventioksi ja se vastaa aiempia kaatumisten ehkäisyyn

tähtäviä liikuntainterventioita (Nyman & Victor 2012). Tutkimuksessa käytetyt harjoitteluohjelmat on aikaisemmissa tutkimuksissa todettu erikseen toteutettuina ikääntyneille henkilöille sopiviksi ja tehokkaiksi (Portegijs ym. 2008; Fielding ym. 2011; Ngandu ym. 2015). Tämän tutkimuksen osalta lähdekirjallisuuden ja tutkimuskysymysten tarkastelussa pyrittiin monipuolisuuteen ja tarkkuuteen. Käytetyt tutkimusmenetelmät olivat asianmukaisia ja taustamuuttujiksi valittiin laajasti niitä tekijöitä, joilla on aiemmin nähty olevan yhteys iäkkäiden kotona asuvien henkilöiden kaatumisiin.

Tämän tutkimuksen heikkoudet liittyvät kaatumishistorian määrittämiseen, alaryhmäanalyysiin sekä ensimmäisen tutkimuskysymyksen poikkileikkausasetelmaan ja logistiseen regressioanalyysiin. Tarkkuuden lisäämiseksi olisi kaatumishistorian voinut luokitella kolmiluokkaiseksi (ei-kaatumisia, yksi kaatuminen, vähintään kaksi kaatumista edeltävän vuoden aikana) suosituksen mukaan (Lamb ym. 2005), koska yksittäisen kaatumisen voidaan katsoa olevan seurausta esimerkiksi huolimattomuudesta. Lisäksi ulkona ja sisällä tapahtuneiden kaatumisten erillinen huomiointi olisi saattanut lisätä tarkkuutta, koska niihin johtavat syyt ja riskitekijät poikkeavat usein toisistaan (Kelsey ym. 2010). PASSWORD-tutkimuksen päävastemuuttuja oli kävelynopeus ja tutkimuksen otoskoko laskettiin tälle muuttujalle, mutta voimalaskelmat tehtiin myös kaatumisia koskien (Sipilä ym. 2018). Otokokoja ei kuitenkaan laskettu kaatumishistorian mukaan ja erityisesti alaryhmäanalyyseissä otoskoko pieneni huomattavasti. Otokoon riittävyys on näin ollen epäselvää. Poikkileikkausasetelmassa havaitut yhteydet toiminnanohjauksen ja kaatumisten välillä eivät mahdollista päätelmiin kausaalisuudesta. Toiminnanohjaus on yhteydessä samoihin tekijöihin, jotka lisäävät kaatumisen riskiä. Esimerkiksi kaatumisen pelko saattaa indikoida heikkenemistä kognitiivisessa toimintakyvyssä, erityisesti toiminnanohjauksessa ja prosessointinopeudessa (Peeters ym. 2019) ja se on myös yksi kaatumisen riskitekijöistä (Tiernan ym. 2014; Sousa ym. 2016). Logististen regressioanalyysien tulosten luotettavuutta voivat heikentää pienet kokonaiselityksasteet sekä residuaalitarkasteluissa havaitut ongelmat. Logistisiin regressiomalleihin lisättiin edellisen vuoden kaatumisten tai toiminnanohjauksen kanssa korreloivia tekijöitä, mutta on todennäköistä, että kaatumisiin vaikuttivat myös muut tekijät. Toiminnanohjausta arvioiva Stroop-muuttuja ei ollut normaalisti jakautunut ja sen vinous ja erityisesti sen huipukkuus arvot olivat suuria. Tilastollisten mallien luotettavuutta olisikin saattanut lisätä normalisoiva muuttujamuunnos tai muuttujan luokittelu mediaanin

mukaan testistä heikommin ja paremmin suoriutuviin. Logistisen regressioanalyysin rajoituksena on myös se, että selittävät muuttujat eivät saisi korreloida voimakkaasti keskenään. Tässä tutkimuksessa tehdyt korrelaatiotarkastelut osoittivat, ettei selittävien muuttujien välillä esiintynyt multikollinearisuutta.

PASSWORD-tutkimus ja tämä pro gradu -tutkielma toteutettiin noudattaen hyvää tieteellistä käytäntöä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012) ja huomioimalla eettiset näkökulmat. PASSWORD-tutkimus sai puoltavan lausunnon Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettiseltä toimikunnalta. Ennen tutkimuksen alkua tutkittavia informoitiin tutkimukseen liittyvistä asioista ja tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja tutkittavilla oli oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa. Poissulkukriteerit sulki pois ne henkilöt, joille tutkimukseen osallistuminen olisi saattanut aiheuttaa haittaa. Tutkittavien hyvinvoinnista huolehdittiin koko tutkimuksen ajan ja kaikki mittaukset suoritettiin varmistaen tutkittavien turvallisuus. Tässä tutkimuksessa käytettiin vain tarvittavaa osaa PASSWORD-tutkimuksen aikana kerätystä aineistosta. Tutkittavilta kerätty aineisto käsiteltiin luottamuksellisesti tietosuojalain edellyttämällä tavalla niin, ettei tutkittavia tai heitä koskevia tutkimustuloksia voida tunnistaa ilman koodiavainta. Aineisto säilytettiin niin, ettei ulkopuolisilla ole ollut siihen pääsyä.

Ikääntyvän väestön kaatumiset ja niiden seurauksena syntyvät vammat johtavat kansanterveydellisiin haasteisiin ja mittaviin taloudellisiin seurauksiin (Hartholt ym. 2011; Haagsma ym. 2019). Ikääntyneen väestön kasvaessa on tärkeää kehittää kaatumisten ehkäisyyn tähtäviä toimenpiteitä, jotta kaatumisista aiheutuvaa taakkaa yksilölle ja yhteiskunnalle voidaan vähentää. Kaatumisten riskitekijöiden tunnistaminen ja niihin vaikuttaminen on tärkeää kehitettäessä kaatumisten ehkäisyyn tähtäviä interventioita ja suunnittelussa tulisikin huomioida sekä kognitiiviset että fyysiset ulottuvuudet (Buracchio ym. 2011). Yhdistelmäharjoittelun vaikutuksia ikääntyneiden henkilöiden toimintakykyyn ja hyvinvointiin on tärkeää tutkia lisää (Bruderer-Hofstetter ym. 2018; Gavelin ym. 2021).

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että toiminnanohjaus oli yhteydessä toistuviin kaatumisiin, mutta myös muisti- ja tiedonkäsittelykyvyt sekä kaatumispelko selittivät havaittua yhteyttä. Yhdistelmäharjoittelulla ei tässä tutkimuksessa ollut pelkkää fyysistä harjoittelua tehokkaampaa vaikutusta iäkkäiden vähän liikkuvien, ja erilaisen kaatumishistorian omaavien, henkilöiden kaatumisiin tai vammakaatumisiin vuoden kestäneen tutkimuksen aikana. Yhdistelmäharjoittelun pidemmän aikavälin vaikutuksia kaatumisiin on mahdollista selvittää PASSWORD-tutkimuksen intervention jälkeisen seurantavuoden tietojen perusteella. Samasta aineistosta tehty tarkastelu osoitti, että toiminnanohjausta arvioivan Stroopin värisanatestin tulos parani yhdistelmäharjoitteluun osallistuneilla pelkkään liikuntaharjoitteluun osallistuneita enemmän (Sipilä ym. 2021). Tämä voi osaltaan kertoa harjoitteluvaikutusten spesifisyydestä. Tulevaisuudessa on tärkeä selvittää vähentääkö parantunut toiminnanohjaus kaatumisia pidemmällä aikavälillä ja miten harjoittelun myönteiset vaikutukset kaatumisten riskitekijöihin saadaan siirrettyä myös kaatumisten ehkäisyyn.

LÄHTEET

- Allali, G., Launay, C. P., Blumen, H. M., Callisaya, M. L., De Cock, A-M., Kressig, R. W., Srikanth, V., Steinmetz, J-P., Verghese, J. & Beauchet, O. 2017. Falls, cognitive impairment, and gait performance: Results from the GOOD initiative. *Journal of the American Medical Directors Association* 18 (4), 335–340.
- Alvarez, J. A. & Emory, E. 2006. Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review* 16 (1), 17-42. doi:10.1007/s11065-006-9002-x.
- Amboni, M., Barone, P. & Hausdorff, J. M. 2013. Cognitive contributions to gait and falls: Evidence and implications. *Movement Disorders* 28 (11), 1520-1533.
- Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. 2013. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas* 75, 51-61.
- Anstey, K. J., Wood, J., Kerr, G., Caldwell, H. & Lord, S. R. 2009. Different cognitive profiles for single compared with recurrent fallers without dementia. *Neuropsychology* 23 (4), 500-508.
- Baggetta, P. & Alexander, P. A. 2016. Conceptualization and operationalization of executive function. *Mind, Brain, and Education* 10, 10–33.
- Barban, F., Annicchiarico, R., Melideo, M., Federici, A., Lombardi, M., Giuli, S., Ricci, C., Adriano, F., Griffini, I., Silvestri, M., Chiusso, M., Neglia, S., Ariño-Blasco, S., Cuevas Perez, R., Dionyssiotis, Y., Koumanakos, G., Kovačević, M., Montero-Fernández, N., Pino, O., Boye, N., Cortés, U., Barrué, C., Cortés, A., Levene, P., Pantelopoulos, S., Rosso, R., Serra-Rexach, J., Sabatini, A. & Caltagirone, C. 2017. Reducing Fall Risk with Combined Motor and Cognitive Training in Elderly Fallers. *Brain Sciences* 7 (2), 19. doi:10.3390/brainsci7020019.
- Bergland, A., Jarnlo, G-B. & Laake, K. 2003. Predictors of falls in the elderly by location. *Aging Clinical and Experimental Research* 15 (1), 43–50.
- Bhasin, S., Gill, T. M., Reuben, D. B., Latham, N. K., Ganz, D. A., Greene, E. J., Dziura, J., Basaria, S., Gurwitz, J. H., Dykes, P. C., McMahon, S., Storer, T. W., Gazarian, P., Miller, M. E., Trivison, T. G., Esserman, D., Carnie, M. B., Goehring, L., Fagan, M., Greenspan, S. L., Alexander, N., Wiggins, J., Ko, F., Siu, A. L., Volpi, E., Wu, A. W., Rich, J., Waring, S. C., Wallace, R. B., Casteel, C., Resnick, N. M., Magaziner, J.,

- Charpentier, P., Lu, C., Araujo, K., Rajeevan, H., Meng, C., Allore, H., Brawley, B. F., Eder, R., Mcgloin, J. M., Skokos, E. A., Duncan, P. W., Baker, D., Boulton, C., Correa-De-Araujo, R. & Peduzzi, P. 2020. A randomized trial of a multifactorial strategy to prevent serious fall injuries. *New England Journal of Medicine* 383 (2), 129–140.
- Blackwood, J., Shubert, T., Fogarty, K. & Chase, C. 2016. The impact of a home-based computerized cognitive training intervention on fall risk measure performance in community dwelling older adults, a pilot study. *The Journal of Nutrition, Health & Aging* 20 (2), 138-145.
- Bleijlevens, M. H., Diederiks, J. P., Hendriks, M. R., van Haastregt, J. C., Crebolder, H. F. & van Eijk, J. T. 2010. Relationship between location and activity in injurious falls: An exploratory study. *BMC Geriatrics* 10 (40). doi:10.1186/1471-2318-10-40.
- Borson, S. 2010. Cognition, aging, and disabilities: Conceptual issues. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 21 (2), 375–382.
- Boyé, N. D. A., Mattace-Raso, F. U. S., Van Der Velde, N., Lieshout, E. M. M. V., De Vries, O. J., Hartholt, K. A., Kerver, A. J. H., Bruijninx, M. M. M., van der Cammen, T. J. M., Patka, P. & van Beeck, E. F. 2014. Circumstances leading to injurious falls in older men and women in the Netherlands. *Injury* 45, 1224–1230.
- Bruderer-Hofstetter, M., Rausch-Osthoff, A.-K., Meichtry, A., Münzer, T. & Niedermann, K. 2018. Effective multicomponent interventions in comparison to active control and no interventions on physical capacity, cognitive function and instrumental activities of daily living in elderly people with and without mild impaired cognition – A systematic review and network meta-analysis. *Ageing Research Reviews* 45, 1–14.
- Buracchio, T. J., Mattek, N. C., Dodge, H. H., Hayes, T. L., Pavel, M., Howieson, D. B. & Kaye, J. A. 2011. Executive function predicts risk of falls in older adults without balance impairment. *BMC Geriatrics* 11 (74). doi:10.1186/1471-2318-11-74.
- Butler, A. A., Lord, S. R., Taylor, J. L. & Fitzpatrick, R. C. 2015. Ability versus hazard: Risk-taking and falls in older people. *The Journals of Gerontology: Series A* 70 (5), 628–634.
- Cai, Y., Leveille, S. G., Shi, L., Chen, P. & You, T. 2020. Chronic pain and risk of injurious falls in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology: Series A; glaa249*. doi:10.1093/gerona/glaa249.

- Canada, B., Stephan, Y., Sutin, A. R. & Terracciano, A. 2020. Personality and falls among older adults: Evidence from a longitudinal cohort. *The Journals of Gerontology: Series B* 75 (9), 1905–1910.
- Chen, F-T., Etnier, J. L., Chan, K-H., Chiu, P-K., Hung, T-M. & Chang, Y-K. 2020. Effects of exercise training interventions on executive function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine* 50, 1451–1467. doi:10.1007/s40279-020-01292-x.
- Chen, T. Y., Peronto, C. L. & Edwards, J. D. 2012. Cognitive function as a prospective predictor of falls. *The Journals of Gerontology: Series B* 67 (6), 720–728.
- Chippendale, T. & Raveis, V. 2017. Knowledge, behavioral practices, and experiences of outdoor fallers: Implications for prevention programs. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 72, 19–24.
- Chiu, H-L., Chu, H., Tsai, J-C., Liu, D., Chen, Y-R., Yang, H-L. & Chou, K-R. 2017. The effect of cognitive-based training for the healthy older people: A meta-analysis of randomized controlled trials. *PLOS ONE* 12, e0176742. doi:10.1371/journal.pone.0176742.
- Choi, S. D., Guo, L., Kang, D. & Xiong, S. 2017. Exergame technology and interactive interventions for elderly fall prevention: A systematic literature review. *Applied Ergonomics* 65, 570-581.
- Close, J. C. T., Lord, S. L., Menz, H. B. & Sherrington, C. 2005. What is the role of falls? Best practice & research. *Clinical Rheumatology* 19 (6), 913-935.
- Davis, J. C., Best, J. R., Khan, K. M., Dian, L., Lord, S., Delbaere, K., Hsu, C. L., Cheung, W., Chan, W. & Liu-Ambrose, T. 2017. Slow processing speed predicts falls in older adults with a falls history: 1-Year prospective cohort study. *Journal of the American Geriatrics Society* 65 (5), 916-923.
- Deandrea, S., Lucenteforte E., Bravi, F., Foschi, R., La Vecchia, C. & Negri, E. 2010. Risk factors for falls in community-dwelling older people: A systematic review and meta-analysis. *Epidemiology* 21 (5), 658-668.
- Delbaere, K., Close, J. C. T., Kochan, N. A., Sachdev, P. S. & Lord, S. R. 2012. Good memory as a predictor of falls: Fact or artefact. *Age and Ageing* 41 (3), 404-408.
- de Souto Barreto, P., Rolland, Y., Vellas, B. & Maltais, M. 2019. Association of long-term exercise training with risk of falls, fractures, hospitalizations, and mortality in older

- adults: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Internal Medicine* 179 (3), 394-405.
- de Vries, M., Seppälä, L. J., Daams, J. G., Van De Glind, E., Masud, T. & Van Der Velde, N. 2018. Fall-risk-increasing drugs: A systematic review and meta-analysis: I. Cardiovascular drugs. *Journal of the American Medical Directors Association* 19, 371.e1–371.e9. doi:10.1016/j.jamda.2017.12.013.
- Dhalwani, N. N., Fahami, R., Sathanapally, H., Seidu, S., Davies, M. J. & Khunti, K. 2017. Association between polypharmacy and falls in older adults: A longitudinal study from England. *BMJ Open* 7, e016358. doi:10.1136/bmjopen-2017-016358.
- Diamond, A. 2013. Executive functions. *Annual Review of Psychology* 64, 135-168.
- DiPietro, L., Campbell, W. W., Buchner, D. M., Erickson, K. I., Powell, K. E., Bloodgood, B., Hughes, T., Day, K. R., Piercy, K. L., Vaux-Bjerke, A. & Olson, R. D. 2019. Physical activity, injurious falls, and physical function in aging: An umbrella review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 51 (6), 1303-1313.
- Donaldson, M. G., Sobolev, B., Cook, W. L., Janssen, P. A. & Khan, K. M. 2008. Analysis of recurrent events: a systematic review of randomised controlled trials of interventions to prevent falls. *Age and Ageing* 38, 151–155.
- Eggenberger, P., Theill, N., Holenstein, S., Schumacher, V. & de Bruin, E. D. 2015. Multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training to enhance dual-task walking of older adults: A secondary analysis of a 6-month randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Clinical Interventions in Aging* 10, 1711–1732.
- Ek, S., Rizzuto, D., Fratiglioni, L., Johnell, K., Xu, W. & Welmer, A-K. 2018. Risk profiles for injurious falls in people over 60: A population-based cohort study. *The Journals of Gerontology: Series A* 73 (2), 233–239.
- El-Khoury, F., Cassou, B., Charles, M. A., & Dargent-Molina, P. 2013. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 347, f6234. doi:10.1136/bmj.f6234.
- Etnier, J. L. & Chang, Y. 2009. The effect of physical activity on executive function: A brief commentary on definitions, measurement issues, and the current state of the literature. *Journal of Sport & Exercise Psychology* 31 (4), 469-483.

- Fasano, A., Plotnik, M., Bove, F. & Berardelli, A. 2012. The neurobiology of falls. *Neurological Sciences* 33 (6), 1215-1223.
- Fielding, R. A., Rejeski, W. J., Blair, S., Church, T., Espeland, M. A., Gill, T. M., Guralnik, J. M., Hsu, F-C., Katula, J., King, A. C., Kritchevsky, S. B., McDermott, M. M., Miller, M. E., Nayfield, S., Newman, A. B., Williamson, J. D., Bonds, D., Romashkan, S., Hadley, E. & Pahor, M. 2011. The lifestyle interventions and independence for elders study: Design and methods. *The Journals of Gerontology: Series A* 66 (11), 1226–1237.
- Finnegan, S., Seers, K. & Bruce, J. 2019. Long-term follow-up of exercise interventions aimed at preventing falls in older people living in the community: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy* 105 (2), 187-199.
- 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.
- Fraser, S. A., Li, K. Z-H., Berryman, N., Desjardins-Crépeau, L., Lussier, M., Vadaga, K., Lehr, L., Minh Vu, T. T., Bosquet, L. & Bherer, L. 2017. Does combined physical and cognitive training improve dual-task balance and gait outcomes in sedentary older adults? *Frontiers in Human Neuroscience* 10. doi:10.3389/fnhum.2016.00688.
- Funahashi, S. 2001. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience Research* 39 (2), 147-165.
- Funahashi, S. & Andreau, J. M. 2013. Prefrontal cortex and neural mechanisms of executive function. *Journal of Physiology* 107 (6), 471-482.
- Gale, C. R., Cooper, C. & Aihie Sayer, A. 2016. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: The English longitudinal study of ageing. *Age and Ageing* 45, 789–794.
- Gale, C. R., Westbury, L. D., Cooper, C. & Dennison, E. M. 2018. Risk factors for incident falls in older men and women: The English longitudinal study of ageing. *BMC Geriatrics* 18 (117). doi:10.1186/s12877-018-0806-3.
- Ganz, D. A., Higashi, T. & Rubenstein, L. Z. 2005. Monitoring falls in cohort studies of community-dwelling older people: Effect of the recall interval. *Journal of the American Geriatrics Society* 53, 2190–2194.

- Ganz, D. A. & Latham, N. K. 2020. Prevention of falls in community-dwelling older adults. *New England Journal of Medicine* 382 (8), 734-743.
- García-Hermoso, A., Ramirez-Vélez, R., Sáez de Asteasu, M. L., Martínez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Valenzuela, P. L., Lucia, A. & Izquierdo, M. 2020. Safety and effectiveness of long-term exercise interventions in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine (Auckland)* 50 (6), 1095-1106.
- Gates, N. J., Rutjes, A. W., Di Nisio, M., Karim, S., Chong, L-Y., March, E., Martínez, G. & Vernooij, R. W. 2020. Computerised cognitive training for 12 or more weeks for maintaining cognitive function in cognitively healthy people in late life. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2. doi:10.1002/14651858.cd012277.pub3.
- Gavelin, H. M., Dong, C., Minkov, R., Bahar-Fuchs, A., Ellis, K. A., Lautenschlager, N. T., Mellow, M. L., Wade, A. T., Smith, A. E., Finke, C., Krohn, S. & Lampit, A. 2021. Combined physical and cognitive training for older adults with and without cognitive impairment: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Ageing Research Reviews* 66, 101232. doi:10.1016/j.arr.2020.101232.
- Gilbert, S. J. & Burgess, P. W. 2008. Executive function. *Current Biology* 18 (3), 110-114.
- Graf, P., Uttl, B. & Tuokko, H. 1995. Color- and picture-word Stroop tests: Performance changes in old age. *Journal of clinical and experimental Neuropsychology* 17 (3), 390-415.
- Guo, W., Zang, M., Klich, S., Kawczyński, A., Smoter, M. & Wang, B. 2020. Effect of combined physical and cognitive interventions on executive functions in older adults: A meta-analysis of outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (17), 6166. doi:10.3390/ijerph17176166.
- 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. *Journal of Gerontology* 49 (2), M85-94.
- Haagsma, J. A., Olij, B. F., Majdan, M., Van Beeck, E. F., Vos, T., Castle, C. D., Dingels, Z. V., Fox, J. T., Hamilton, E. B., Liu, Z., Roberts, N. L. S., Sylte, D. O., Aremu, O., Bärnighausen, T. W., Borzi, A. M., Briggs, A. M., Carrero, J. J., Cooper, C., El-Khatib, Z., Ellingsen, C. L., Fereshtehnejad, S-M., Filip, I., Fischer, F., Haro, J. M.,

- Jonas, J. B., Kiadaliri, A. A., Koyanagi, A., Lunevicius, R., Meretoja, T. J., Mohammed, S., Pathak, A., Radfar, A., Rawaf, S., Rawaf, D. L., Riera, L. S., Shiue, I., Vasankari, T. J., James, S. L. & Polinder, S. 2019. Falls in older aged adults in 22 European countries: Incidence, mortality and burden of disease from 1990 to 2017. *BMJ Injury Prevention* 26, i67-i74. doi:10.1136/injuryprev-2019-043347.
- Hamasaki, A., Akazawa, N., Yoshikawa, T., Myoenzono, K., Tagawa, K. & Maeda, S. 2018. Age-Related declines in executive function and cerebral oxygenation hemodynamics. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine* 245, 245–250.
- Harada, C. N., Natelson Love, M. C. & Triebel, K. L. 2013. Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine* 29 (4), 737–752.
- Hartholt, K. A., Van Beeck, E. F., Polinder, S., Van Der Velde, N., Van Lieshout, E. M. M., Panneman, M. J. M., Van Der Cammen, T. J. M. & Patka, P. 2011. Societal consequences of falls in the older population: Injuries, healthcare costs, and long-term reduced quality of life. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care* 71, 748–753.
- Hauer, K., Lamb, S. E., Jorstad, E. C., Todd, C. & Becker, C. 2006. Systematic review of definitions and methods of measuring falls in randomised controlled fall prevention trials. *Age and Ageing* 35 (1), 5-10.
- Hedman, A-M. R., Fonad, E. & Sandmark, H. 2013. Older people living at home: Associations between falls and health complaints in men and women. *Journal of Clinical Nursing* 22, 2945–2952.
- Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., Schweiger, A., Hausdorff, J. M. 2010. Executive control deficits as a prodrome to falls in healthy older adults: A prospective study linking thinking, walking, and falling. *Journals of Gerontology: Series A* 65A (10), 1086–1092.
- Holtzer, R., Friedman, R., Lipton, R.B., Katz, M., Xue, X. & Verghese, J. 2007. The relationship between specific cognitive functions and falls in aging. *Neuropsychology* 21 (5), 540–548.
- Hopewell, S., Copsey, B., Nicolson, P., Adedire, B., Boniface, G. & Lamb, S. 2019. Multifactorial interventions for preventing falls in older people living in the community: A systematic review and meta-analysis of 41 trials and almost 20 000 participants. *British Journal of Sports Medicine* 54 (22), 1340-1350.

- Hsu, C. L., Nagamatsu, L. S., Davis, J. C. & Liu-Ambrose, T. 2012. Examining the relationship between specific cognitive processes and falls risk in older adults: A systematic review. *Osteoporosis International* 23, 2409-2424.
- Huang, Z. G., Feng, Y. H., Li, Y. H. & Lv, C. S. 2017. Systematic review and meta-analysis: Tai Chi for preventing falls in older adults. *BMJ Open* 7 (2), e013661. doi:10.1136/bmjopen-2016-013661.
- James, S. L., Abate, D., Abate, K. H. & GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. 2018. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet* 392, 1789–1858.
- Jehu, D. A., Paquet, N. & Lajoie, Y. 2017. Balance and mobility training with or without concurrent cognitive training improves the timed up and go (TUG), TUG cognitive, and TUG manual in healthy older adults: An exploratory study. *Aging Clinical and Experimental Research* 29, 711–720.
- Jehu, D. A., Davis, J. C., Falck, R. S., Bennett, K. J., Tai, D., Souza, M. F., Cavalcante, B. R., Zhao, M. & Liu-Ambrose, T. 2020. Risk factors for recurrent falls in older adults: A systematic review with meta-analysis. *Maturitas* 144, 23-28.
- Kang, C., Lee, G. J., Yi, D., McPherson, S., Rogers, S., Tingus, K. & Lu, P. H. 2013. Normative data for healthy older adults and an abbreviated version of the Stroop test. *The Clinical Neuropsychologist* 27 (2), 276–289.
- Kannus, P., Sievänen, H., Palvanen, M., Järvinen, T. & Parkkari, J. 2005. Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *The Lancet* 366, 1885-1893.
- Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rast, P., Hofer, S. M., Iverson, G. L. & Garcia-Barrera, M. A. 2018. The unity and diversity of executive functions: A systematic review and re-analysis of latent variable studies. *Psychological Bulletin* 144 (11), 1147-1185.
- 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.
- Kelsey, J. L., Berry, S. D., Procter-Gray, E., Quach, L., Nguyen, U-S., Li, W., Kiel, D. P., Lipsitz, L. A. & Hannan, M. T. 2010. Indoor and outdoor falls in older adults are

- different: The maintenance of balance, independent living, intellect, and zest in the Elderly of Boston Study. *Journal of the American Geriatrics Society* 58 (11), 2135–2141.
- Kelsey, J. L., Procter-Gray, E., Berry, S. D., Hannan, M. T., Kiel, D. P., Lipsitz, L. A., Li, W. 2012a. Re-evaluating the implications of recurrent falls in older adults: Location changes the inference. *Journal of the American Geriatrics Society* 60 (3), 517–524.
- Kelsey, J. L., Procter-Gray, E., Hannan, M. T. & Li, W. 2012b. Heterogeneity of falls among older adults: Implications for public health prevention. *American Journal of Public Health* 102 (11), 2149-2156.
- Kurlowicz, L. & Greenberg, S. 2007. The Geriatric Depression Scale (GDS). *American Journal of Nursing* 107 (10), 67-68.
- Kvelde, T., Lord, S. R., Close, J. C. T., Reppermund, S., Kochan, N. A., Sachdev, P., Brodaty, H. & Delbaere, K. 2015. Depressive symptoms increase fall risk in older people, independent of antidepressant use, and reduced executive and physical functioning. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 60, 190–195.
- Kwan, E. & Straus, S. E. 2014. Assessment and management of falls in older people. *Canadian Medical Association Journal* 186 (16), E610-E621. doi:10.1503/cmaj.131330.
- Lamb, S. E., Jørstad-Stein, E. C., Hauer, K. & Becker, C. 2005. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: The prevention of falls network Europe consensus. *Journal of the American Geriatrics Society* 53 (9), 1618-1622.
- Lampit, A., Hallock, H. & Valenzuela, M. 2014. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLOS Medicine* 11 (11), e1001756. doi:10.1371/journal.pmed.1001756.
- Liikunta. 2016. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 17.5.2021. www.kaypahoito.fi.
- Lipardo, D. S. & Tsang, W. W. 2020. Effects of combined physical and cognitive training on fall prevention and risk reduction in older persons with mild cognitive impairment: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation* 34 (6), 773–782.
- Lipnicki, D. M., Crawford, J. D., Dutta, R., Thalamuthu, A., Kochan, N. A., Andrews, G., Lima-Costa, M. F., Castro-Costa, E., Brayne, C., Matthews, F. E., Stephan, B. C. M.,

- Lipton, R. B., Katz, M. J., Ritchie, K., Scali, J., Ancelin, M-L., Scarmeas, N., Yannakouli, M., Dardiotis, E., Lam, L. C. W., Wong, C. H. Y., Fung, A. W. T., Guaita, A., Vaccaro, R., Davin, A., Kim, K. W., Han, J. W., Kim, T. H., Anstey, K. J., Cherbuin, N., Butterworth, P., Sczufca, M., Kumagai, S., Chen, S., Narazaki, K., Ng, T. P., Gao, Q., Reppermund, S., Brodaty, H., Lobo, A., Lopez-Anton, R., Santabábara, J. & Sachdev, P. S. 2017. Age-related cognitive decline and associations with sex, education and apolipoprotein E genotype across ethnocultural groups and geographic regions: A collaborative cohort study. *PLOS Medicine* 14, e1002261. doi:10.1371/journal.pmed.1002261.
- Liu-Ambrose, T., Davis, J. C., Best, J. R., Dian, L., Madden, K., Cook, W., Hsu, C. L. & Khan, K. M. 2019. Effect of a home-based exercise program on subsequent falls among community-dwelling high-risk older adults after a fall: A randomized clinical trial. *The Journal of the American Medical Association* 321 (21), 2092-2100.
- Llinàs-Reglà, J., Vilalta-Franch, J., López-Pousa, S., Calvó-Perxas, L., Torrents Rodas, D. & Garre-Olmo, J. 2017. The Trail Making Test: Association with other neuropsychological measures and normative values for adults aged 55 years and older from a spanish-speaking population-based sample. *Assessment* 24 (2), 183–196.
- Lusardi, M. M., Fritz, S., Middleton, A., Allison, L., Wingood, M., Phillips, E., Criss, M., Verma, S., Osborne, J. & Chui, K. K. 2017. Determining risk of falls in community dwelling older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 40 (1), 1–36.
- Mackenzie, L., Byles, J. & D'Este, C. 2006. Validation of self-reported fall events in intervention studies. *Clinical Rehabilitation* 20 (4), 331-339.
- Makino, K., Makizako, H., Doi, T., Tsutsumimoto, K., Hotta, R., Nakakubo, S., Suzuki, T. & Shimada, H. 2018. Impact of fear of falling and fall history on disability incidence among older adults: Prospective cohort study. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 33, 658–662.
- Marusic, U., Verghese, J. & Mahoney, J. R. 2018. Cognitive-based interventions to improve mobility: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association* 19 (6), 484–491.
- McAlister, C. & Schmitter-Edgecombe, M. 2016. Executive function subcomponents and their relations to everyday functioning in healthy older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 38, 925–940.

- Milat, A. J., Watson, W. L., Monger, C., Barr, M., Giffin, M. & Reid, M. 2011. Prevalence, circumstances and consequences of falls among community-dwelling older people: Results of the 2009 NSW falls prevention baseline survey. *N S W Public Health Bulletin* 22 (4), 43-48.
- Ming, Y. & Zecevic, A. 2018. Medications & polypharmacy influence on recurrent fallers in community: A systematic review. *Canadian Geriatrics Journal* 21 (1), 14–25.
- 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., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & Wager, T. D. 2000. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology* 41, 49–100.
- Miyake, A. & Friedman, N. P. 2012. The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science: A Journal of the American Psychological Society* 21 (1), 8-14.
- Mol, A., Bui Hoang, P. T. S., Sharmin, S., Reijnierse, E. M., van Wezel, R. J. A., Meskers, C. G. M. & Maier, A. B. 2019. Orthostatic hypotension and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association* 20, 589–597.
- Montero-Odasso, M., Muir, S. W. & Speechley, M. 2012. Dual-task complexity affects gait in people with mild cognitive impairment: The interplay between gait variability, dual tasking, and risk of falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 93 (2), 293-299.
- Mowszowski, L., Lampit, A., Walton, C. C. & Naismith, S. L. 2016. Strategy-based cognitive training for improving executive functions in older adults: A systematic review. *Neuropsychology Review* 26, 252–270.
- 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.

- Ngandu, T., Lehtisalo, J., Solomon, A., Levälähti, E., Ahtiluoto, S., Antikainen, R., Bäckman, L., Hänninen, T., Jula, A., Laatikainen, T., Lindström, J., Mangialasche, F., Paajanen, T., Pajala, S., Peltonen, M., Rauramaa, R., Stigsdotter-Neely, A., Strandberg, T., Tuomilehto, J., Soininen, H. & Kivipelto, M. 2015. A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): A randomised controlled trial. *The Lancet* 385, 2255–2263.
- Nguyen, L., Murphy, K. & Andrews, G. 2019. Immediate and long-term efficacy of executive functions cognitive training in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin* 145 (7), 698–733.
- Nyman, S. R. & Victor, C. R. 2012. Older people's participation in and engagement with falls prevention interventions in community settings: An augment to the Cochrane systematic review. *Age and Ageing* 41, 16–23.
- Näkövammaisten liitto. 2020. Näkeminen. Viitattu 5.3.2021. <https://www.nkl.fi/fi/nakeminen>.
- Palvanen, M., Kannus, P., Piirtola, M., Niemi, S., Parkkari, J. & Järvinen, M. 2014. Effectiveness of the Chaos Falls Clinic in preventing falls and injuries of home-dwelling older adults: A randomised controlled trial. *Injury* 45 (1), 265-271.
- Patil, R. 2015. Exercise in older women: Effects on falls, function, fear of falling and finances. University of Tampere. *Acta Electronica Universitatis Tampereensis* 1592.
- Peeters, G., Feeney, J., Carey, D., Kennelly, S. & Kenny, R. A. 2019. Fear of falling: A manifestation of executive dysfunction? *International Journal of Geriatric Psychiatry* 34, 1275–1282.
- Peng, H., Tien, C., Lin, P., Peng, H. & Song, C. 2020. Novel mat exergaming to improve the physical performance, cognitive function, and dual-task walking and decrease the fall risk of community-dwelling older adults. *Frontiers in Psychology* 11, 1620. doi:10.3389/fpsyg.2020.01620.
- Periáñez, J. A., Lubrini, G., García-Gutiérrez, A. & Ríos-Lago, M. 2021. Construct validity of the Stroop Color-Word Test: Influence of speed of visual search, verbal fluency, working memory, cognitive flexibility, and conflict monitoring. *Archives of Clinical Neuropsychology* 36, 99–111.
- Phirom, K., Kamnardsiri, T. & Sungkarat, S. 2020. Beneficial effects of interactive physical-cognitive game-based training on fall risk and cognitive performance of older adults.

- International Journal of Environmental Research and Public Health 17 (17), 6079. doi:10.3390/ijerph17176079.
- Piau, A., Mattek, N., Duncan, C., Sharma, N., Riley, T. & Kaye, J. 2019. The five w's of falls: Weekly online health survey of community-dwelling older adults: Analysis of 4 years prospective follow-up. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences* 75 (5), 946-951.
- Pichierri, G., Wolf, P., Murer, K. & De Bruin, E. D. 2011. Cognitive and cognitive-motor interventions affecting physical functioning: A systematic review. *BMC Geriatrics* 11 (29). doi:10.1186/1471-2318-11-29.
- Pierrie, S. N., Wally, M. K., Churchill, C., Patt, J. C., Seymour, R. B. & Karunakar, M. A. 2019. Pre-hip fracture falls: A missed opportunity for intervention. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation* 10, 1-5. doi:10.1177/2151459319856230.
- Poranen-Clark, T. 2018. Relationship between cognitive performance and mobility over the life course. University of Jyväskylä. JYU Dissertations 14.
- Portegijs, E., Kallinen, M., Rantanen, T., Heinonen, A., Sihvonen, S., Alen, M., Kiviranta, I. & Sipilä, S. 2008. Effects of resistance training on lower-extremity impairments in older people with hip fracture. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89, 1667–1674.
- Rey-Mermet, A. & Gade, M. 2018. Inhibition in aging: What is preserved? What declines? A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review* 25, 1695–1716.
- Ricci, F., De Caterina, R. & Fedorowski, A. 2015. Orthostatic hypotension: Epidemiology, prognosis, and treatment. *Journal of the American College of Cardiology* 66 (7), 848–860.
- Rodríguez-Aranda, C. & Sundet, K. 2006. The frontal hypothesis of cognitive aging: Factor structure and age effects on four frontal tests among healthy individuals. *The Journal of Genetic Psychology* 167 (3), 269–287.
- Robertson, M. C., Campbell, A. J. & Herbison, P. 2005. Statistical analysis of efficacy in falls prevention trials. *The Journals of Gerontology: Series A* 60 (4), 530–534.
- Robertson, M. C. & Gillespie, L. D. 2013. Fall prevention in community-dwelling older adults. *The Journal of the American Medical Association* 309 (13), 1406-1407.
- Romli, M. H., Mackenzie, L., Tan, P. J., Chiew, R. O., Tan, S. H. & Tan, M. P. 2021. Comparison of retrospective and prospective falls reporting among community-

- dwelling older people: Findings from two cohort studies. *Frontiers in Public Health* 9. doi:10.3389/fpubh.2021.612663.
- Rubenstein, L. Z. 2006. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing* 35 (2), 37-41.
- Saari, P., Heikkinen, E., Sakari-Rantala, R. & Rantanen, T. 2007. Fall-related injuries among initially 75- and 80-year old people during a 10-year follow-up. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 45, 207–215.
- Sanders, K. M., Lim, K., Stuart, A. L., Macleod, A., Scott, D., Nicholson, G. C. & Busija, L. 2017. Diversity in fall characteristics hampers effective prevention: The precipitants, the environment, the fall and the injury. *Osteoporosis International* 28, 3005–3015.
- Scarpina, F. & Tagini, S. 2017. The Stroop Color and Word Test. *Frontiers in Psychology* 8, 557. doi:10.3389/fpsyg.2017.00557.
- Schoene, D., Valenzuela, T., Lord, S. R. & de Bruin, E. D. 2014. The effect of interactive cognitive-motor training in reducing fall risk in older people: A systematic review. *BMC Geriatrics* 14 (1), 107. doi:10.1186/1471-2318-14-107.
- Schwenk, M., Lauenroth, A., Stock, C., Moreno, R. R., Oster, P., McHugh, G., Todd, C. & Hauer, K. 2012. Definitions and methods of measuring and reporting on injurious falls in randomised controlled fall prevention trials: A systematic review. *BMC Medical Research Methodology* 12 (1), 50. doi:10.1186/1471-2288-12-50.
- Segev-Jacobovski, O., Herman, T., Yogev-Seligmann, G., Mirelman, A., Giladi, N. & Hausdorff, J. M. 2011. The interplay between gait, falls and cognition: Can cognitive therapy reduce fall risk? *Expert Review of Neurotherapeutics* 11 (7), 1057-1075.
- Seppälä, L. J., van de Glind, E. M. M., Daams, J. G., Ploegmakers, K. J., de Vries, M., Wermelink, A. M. A. T., van der Velde, N. & EUGMS Task and Finish Group on Fall-Risk-Increasing Drugs. 2018. Fall-risk-increasing drugs: A systematic review and meta-analysis: III. Others. *Journal of the American Medical Directors Association* 19 (4), 372.e1-372.e8. doi:10.1016/j.jamda.2017.12.099.
- Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S. & Lamb, S. E. 2019. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Library* 2019 (1), CD012424. doi:10.1002/14651858.cd012424.pub2.

- Sherrington, C., Fairhall, N., Kwok, W., Wallbank, G., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Ng, C. A. C. M. & Bauman, A. 2020. Evidence on physical activity and falls prevention for people aged 65+ years: Systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 17. doi:10.1186/s12966-020-01041-3.
- Sievänen, H., Karinkanta, S., Tokola, K., Pajala, S., Vasankari, T. & Kaikkonen, R. 2014. Iäkkäiden toimintakyky, liikkuminen ja kaatumiset Suomessa 2013 –ATH-tutkimuksen tuloksia. Terveysten- ja hyvinvoinnin laitos, Tutkimuksesta tiiviisti 7/2014.
- Singh, D. K. A., Shahar, S., Vanoh, D., Kamaruzzaman, S. B. & Tan, M. P. 2019. Diabetes, arthritis, urinary incontinence, poor self-rated health, higher body mass index and lower handgrip strength are associated with falls among community-dwelling middle-aged and older adults: Pooled analyses from two cross-sectional Malaysian datasets. *Geriatrics & Gerontology International* 19, 798–803.
- Sipilä, S., Tirkkonen, A., Hänninen, T., Laukkanen, P., Alen, M., Fielding, R. A., Kivipelto, M., Kokko, K., Kulmala, J., Rantanen, T., Sihvonen, S.E., Sillanpää, E., Stigsdotter-Neely, A. & Törmäkangas, T. 2018. Promoting safe walking among older people: The effects of a physical and cognitive training intervention vs. physical training alone on mobility and falls among older community-dwelling men and women (the PASSWORD study): Design and methods of a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics* 18 (1), 215. doi:10.1186/s12877-018-0906-0.
- Sipilä, S., Tirkkonen, A., Savikangas, T., Hänninen, T., Laukkanen, P., Alen, M., Fielding, R. A., Kivipelto, M., Kulmala, J., Rantanen, T., Sihvonen, S.E., Sillanpää, E., Stigsdotter Neely, A. & Törmäkangas, T. 2021. Effects of physical and cognitive training on gait speed and cognition in older adults: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. doi:10.1111/sms.13960.
- Skelton, D., Dinan, S., Campbell, M. & Rutherford, O. 2005. Tailored group exercise (falls management exercise — FaME) reduces falls in community-dwelling older frequent fallers (an RCT). *Age and Ageing* 34 (6), 636-639.
- Smith-Ray, R. L., Hughes, S. L., Prohaska, T. R., Little, D. M., Jurivich, D. A. & Hedeker, D. 2013. Impact of cognitive training on balance and gait in older adults. *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 70 (3), 357–366.

- Soares, W. J. S., Lopes, A. D., Nogueira, E., Candido, V., Moraes, S. A. & Perracini, M. R. 2019. Physical activity level and risk of falling in community-dwelling older adults: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Aging and Physical Activity* 27 (1), 1-43.
- Sousa, L. M. M., Marques-Vieira, C. M. A., Caldevilla, M. N. G. N. D., Henriques, C. M. A. D., Severino, S. S. P. & Caldeira, S. M. A. 2016. Risk for falls among community-dwelling older people: Systematic literature review. *Revista Gaúcha de Enfermagem* 37 (4), e55030. doi:10.1590/1983-1447.2016.04.55030.
- Stevens, J. A., Corso, P. S., Finkelstein, E. A. & Miller, T. R. 2006. The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Injury Prevention* 12 (5), 290-295.
- Strauss, G. P., Allen, D.N., Jorgensen, M. L. & Cramer, S. L. 2005. Test-retest reliability of standard and emotional Stroop tasks. *Assessment* 12, 330–337.
- Taylor, M. E., Boripuntakul, S., Toson, B., Close, J. C. T., Lord, S. R., Kochan, N. A., Sachdev, P. S., Brodaty, H. & Delbaere, K. 2019. The role of cognitive function and physical activity in physical decline in older adults across the cognitive spectrum. *Aging & Mental Health* 23 (7), 863-871.
- ten Brinke, L. F., Best, J. R., Chan, J. L. C., Ghag, C., Erickson, K. I., Handy, T. C. & Liu-Ambrose, T. 2019. The effects of computerized cognitive training with and without physical exercise on cognitive function in older adults: An 8-week randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology: Series A* 75 (4), 755–763.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). 2019. Toimintakyky. Viitattu 22.11.2020. <https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/mita-toimintakyky-on>.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). 2020. PERFECT - Hoitoketjun toimivuus, vaikuttavuus ja kustannukset. Viitattu 28.12.2020. <https://thl.fi/fi/tutkimus-ja-kehittaminen/tutkimukset-ja-hankkeet/perfect>.
- Tiernan, C., Lysack, C., Neufeld, S., Goldberg, A. & Lichtenberg, P. A. 2014. Falls efficacy and self-rated health in older African American adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 58, 88–94.
- Tinetti, M. E., Speechley, M. & Ginter, S. 1988. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine* 319 (26), 1701- 1707.
- Tinetti, M. E. & Williams, C. S. 1997. Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home. *New England Journal of Medicine* 337 (18), 1279-1284.

- Tinetti, M. E. & Williams, C. S. 1998. The effect of falls and fall injuries on functioning in community-dwelling older persons. *Journal of Gerontology* 53A (2), M112-M119.
- Tinetti, M. E., & Kumar, C. 2010. The patient who falls: “It’s Always a Trade-off”. *JAMA* 303 (3), 258–266. doi:10.1001/jama.2009.2024.
- TOIMIA-tietokanta. 2014. SPPB, Lyhyt fyysisen suorituskyvyn testistö. Viitattu 2.2.2021. <https://www-terveysportti-fi.ezproxy.jyu.fi/dtk/tmi/koti>.
- TOIMIA-tietokanta. 2011. Mini Mental State -asteikko. Viitattu 2.2.2021. <https://www-terveysportti-fi.ezproxy.jyu.fi/dtk/tmi/koti>.
- Tricco, A. C., Thomas, S. M., Veroniki, A. A., Hamid, J. S., Cogo, E., Striffler, L., Khan, P. A., Robson, R., Sibley, K. M., Macdonald, H., Riva, J. J., Thavorn, K., Wilson, C., Holroyd-Leduc, J., Kerr, G. D., Feldman, F., Majumdar, S. R., Jaglal, S. B., Hui, W. & Straus, S. E. 2017. Comparisons of interventions for preventing falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of the American Medical Association* 318 (17), 1687-1699.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012. Helsinki.
- Tuulio-Henriksson, A. 2011. Kognitiivisen toimintakyvyn arviointi väestötutkimuksissa. TOIMIA-suositus. Viitattu 4.11.2020. <https://www.julkari.fi/handle/10024/132197>.
- Uusi-Rasi, K., Patil, R., Karinkanta, S., Kannus, P., Tokola, K., Lamberg-Allardt, C. & Sievänen, H. 2015. Exercise and vitamin D in fall prevention among older women. *JAMA Internal Medicine* 175 (5), 703-711.
- van het Reve, E. & de Bruin, E. D. 2014. Strength-balance supplemented with computerized cognitive training to improve dual task gait and divided attention in older adults: A multicenter randomized-controlled trial. *BMC Geriatrics* 14 (134). doi:10.1186/1471-2318-14-134.
- Verghese, J., Mahoney, J., Ambrose, A. F., Wang, C. & Holtzer, R. 2010. Effect of cognitive remediation on gait in sedentary seniors. *The Journals of Gerontology: Series A*: 65A (12), 1338–1343.
- Vieira, E. R., Palmer, R. C. & Chaves, P. H. 2016. Prevention of falls in older people living in the community. *BMJ* 353 (28), i1419. doi:10.1136/bmj.i1419.

- Walton, C. C., Mowszowski, L., Lewis, S. J. G. & Naismith, S. L. 2014. Stuck in the mud: Time for change in the implementation of cognitive training research in ageing? *Frontiers in Aging Neuroscience* 6 (43). doi:10.3389/fnagi.2014.00043.
- Wang, Q., Jiang, X., Shen, Y., Yao, P., Chen, J., Zhou, Y., Gu, Y., Qian, Z. & Cao, X. 2020. Effectiveness of exercise intervention on fall-related fractures in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Geriatrics* 20 (1). doi:10.1186/s12877-020-01721-6.
- Wecker, N. S., Kramer, J. H., Wisniewski, A., Delis, D. C. & Kaplan E. 2000. Age effects on executive ability. *Neuropsychology* 14 (3), 409-414.
- Wecker, N. S., Kramer, J. H., Hallam, B. J. & Delis, D. C. 2005. Mental flexibility: Age effects on switching. *Neuropsychology* 19 (3), 345-352.
- 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: Medical Sciences* 72 (5), 669–675.
- World Health Organization (WHO). 2018. Falls. Viitattu 27.10.2020. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>.
- Xiong, J., Ye, M., Wang, L. & Zheng, G. 2021. Effects of physical exercise on executive function in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Nursing Studies* 114, 103810. doi:10.1016/j.ijnurstu.2020.103810.
- 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 and Ageing* 34, 614–619.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M. & Leirer, V. O. 1983. Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research* 17 (1), 37-49.
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M. & Giladi, N. 2008. The role of executive function and attention in gait. *Movement Disorders* 23 (3), 329-342.
- Zaninotto, P., Batty, G. D., Allerhand, M. & Deary, I. J. 2018. Cognitive function trajectories and their determinants in older people: 8 years of follow-up in the English Longitudinal Study of Ageing. *Journal of Epidemiology and Community Health* 72, 685–694.

- Zhang, C., Dong, X., Ding, M., Chen, X., Shan, X., Ouyang, H. & Tao, Q. 2020. Executive control, alerting, updating, and falls in cognitively healthy older adults. *Gerontology* 66, 494–505.
- Zhu, X., Yin, S., Lang, M., He, R. & Li, J. 2016. The more the better? A meta-analysis on effects of combined cognitive and physical intervention on cognition in healthy older adults. *Ageing Research Reviews* 31, 67–79.