

TASAPAINO, SEN MUUTOKSET JA KUOLLEISUUS 75–90- VUOTIAILLA JYVÄSKYLÄLÄISILLÄ

Haavisto Päivi

Gerontologian ja kansan-
terveyden pro gradu –tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Terveystieteiden laitos
Kevät 2002

TIIVISTELMÄ

Haavisto, Päivi

TASAPAINO, SEN MUUTOKSET JA KUOLLEISUUS 75–90-VUOTIAILLA JYVÄSKYLÄLÄISILLÄ.

Jyväskylän yliopisto, Terveystieteiden laitos, kevät 2002

Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu –tutkielma

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Ikivihreät-aineistoon kuuluvien henkilöiden tasapainon muutosta kymmenen vuoden seurantajakson aikana ja verrata kahden kohortin asennonhallintakykyä 80–85-ikävuoden välillä. Tavoitteena oli myös tutkia ennustavako asennonhallinta-arvot kuolleisuutta. Vuonna 1989 ensimmäisen kohortin tutkittavat olivat 75-vuotiaita osallistuessaan alkumittauksiin. Alkumittauksiin osallistui 140 naista ja 81 miestä. Kymmenvuotisseurantaan heistä otti osaa 64 naista ja 30 miestä. Toisen kohortin tutkittavat olivat vuoden 1990 alkumittauksissa 80-vuotiaita. Heistä tasapainon alkumittauksiin osallistui 144 naista ja 57 miestä, joista 26 naista ja 6 miestä otti osaa kymmenvuotisseurantaan. Seisomatasapainoa tutkittiin voimalevymittauksin, jotka muodostuivat kolmesta tasapainotestistä.

Asennonhallintakyvyssä tapahtuneita muutoksia kartoitettiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Kaplan-Meierin elinaika-analyysiä ja Coxin regressioanalyysiä käytettiin analysoitaessa alkumittauksen asennonhallinta-arvojen suhdetta kuoleman riskiin. Jalat vierekkäin, silmät auki ja silmät kiinni –testeissä tasapaino heikkeni ensimmäisen viiden seurantavuoden aikana, mutta huojunta väheni jälkimmäisen viiden seurantavuoden aikana. 80–85-ikävuoden välillä tasapaino-arvot paranivat ensimmäisessä kohortissa, mutta toisessa kohortissa muutoksen suunta oli päinvastainen. Miehillä tasapaino oli naisia heikompi jalat vierekkäin, silmät auki ja silmät kiinni -testeissä. Ensimmäisessä kohortissa heikkoja asennonhallinnan alkumittausarvoja saaneilla oli suurempi riski kuolla kuin hyviä asennonhallinta-arvoja saaneilla. Toisen kohortin asennonhallinta-arvot ennustivat heikosti kuolleisuutta.

Avainsanat: tasapaino, kuolleisuus, seurantatutkimus, Iki vihreät-projekti

ABSTRACT

Haavisto, Päivi

POSTURAL BALANCE, ITS DEVELOPMENT AND ASSOCIATION WITH MORTALITY AMONG 75–90-YEAR-OLD WOMEN AND MEN LIVING IN JYVÄSKYLÄ

University of Jyväskylä, Sports and Health Sciences, Spring 2002
Master's Thesis of Gerontology

The purpose of the study was to analyse the change in postural balance during a ten-year follow-up among persons aged 75 and 80 years at the beginning of the follow-up, differences between two birth cohorts in the change in postural balance between ages 80 and 85 and association between performance in the baseline balance tests and mortality during the follow-up. The data have been collected in the Evergreen project concerning the health and functional capacity of elderly persons living in Jyväskylä. The baseline data for the first cohort, including 140 women and 81 men, were collected in 1989 when participants were 75 years old. 64 women and 30 men attended the ten-year follow-up examination. For the second cohort, originally 144 women and 57 men, the baseline data collection took place in 1990, at the age of 80, and 26 women and 6 men took part in the follow-up examination ten years later. Postural balance was tested in three test conditions using force platform.

Development in postural balance during follow-up was analysed using analysis of variance for repeated measurements. Kaplan-Meier estimates of survival probability and Cox's proportional hazards model were used in analysing the association of the baseline measurements with mortality. The results of the tests (normal standing with eyes open and eyes closed) showed a significant increase in anteroposterior and mediolateral sway and the mean velocity moment of postural sway during the first five-year follow-up in both cohorts. During the latter five-year follow-up in these tests sway decreased. Between 80 and 85 years of age the performance on the balance tests improved in the first cohort, born in 1914, but deteriorated in second cohort, born in 1910. Women succeeded better than men in the balance tests in normal standing position with eyes open and with eyes closed. In the first cohort, poor performance in the baseline balance tests was associated with increased mortality during the ten-year follow-up. In the second cohort, the corresponding association was weak.

Keywords: balance, mortality, longitudinal study, the Evergreen project

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO

2 ASENNONHALLINTAJÄRJESTELMÄN TOIMINTA	5
2.1 Asennonhallinnan reflektiivinen säätely	5
2.2 Aistijärjestelmän muutokset ja asennonhallinta	6
2.2.1 Visuaalisen informaation merkitys	6
2.2.2 Tasapainoelimen osuus asennonhallinnassa	6
2.2.3 Somatosensoriikka asennonhallinnassa	7
2.3 Lihastoiminnan merkitys asennonhallinnassa	8
3 ASENNONHALLINNAN IKÄÄNTYMISMUUTOKSET	10
3.1 Huojuntamittaukset asennonhallinnan tutkimisessa	10
3.2 Poikkileikkaustutkimuksin saatu kuva ikääntyneiden ihmisten asennonhallinnasta	11
3.3 Pitkittäistutkimustieto ikääntymismuutosten selvittäjänä	14
4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	16
5 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT	17
5.1 Ikivihreät-projekti ja aineiston kuvaus	17
5.2 Tasapainotutkimukset	18
5.3 Tilastolliset menetelmät	20
6 TULOKSET	22
6.1 Antropometrisia taustatietoja	22
6.2 Asennonhallintakyvyn muutokset	24
6.3 Kohorttierot asennonhallintakyvyn muutoksissa 80–85-ikävuoden välillä	31

6.4 Asennonhallinta-arvot kuolleisuuden ennustajana	33
---	----

7 POHDINTA	38
------------	----

LÄHTEET

LIITTEET

LIITE I. Katotiedot Ikivihreät-projektin tutkittavista.

LIITE II. Tasapainomittausten muuttujaluettelo Ikivihreät-projektissa.

LIITE III. Kohorttierot asennonhallinnan muutoksissa 80–85-vuoden välillä Ikivihreät-projektin tutkittavilla.

LIITE IV. Asennonhallinta-arvoihin suhteutetut elinaika-arvot kuolleisuuden ennustajana Ikivihreät-projektin tutkittavilla.

1 JOHDANTO

Tasapainon hallinta, joka on itsenäisen liikkumisen edellytys, takaa ihmiselle kyvyn suorittaa haluamiaan askareita päivittäisessä elämässään (Woollacott 1993). Ikääntymismuutosten ja sairauksien seurauksena asennonhallintakyvyssä tapahtuu lukuisia muutoksia, joiden vaikutuksesta kaatumisen riski lisääntyy. Ikään liittyvien morfologisten muutosten ja sairauksien vaikutusta asennonhallintaan ei osata vielä nykyään erotella. (Lord ym. 1991a.)

Tasapainon kartoitus, käyttäen kehon huojuntaa indikaattorina, on tuottanut kiistanalaisia tuloksia tarkasteltaessa asennonhallintakykyä sukupuolittain. Tutkimusten mukaan naisilla on parempi tasapaino eli he huojuvat miehiä vähemmän asennonhallintatesteissä (mm. Ekdahl ym. 1989, Palovaara ym. 1992, Era ym. 1996b, Era ym. 1997). Joidenkin tutkimusten mukaan miehillä on naisia parempi tasapaino (mm. Overstall ym. 1977) tai sukupuolieroja ei asennonhallintakyvyssä havaita (mm. Maki ym. 1990, Wolfson ym. 1994, Hageman ym. 1995, LaPier ym. 1997). Mitattaessa ihmisten seisomatasapainoa on otettava huomioon antropometristen tekijöiden, kuten pituuden, painon ja lihasvoiman vaikutus (LaPier ym. 1997). Sukupuolierot asennonhallinnan osalta supistuvat, kun tutkittavan pituus valitaan kovariaatiksi (Era ym. 1996b, Era ym. 1997). Tasapainokyvyssä on havaittu myös alueellisia eroja. Kaupungeissa asuvilla ihmisillä on elämäntyyliin liittyvistä tekijöistä johtuen heikompi asennonhallintakyky (Ringsberg ym. 1998). Suurten kaupunkien ihmiset ovat muiden alueiden ihmisiä pidempiä, mikä heikentää heidän tasapainonsa ylläpitomahdollisuuksia (Era ym. 1996b, Era ym. 1997).

Tasapainotestien tulosten epäyhtenäisyys selittynee erilaisten tutkimusotteiden ja -menetelmien sekä asennonhallintakykyä kuvaavien parametrien käytön kirjavuudella. Asennonhallinnan kartoitukseen käytetään lukuisia menetelmiä, joista voimalevy mittaukset ovat laboratorio-oloissa käytetyimpiä. Erilaiset testit mittaavat asennonhallintaa eri tavoin ja saatujen tulosten julkaisemisessakin esiintyy vaihtelua. Tietoa asennonhallintakyvyn ikääntymismuutoksista on saatavilla vähän, koska asiaa on selvitetty vain muutamalla pitkittäistutkimuksella. Tutkimusjoukon valinta perustuu usein vapaaehtoi-

suuteen, mikä lisää tutkimusjoukon valikoituneisuutta ja todennäköisesti vääristää tuloksia sekä vähentää saatujen tulosten vertailukelpoisuutta suhteessa aiempiin tutkimuksiin. Jatkotutkimus on perustelua, koska yksiselitteisiä tuloksia ei ole saatavilla.

Pohjoismaisen NORA-tutkimuksen (Nordic Research of Aging) mukaan tasapainoa sekä siihen liittyvien aistien ja lihasten yhteistoimintaa tutkittaessa oli hyvään tasapainokykyyn yhteydessä tarkka näkö, matala vibraatiotuntokynnys ja hyvä psykomotorinen nopeus sekä isometrinen lihasvoima (Era ym. 1996b). Naisilla hyvään tasapainoon olivat yhteydessä lyhyt kehon pituus ja suuri paino sekä hyvä vartalon isometrinen ojennusvoima ja psykomotorinen nopeus. Miehillä vastaavasti matala vibraatiotuntokynnys alaraajoissa, hyvä isometrinen käden puristusvoima ja lyhyt vartalon pituus liittyivät hyvään tasapainoon. Näiden tekijöiden selitysosuus tasapainon vaihtelusta oli 10–13 %:a yksinkertaisen tasapainotestin aikana, jossa tutkittava seisoi jalat vierekkäin ja silmät auki. Edellä mainituilla tekijöillä kyetään siis selittämään vain murto-osa hyvään tasapainokykyyn vaikuttavista tekijöistä. Tutkimustyöhön on panostettu, koska lisätiedon tarve tasapainoon vaikuttavista tekijöistä on ilmeinen. Varsin mielenkiintoisen tutkimusalueen muodostaa kuolleisuusanalytiikka, jolla pyritään selvittämään seuranta-asetelmalla tasapainoarvojen suhdetta kuolleisuuteen. Kuolleisuustutkimuksen tavoitteena on tunnistaa riskitekijöitä, joihin aikaisella interventiolla, tehokkaalla hoidolla ja kuntoutuksella kyetään vaikuttamaan ja täten lisäämään iäkkäiden henkilöiden elämänlaatua sekä mahdollisesti aktiivisia elinvuosia (Laukkanen ym. 1995).

Asennonhallintakyvyn heikkenemiseen liittyviä ongelmia kyetään erilaisin toimin osittain ehkäisemään ja vähentämään, mutta ikääntymisvaikutuksia ei voida kokonaan poistaa. Ikääntymiseen usein liittyvät kaatumistapaturmat johtavat elämänlaadun heikkenemiseen ja elämäntyytyväisyyden vähenemiseen sekä lisääntyneeseen laitoshoidon tarpeeseen ja kasvaviin yhteiskunnallisiin kustannuksiin. (Cummings ym. 1988, Kuhn & Fried 1992, Alexander 1994, Newton 1995, Jäntti & Pyykkö 1996.) Hyvän asennonhallintakyvyn säilyttäminen iäkkäillä ihmisillä ehkäisevin ja kuntouttavain toimin on suuri haaste terveydenhuoltojärjestelmälle.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Ikivihreät-projektiin osallistuneiden 75–90-vuotiaiden henkilöiden tasapainon muutoksia sekä verrata kahden kohortin asennon-

hallintakykyä 80–85-ikävuoden välillä. Lisäksi tavoitteena on tutkia ennustavatko asennonhallinta-arvot kuolleisuutta vuosina 1910 ja 1914 syntyneillä jyvaskyläläisillä henkilöillä kymmenen vuoden seurantajakson aikana. Tutkimusaineisto on osa Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin yhteistä Ikivihreät-projektia.

2 ASENNONHALLINTAJÄRJESTELMÄN TOIMINTA

2.1 Asennonhallinnan reflektiivinen säätely

Hermostollisten tekijöiden vaikutus motoriseen kontrolliin on hierarkisesti organisoitua. Alimpana hierarkiassa ovat selkäydintason venytysrefleksit (the spinal stretch reflex system), joiden latenssiaika eli reaktioajan pituus ärsykkeeseen on 40–50 millisekuntia. Seuraavana hierarkiassa olevat pitkän latenssiajan automaattiset posturaaliset reaktiot (the long latency automatic postural response system) tapahtuvat noin sadan millisekunnin latenssiajalla. Toisen tason reaktiot saavat alkunsa tukipintaa lähellä olevista lihaksista, joista ne leviävät proksimaalisesti. Hermostollisen asennonhallinnan kontrollin ylimmän tason muodostaa vestibulaarisen, visuaalisen ja somatosensorisen järjestelmän integroiva mekanismi. Keskushermosto, kontrolloidessaan edellä mainittujen järjestelmien toimintaa, mahdollistaa tasapainon ylläpidolle riittävän aistikanavatiedon. (Woolacott ym. 1986, Downton 1993.)

Asennonhallinnan reflektiivisen säätelyn tulee toimia nopeasti, jotta sopivat tasapainoreaktiot ovat mahdollisia. Ikääntymis- ja patologisten muutosten takia asennonhallintajärjestelmä joutuu koetukselle useimmilla ihmisillä. (Horak ym. 1989.) Iäkkäät ihmiset reagoivat nopeavauhtiseen ja amplitudiltaan suureen voimalevyllä aiheutettuun huojutukseen samoin kuin nuoremmat, koska nopeassa asennonkontrollissa ei esiinny muutoksia ikääntyessä. Hidasvauhtinen ja amplitudiltaan pieni huojutus saa aikaan iäkkäillä huomattavasti suuremman huojunnan määrän ja laajuuden kuin nuoremmilla henkilöillä. Tämä selittyy keskushermostotasolla tapahtuneilla muutoksilla. (Stelmach ym. 1989, Alexander ym. 1992.) Horakin ym. (1989) mukaan asennonkontrollin heterogeenisyyteen saattavat vaikuttaa myös erot elämäntyyli- ja geneettisissä ominaisuuksissa.

2.2 Aistijärjestelmän muutokset ja asennonhallinta

2.2.1 Visuaalisen informaation merkitys

Näön tarkkuuden heikkeneminen ja puutokset näkökentässä sekä ongelmat kolmiulotteisessa havainnoinnissa ovat ikään liittyviä muutoksia. Näistä muutoksista huolimatta ikääntyneet ihmiset luottavat eniten näkökykyynsä tasapainon ylläpidossa. (Stones & Kozma 1987, Hytönen ym. 1993.) Seisoma-alustan epästabilius heikentää tasapainoa henkilöillä, joilla värien erottelukyky ja näön tarkkuus ovat heikentyneet (Lord ym. 1991b). Valaistuksen ja ympäristön olosuhteiden vaikutus huojuun määrään on minimaalista (Simoneau ym. 1992).

Silmät kiinni ihminen joutuu suorittamaan enemmän asentoa ylläpitäviä liikkeitä kuin silmät avoinna ollessaan. Mitä vaikeammasta liikkeestä on kysymys, sitä tärkeämpää on silmien välittämä tieto liikkeestä. Liikkeen ajoitus ja suoritus ovat täsmällisemmät silmät avoinna kuin näköinformaation puuttuessa. (Galley & Forster 1988.) Näköinformaation puutteella on merkittävä vaikutus asennonhallintaan, sillä jopa puolet asennonkontrollin vakauudesta on selitettävissä näköinformaatiolla (Pyykkö ym. 1990).

Näköaistiin perustuvan asennonkorjausjärjestelmän hitauden vuoksi kaikkia iäkkäiden henkilöiden kaatumisia ei voida ehkäistä (Pyykkö ym. 1990, Jäntti 1993). Sundermier ym. (1996) ja Norren ym. (1987) mukaan asennonhallintakyvyltään heikoilla iäkkäillä henkilöillä esiintyy merkitsevästi enemmän huojuun odottamattoman näköstimuluksen seurauksena kuin nuoremmilla tutkittavilla. Huojuun suurempi määrä selittyy näköaistin merkityksen suuruudella sekä somatosensoriikassa eli ruumiinaistimuksissa esiintyvillä puutteilla.

2.2.2 Tasapainoelimen osuus asennonhallinnassa

Sisäkorvassa sijaitseva tasapainoelin, joka muodostuu asento- ja liikereseptoreista, välittää tietoa keskushermostolle pään asennosta ja liikkeistä (Nienstedt ym. 1991). Myös

silmien kohdennus haluttuun paikkaan pään liikkeessa välittyy tasapainoainin kautta (Tinetti 1989, Downton 1993). Pään kiihtyvä tai hidastuva liike vaikuttaa kaarikäytävien liikereseptoreihin (Nienstedt ym. 1991). Kaarikäytävän ärsytyksestä aiheutuvan vestibulo-okulaarirefleksin (VOR) seurauksena katse stabiloituu pään liikkeeseen nähden vastakkaiseen suuntaan (Guyton 1991). Käytännössä VOR pitää silmät keskiviivassa 10–14 ms latenssijalla. Vestibulospinaalisen refleksin (VSR) päätehtävänä on pitää pää ja keho stabiileina (Perrin ym. 1997).

Anatomisten muutosten seurauksena 70-vuotiaalla henkilöllä on toimintakykyisinä 60 %:a vestibulaarijärjestelmänsä soluista (Woollacott 1993). Keskushermoston mahdollisten adaptiivisten mekanismien johdosta muutokset vestibulaarijärjestelmässä eivät ole erityisen merkittäviä järjestelmän toiminnan kannalta (Peterka ym. 1990). Mikäli pää on keskilinjaan nähden epänormaalissa asennossa, tasapainoelin ottaa tärkeän roolin asennonkontrollin ylläpidossa (Alexander 1994). Tavanomaisissa olosuhteissa toispuoleisesta tasapainoelimen vauriosta kärsivä ihminen kykenee ylläpitämään tasapainonsa ilman suuria ongelmia. Tilanne voi muodostua ongelmalliseksi monimutkaista tasapainotietoa käsiteltäessä, kuten epätasaisella maalla käveltäessä tai pimeällä liikuttaessa. (Downton 1993.)

2.2.3 Somatosensoriikka asennonhallinnassa

Asentotunto välittää somatosensorista tietoa kehon asennossa tapahtuvista muutoksista. Asentotunnon muodostavat ääreishermit, kaularangan apofyseaalinivelten mekanoreseptorit, takajuosteet ja keskushermoston yhdistävät osat. (Luukinen 1992.) Proprioseptiikkaan, joka välittää tietoja ruumiin ja jäsenten asennoista ja liikkeistä, liittyvät ikääntymismuutokset saattavat olla kliinisessä mielessä merkityksettömiä (Alexander 1994). Colledge ym. (1994) esittävät, että ihmiset ovat riippuvaisempia asentotunnon välittämästä tiedosta kuin näköaistin välityksellä tapahtuvasta tasapainonsäätelystä. Jos asentotuntoon liittyvien painereseptorien välittämä tieto vähenee, riippuvuus näköinformaatiosta lisääntyy.

Kulumamuutokset kaularangassa voivat johtaa asennonhallinnan ongelmiin, jos kaularangan mekanoreseptoreissa, jotka aistivat kosketusta ja painetta, ilmenee toiminnallisia ongelmia (Wyke 1979). Muutosten seurauksena pään asennon ylläpito voi vaikeutua.

Jos ikääntyneillä henkilöillä esiintyy somatosensoriikassa sairauksien aiheuttamia ongelmia, heidän on vaikea ylläpitää tasapainoaan, erityisesti epätasaisilla seisontalustoilla (Woollacott ym. 1986, Woollacott & Shumway-Cook 1990, Alexander 1994). Somatosensoriset ongelmat vaikeuttavat itsenäistä selviytymistä päivittäisistä toimista (Hurley ym. 1998). Ongelmien seurauksena pään ja vartalon asennon ylläpito sekä adaptiiviset toimet vaikeutuvat ja tunne tasapainon ylläpitomahdollisuuksista heikkenee. Lisäksi patologisten muutosten yhteydessä voi esiintyä ongelmia sensorisen informaation ja motorisen suorituskyvyn yhdistämisessä. Sensorisen järjestelmän kompensatio-kyky ei ole riippuvainen vain keskushermoston plastisuudesta, vaan myös jäljellejäävien komponenttien integraatiosta. (Horak ym. 1989.)

2.3 Lihastoiminnan merkitys asennonhallinnassa

Schultzin ym. (1997) mielestä ikä- ja sukupuolierot selittävät lihasvoimassa ja lihassu-pistuksen latenssiajassa ilmeneviä eroja. Hermostollisten tekijöiden vaikutus aistijärjes-telmään tai motoriikkaan ei ole kyseisten tutkijoiden mukaan oleellista. Ikääntymisen seurauksena lihasatrofiaa esiintyy koko kehossa, varsinkin alaraajojen lihaksissa, mikä vaikeuttaa reflekseissä tarvittavan lihasjännityksen ylläpitoa sekä saattaa heikentää li-hasten kestävyysominaisuuksia (Gehlsen ym. 1990, Woollacott & Shumway-Cook 1990, Judge ym. 1994). Lihasmassan väheneminen johtuu motoneuronien kuolemasta ja hormonaalisista syistä. Ikääntymisen ohella lihasatrofia voi johtua sekundääristä syistä, kuten lihasten käytön puutteesta tai sairauksista. (Rantanen ym. 1994, Lamberts ym. 1997, Metter ym. 1997.) Lihasvoiman ikääntymismuutokset ovat erilaisia lihasryhmit-täin (Rantanen ym. 1997). Selvimmin ikääntymismuutokset ilmenevät alaraajojen dis-taalisisissa lihaksissa, erityisesti nilkan dorsifleksoreissa (Whipple ym. 1987). Lihasatrofia kohdistuu erityisesti nopeisiin soluihin.

Naiset, iästä riippumatta, kykenevät tuottamaan noin 2/3 miesten lihasvoimasta. Iäkkäillä naisilla lihassupistuksen aloittamiseen kuluva aika on noin 50 %:a pidempi kuin nuoremmilla naisilla, mutta miehillä hidastuminen jää vajaaseen 20 %:in. Asennonhallinnan reflektiiviseen säätelyyn kuluu aikaa alle 200 millisekuntia, kun puolestaan maksimaalisen voiman tuottamiseen vaaditaan vähintään 400 millisekuntia. Kuvatut ikään-
tymismuutokset lihasvoimassa ja lihasten latenssiajoissa vaikeuttavat tasapainon ylläpitoa ongelmatilanteissa. Joissakin tutkimuksissa (mm. Manchester ym. 1989) ei olla havaittu ikään-
tymismuutoksia lihassupistuksen latenssiajoissa.

Neuromuskulaariseen ikään-
tymiseen liittyvän kasvavan liikehälyn (noise-to-force) vuoksi nopeat liikkeet vaativat enemmän lihasvoimaa ja tuloksena saattaa esiintyä vääränlaisia liikkeitä (Walker ym. 1997). Lihasten aktivoituminen tapahtuu usein väärässä järjestyksessä ja lihasten aktivaatio-relaksaatiosuhde ei välttämättä ole synkroninen. Nämä tekijät vaikeuttavat sujuvaa liikkumista. (Woollacott ym. 1986.) Iäkkäät henkilöt suorittavat haluamansa liikkeet usein hitaammin kuin nuoremmat, voidakseen minimoida liikehälyn vaikutusta (Walker ym. 1997).

Tasapainoreaktiot ovat tärkeitä halutun asennon säilyttämisessä. Eteen-
taaksesuuntaisessa huojunnassa on tasapainon ylläpitostrategioista ensisijaisesti käytössä nilkkastrategia. Sen pyrkimyksenä on nilkan liikkeen palauttaa haluttu vartalon asento ilman lonkka- tai polvinivelen liikettä. Manchester ym. (1989) mainitsevat nilkkastrategian käyttöongelmien saattavan liittyä ääreisneuropatiaan tai distaalisten lihasten heikkouteen iäkkäillä henkilöillä. Jos nilkkastrategia ei ole riittävän tehokas palauttamaan haluttua asentoa, siirtyy asennonkontrolli lonkkastrategiaan, jolloin lonkkaniveltä koukistetaan tai ojennetaan halutun asennon saavuttamiseksi. Ongelmallisissa tilanteissa ihminen turvautuu askelstrategiaan, jolloin hän ottaa askeleen huojunnan suuntaan tasapainonsa ylläpitämiseksi. Tämäkään strategia ei ole aina riittävän tehokas asennonhallinnan palauttaja, vaan kaatuminen voi olla väistämätöntä. (Horak 1987.)

3 ASENNONHALLINNAN IKÄÄNTYMISMUUTOKSET

3.1 Huojuntamittaukset asennonhallinnan tutkimisessa

Ihmiskeho on jatkuvassa liikkeessä, minkä vuoksi vartalon painopisteen (center of gravity, COG) tasapainottavaa liikettä tapahtuu lakkaamatta (Carr & Shepherd 1989). Asennonhallintakyvyn päätavoitteena on ylläpitää vartalon painopiste tukipinnan (base of support) päällä (Horak ym. 1989). Anatomisesti painopiste sijaitsee noin vyötärön tasolla, kohtisuorasti vasten painekeskistettä (center of pressure), normaalin seisonnan aikana, jolloin alustan tuottamat pystysuuntaiset reaktivoimat ovat yhtä suuret kuin nilkan alueen reaktivoimat. (Patla ym. 1990.)

Painekeskipiste ilmaisee hetkellisen pystysuuntaisten voimavaikutusten keskipisteen (Era 1997). Painekeskipisteen säätelyn avulla kontrolloidaan painopisteen hetkellistä sijaintia ja sen odotettavissa olevia muutoksia. Painekeskipiste sijaitsee noin kymmenen senttiä nilkkanivelen etupuolella ja sen liike on nopeampaa sekä laajempaa kuin painopisteen. Pään asento on erityisen tärkeä painekeskipisteen vakauden kannalta, koska silmät suljettuina päätä taivutettaessa taaksepäin painekeskipisteen epävakaas lisääntyy 45 %:lla verrattuna normaaliin seisoma-asentoon (Simoneau ym. 1992). Voimalevy-mittauksissa asennonhallintaan liittyvää huojuntaa kuvataan usein kehon painekeskipisteen siirtymällä, ja liikkeen profiilin kartoitukseen käytetään kehon painopistettä (Patla ym. 1990).

Kehon huojunnan mittaaminen on käytetyin asennonhallinnan mittausmenetelmä laboratorio-olosuhteissa. Tasapainoa kartoitetaan esimerkiksi yhdellä jalalla seisomisella (mm. Lichtenstein ym. 1990), dynaamisella posturografialla (mm. Woollacott ym. 1986), tasapainostrategioiden mittaamisella (mm. Hill ym. 1990) ja taitosuoritteisiin yhdistetyin tasapainokartoituksin (mm. Era 1996a, Shumway-Cook ym. 1997). Keskityn työssäni laboratoriossa suoritettaviin huojuntamittauksiin.

Dynaamista tasapainoa tutkitaan usein voimalevytekniikkaan perustuvilla menetelmillä. Voimalevytekniikalla kehon painekeskipisteen liikettä on helppo kartoittaa. Lisäksi tekniikka on sensitiivinen tilanteille, jotka heikentävät tasapainoa. Kehon painopiste ei ole helposti paikannettavissa, joten asennonhallintakykyä kartoitetaan pääasiassa painekeskipisteen mittauksin. (Nayak 1987, Hasan ym. 1996a.) Vaikka painekeskipisteen mittaamiseen perustuvaa tekniikkaa käytettäessä huojunnan amplitudiarvot ovat merkittävästi suuremmat kuin painopisteen huojuntamittauksessa, niin amplitudi- ja frekvenssimittaustulokset korreloivat voimakkaasti käytettyjen tekniikoiden välillä. Painekeskipisteen liikkeen mittaaminen on täten perusteltua asennonhallintakyvyn kartoittajana. (Hasan ym. 1996b.)

Asennonhallintamittauksessa tutkittavan pyrkimyksenä on ylläpitää alkuasento tietyn määrääjän. Tavallisimpiin tasapainon mittausmenetelmiin lukeutuvat kahdella jalalla seisominen silmät auki ja silmät suljettuina sekä seisominen yhdellä jalalla silmät auki. Vaativampiin testeihin lukeutuu yhdellä jalalla seisominen silmät suljettuina (mm. Lichtenstein ym. 1990). Näkökyvyn häirinnän lisäksi myös somatosensoriikkaa ja tasapainoelintä kyetään erilaisin koejärjestelyin häiritsemään. Häirintää suoritetaan esimerkiksi alustan liikkeillä tai pohkeisiin kohdennetuilla tärinstimulaattoreilla. Nämä eriaistikanavien manipulointikeinot mahdollistavat aistikanavien vaikutusten tutkimisen yksinään tai tietyin kombinaatioin. (Era 1997.)

3.2 Poikkileikkaustutkimuksin saatu kuva ikääntyneiden ihmisten asennonhallinnasta

Useat tasapainotutkimukset ovat poikkileikkaustutkimuksia. Sheldonin ym. (1963) mukaan asennonhallintakyky heikkenee ihmisen saavuttaessa viidenkymmenen vuoden iän. Nykyisen tietämyksen valossa tasapainon heikkenemistä havaitaan 65-vuoden iässä. Poikkeustapauksia lukuun ottamatta kaikilla 85-vuotiailla tasapaino on heikentynyt. (Pyykkö ym. 1988, Horak ym. 1989.) Yli 60-vuotiailla henkilöillä havaittiin vähäisiä muutoksia heidän tasapainossaan. Kliinisesti merkitsevä tasapainon heikkeneminen oli seurausta sairauksista eikä väistämättömästi ikääntymisestä. (Wolfson ym. 1992.) Ho-

rak ym. (1989) mielestä ikääntyneen ihmisen tasapaino voi olla heikentynyt ilman havaittavia merkkejä sairauksista tai aiemmista kaatumisista.

Eniten ikään liittyviä eroja tasapainon ylläpidossa tuo esiin Pyykön ym. (1990) tutkimuksessa kahdella jalalla silmät kiinni seisominen ja Eran ja Heikkisen (1985) tutkimuksessa yhdellä jalalla silmät auki seisominen. Alexander (1994) arvelee parhaiten ikääntymismuutoksia esille tuovien testien moninaisuuden selittyvän tutkimusasetelmiin, tutkittavien terveydentilaan ja tutkimusmenetelmiin liittyvin eroavaisuuksin.

Tutkittaessa näön ja alustan tai alustan ja ympäristön samanaikaisen manipulaation vaikutusta tasapainoon, ilmeni 61–78-vuotiailla pidemmät lateraalisten lihasten reaktioajat kuin 19–38-vuotiailla ($p < 0.05$) eteen-taaksesuuntaisessa kehon huojunnassa. Tutkimustulosten valossa tasapainon ylläpito vaatii vähintään kahden aistikanavan käyttövalmiutta. Ainostaan puolet iäkkäistä ihmistä kykenee ylläpitämään tasapainonsa kaatumatta, mikäli vain vestibulaarinen kanava on käytettävissä. (Woollacott ym. 1986, Woollacott ym. 1990.)

Camiciol ym. (1997) vertasivat keski-ikältään 88-vuotiaiden tasapainoa keski-ikältään 72-vuotiaisiin ihmisiin dynaamisella posturografialla. Tutkittavat olivat terveitä eikä heillä ollut käytössään keskushermostoon vaikuttavia lääkkeitä. Yli 80-vuotiaat saivat posturografiassa huonompia arvoja kuin nuoremmat, kun proprioseptiikkaa ja näkökykyä oli manipuloitu. Lisäksi heidän adaptoitumiskykynsä jatkuvaan voimalevyn keinuntaan oli rajoittunutta ja he kaatuivat vertailuryhmää useammin testien aikana. Wolfson ym. (1992) osoittivat, että keski-ikältään 76-vuotiailla itsenäisesti asuvilla henkilöillä tasapainon menetyksiä sattui ensimmäisellä yrityksellä usein, mutta nuorilla harvoin ($p < 0.05$). Ikääntynyt ihminen onnistui usein ylläpitämään tasapainonsa toisella yrityksellä ensimmäisen yrityksen tasapainonmenetyksestään huolimatta.

Overstall ym. (1977) tutkivat 60–96-vuotiaiden henkilöiden tasapainoa Wrightin ataksiametrillä, joka kartoittaa eteen-taaksesuuntaista kehon huojuntaa minuutin ajan vyötärölle kiinnitetyllä mittarilla. Mittari ilmaisee erilaisiin ärsykkeisiin reagoimiseen liittyvän huojunnan vain testauksen lopussa. Eteen-taaksesuuntainen huojunta oli merkittävästi lisääntynyt niillä, joilla kaatumisen syy oli tasapainon menettäminen.

Tutkittaessa asennonhallintaa staattisin voimalevyttein 31–35, 51–55 ja 71–75-vuotiailla jyvaskyläläisillä (n=388) vuonna 1981 havaittiin, että seisoma-asennon huojunta-arvot olivat kaksinkertaiset iäkkäimmässä ryhmässä verrattuna nuorimpaan. Tämä tuli esille erityisesti eteen-taaksesuuntaisessa huojunnassa. Kaikissa ikäryhmissä näön manipuloinnilla oli huojunta-arvoja kaksin-kolminkertaiseksi lisäävä vaikutus, mikä näkyi erityisesti eteen-taaksesuuntaisessa huojunnassa. Yhdellä jalalla seisominen voimalevyllä tuotti kahdeksankertaisen huojunnan määrän verrattuna normaaliin seisoma-asentoon silmät auki. Testin aikana sivuttais- ja eteen-taaksesuuntainen huojunta olivat yhtä suuria. Ainoastaan noin 40 %:a iäkkäimmän ryhmän miehistä kykeni suorittamaan kahdeksan sekunnin yhdellä jalalla seisomistestin. Testissä, jossa alustaa liikutettiin, huojunta lisääntyi huomattavasti kaikilla tutkittavilla, vaikutuksen ollessa lähes samanlainen tutkittavan iästä riippumatta. Manipuloinnin aikana sivuttaissuuntainen huojunta oli voimakasta ja huojunnan frekvenssi suuri, vaikka tasapainon järkkäytyminen oli eteen-taaksesuuntaista. (Era & Heikkinen 1985.)

Tutkimustiedon pohjalta voidaan sanoa, että iäkkäillä henkilöillä on huonompi tasapaino kuin nuoremmilla ihmisillä erityisesti aistien manipulointia sisältävissä testeissä. Asennonhallintakyvyn muutokset näkyvät selvimmin eteen-taaksesuuntaisen huojunnan lisääntymisenä haasteellisimmissa testeissä. Iäkkäät ihmiset tarvitsevat vähintään kahden aistikanavan välittämää tietoa vartalonsa asennosta, jotta he kykenevät ylläpitämään haluamansa asennon. Haastavien dynaamisten tasapainotestien yhteydessä tasapainoltaan heikoilla ikäihmisillä esiintyy usein kaatumisia ensimmäisellä yrityksellä, mutta toisella yrityksellä he kykenevät ylläpitämään seisoma-asentonsa.

3.3 Pitkittäistutkimus ikääntymismuutosten selvittäjänä

Iäkkäiden henkilöiden asennonhallintakyvyn on selvitetty vain muutamien pitkittäistutkimuksien avulla. Baloh ym. (1998) selvittivät vapaaehtoisten 79–91-vuotiaiden (n=72) neurologiselta statukseltaan normaaleiksi luokiteltujen itsenäisesti asuvien henkilöiden tasapainoa staattisella ja dynaamisella posturografialla kolmen vuoden seurannan aikana. Huojunnan nopeus kasvoi seurannan aikana erittäin merkittävästi ($p < 0.001$) varsinkin

suoritettaessa testejä dynaamisella posturografialla ($p < 0.05$), mutta huojunnan amplitudissa ei vastaavia muutoksia havaittu ($p = 0.1$). Staattisen, silmät suljettuna -testin aikana keskimääräinen huojunnan nopeus vähentyi testin hyväksytysti suorittaneilla. Tasapainon menettämisen riski kasvoi progressiivisesti suhteessa tutkittavan iän lisääntymiseen. (Baloh ym. 1998.)

Prosentuaalisesti huojunta lisääntyi kolmen vuoden aikana eteen-taakse- ja sivusuunnassa yhtä paljon sekä silmät auki että kiinni. Huojunta oli vähäisempää asennonhallintaan normaaleiksi luokitelluilla ihmisillä kuin tasapainokyvyiltään heikoilla. Haasteellisimpien testien yhteydessä havaittiin selvää ($p < 0.05$) harjoitusvaikutusta. Erot asennonhallintakyvyssä saattavat pikemminkin liittyä henkilöiden elämäntapoihin (kts. Ringsberg ym. 1998), kuten fyysisen aktiivisuuden tasoon, jotka voivat seurannaisvaikutuksiltaan altistaa kaatumisille. (Baloh ym. 1998.)

Ikivihreät-tutkimuksen alkumittauksissa vuonna 1989 asennonhallintaa mitattiin Jyväskylässä 75-vuotiailta (ensimmäisen kohortin) ja vuonna 1990 80-vuotiailta (toisen kohortin) henkilöiltä kolmella staattisella voimalevytestillä. Testit uusittiin viiden vuoden kuluttua. Tasapainoa tutkittiin laboratoriomittauksiin osallistuneilta, jotka kykenivät kävelemään ilman toisen henkilön avustusta. Tasapaino heikkeni erittäin merkitsevästi sekä miehillä että naisilla. Ensimmäisen testin testitulokset eivät merkitsevästi ennustaneet elossa säilymistä tai tutkimusjoukosta poisjääntiä toisen kohortin tutkittavilla. (Era & Rantanen 1997.)

Tutkittaessa samoilla testeillä glostrupilaisia, göteborgilaisia ja jyväskyläläisiä ensimmäisen kohortin tutkittavia viiden vuoden ajan NORA-projektissa (Nordic Research of Aging), havaittiin naisten asennonhallintakyvyn olevan miehiä parempi kaikissa testeissä. Kummallakin sukupuolella arvot heikkenivät 10–60 %:a riippuen käytetyistä huojunnan parametreista ja alueellisista eroista. Tandem-seisonnan arvoja ei kyetty analysoimaan, koska noin 65 % koehenkilöistä alkutilanteessa ja alle puolet seurantamittauksessa kykeni suorittamaan testin. Tasapainotulosten heikkeneminen oli suhteellisesti paljon suurempaa ensimmäisessä mittauksessa hyviä arvoja saaneilla kuin heikommin menestyneillä. Joissakin tapauksissa hyvinkin heikkoja tasapainoarvoja alkutilanteessa saaneet saivat parempia arvoja seurantamittauksessa. Jalat vierekkäin, silmät auki -testi

oli merkitsevä elossa säilymisen ennustaja ensimmäiseen kohorttiin kuuluvilla hyvä-tasapainoisilla. Korkea ikä ja heikko tasapaino saattavat täten merkitä keskimääräistä lyhyempää odotettavissa olevaa elinikää. Heikkotasapainoisten henkilöiden odotettavissa oleva elinikä lienee lyhyempi kuin tasapainokyvyltään hyvien, vaikka tasapainotulosten kohti keskiarvoaan pyrkivää suuntausta on havaittu. (Era ym. 2002.)

Pitkittäistutkimusten toteutuksessa esiintyy lukuisia eroja. Tutkimukselliset eroavaisuudet liittyvät muun muassa tutkimusdesigniin, mittauksen aikaiseen jalkojen asentoon, testien ajastukseen ja voimalevyn aiheuttamaan horjutukseen. Pitkittäisaineistoista saadut tulokset viittaavat siihen, että ikääntymismuutosten seurauksena huojunnan nopeus lisääntyy iäkkäillä ihmisillä sivuttais- ja eteen-taaksesuuntaisesti. Tutkimusasetelmallisten erojen takia tasapainotuloksissa esiintyy eroja tutkimusten välillä, mutta pääpiirteissään tasapaino heikkenee lineaarisesti ihmisen ikääntyessä. Seurantatutkimustietoa tasapainosta hyvin iäkkäiden keskuudesta ei ole vielä saatavilla. Kuolleisuuden ja heikkojen asennonhallinnan arvojen välillä saattaa olla yhteyttä. Asian todentamiseksi vaaditaan jatkotutkimuksia.

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää asennonhallinnan muutoksia Ikivihreät-projektiin osallistuneilla 75–90-vuotiailla henkilöillä ja verrata kahden kohortin asennonhallintakykyä 80–85-ikävuoden välillä. Lisäksi tavoitteena oli tutkia ennustavatko asennonhallinta-arvot kuolleisuutta.

Tutkimusongelmat:

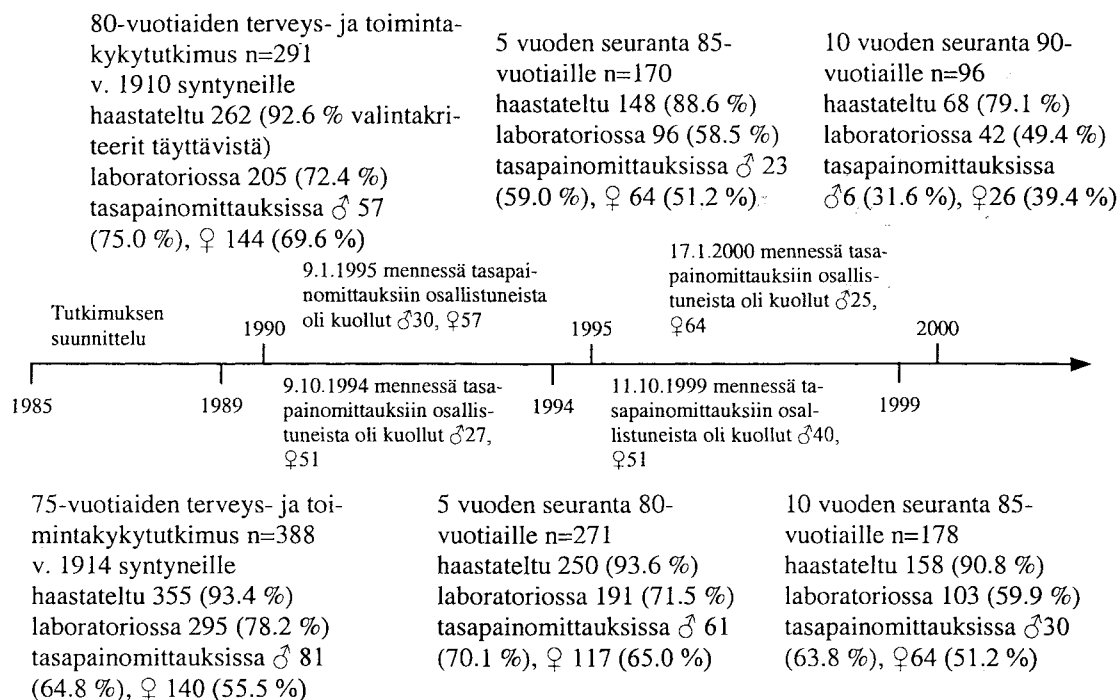
1. Miten iäkkäiden tasapaino muuttuu kymmenen vuoden seurannan aikana?
2. Mikä asennonhallintakyvyn parametri tuo parhaiten esiin asennonhallintakyvyssä tapahtuneita muutoksia?
3. Ilmeneekö tasapainokyvyn muutoksissa eroja 80–85-ikävuoden välillä vuosina 1910 ja 1914 syntyneillä henkilöillä?
4. Ennustavatko tasapainotestien tulokset kuolleisuutta?

5 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

5.1 Ikivihreät-projekti ja aineiston kuvaus

Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin yhteinen Ikivihreät-projekti käynnistettiin vuonna 1985. Sen tavoitteena on ollut viisivuotisseurannoin kartoittaa vuonna 1910 ja 1914 syntyneiden jyväskyläläisten henkilöiden toimintakykyä ja terveyttä. Projektin tarkoituksena on ollut kehittää ja edistää iäkkäiden ihmisten palveluja aktiivisen sosiaalisen elämän turvaamiseksi. Ikivihreät-projektin alkumittaukset suoritettiin vuonna 1989 75-vuotiaille ja vuotta myöhemmin 80-vuotiaille. Kymmenvuotisseuranta tehtiin vuosina 1999 ja 2000. Tutkittavien toimintakykyä kartoittava strukturoitu haastattelu on suoritettu tutkittavan kotona noin kaksi viikkoa ennen laboratoriomittauksia. Laboratoriomittauksiin ovat osallistuneet kaikki toimintakyvyltään siihen kykenevät, jotka ovat olleet mittauksiin halukkaita. Mittauksissa on kartoitettu tutkittavien terveysstatusta, lääkkeiden käyttöä, antropometrisiä tekijöitä sekä fyysisen, psyykkisen ja sosiaalisen toimintakyvyn osa-alueita. (Heikkinen 1997.)

Ikivihreät-projektin vaiheet on esitetty kuviossa 1. Kuolleisuuspäivämäärät saatiin Keski-Suomen lääninhallituksen kuolleisuusrekisteristä ja sairaalarekisteristä. Tasapainomittauksiin osallistuneiden kuolleisuuslukuja laskettaessa käytettiin hyväksi haastattelujen alkamisajankohtia. Liitteessä I on selvitys katotiedoista kymmenen vuoden seurannan ajalta. Lisätietoja projektista on luettavissa Heikkinen (1997).



KUVIO 1. Ikivihreät-tutkimuksen kulku vuosina 1910 ja 1914 syntyneillä jyvaskyläläisillä.

5.2 Tasapainotutkimukset

Tasapainomittaukset suoritettiin voimalevyllä Jyväskylän yliopiston liikunta- ja terveyslaboratoriossa. Mittaukset tehtiin rauhallisessa huoneessa. Tutkittavalle selvitettiin testien tarkoitus ja kerrottiin käytännön järjestelyistä luottamuksellisen ja avoimen ilmapiirin muodostamiseksi. Seisomatasapainoa kartoitettiin kolmella staattisella testillä, joiden aikana tutkittavan tavoitteena oli ylläpitää alkuasento huojumatta. Ensimmäisen testin aikana tutkittava seiso voimalevyllä sukkaillaan tai paljain jaloin kantapäät noin 5–6 senttimetrin etäisyydellä toisistaan. Tutkittavan tuli pitää yllä alkuasento neljänkymmenen sekunnin ajan kädet lanteilla, katse kohdistettuna neljän metrin etäisyydellä olevaan vastapäiseen seinään kiinnitettyyn rastiin. Toisen testin alkuasento ja ajastus olivat samoja, mutta itse testi tehtiin silmät suljettuina. Kolmannessa testissä tutkittava seiso tandem-seisonnassa takimmaisena jalan isovarvas kiinni etummaisena jalan kanta-

päässä, kädet lanteilla ja katse kohdistettuna vastakkaisen seinän rastiin. Tutkittava sai itse valita kumman jalan hän asetti etummaiseksi tandem-seisonnassa. Myös kolmas testi kesti neljäkymmentä sekuntia, mutta sen vaativuuden takia vuonna 1999 testi kesti 85-vuotiailla kaksikymmentä sekuntia. Vuonna 2000 tandem-seisontaa ei teetetty 90-vuotiaille.

Testien välillä oli pieni levähdystauko. Hyväksytyt testisuoritukset analysoitiin. Jos tutkittava ei kyennyt ylläpitämään alkuasentoaan mittauksen ajan, oli hänellä mahdollisuus uusaa testi kerran. Turvallisuussyistä mittaaja oli testien ajan tutkittavan vierellä, jotta vaaratilanteen sattuessa tutkija kykenisi estämään tutkittavan kaatumisen.

Tasapainotestit tehtiin Kistler 9861A –voimalevyllä (mm. Era ym. 1996b), joka oli yhdistetty Compaq 386 –tietokoneeseen. 600mm * 1200mm suuruinen voimalevy, jonka kulmissa oli anturit, rekisteröi vertikaalisia (z), eteen-taakse- (y) ja sivuttaissuuntaisia (x) horisontaalisia voimia erillään toisistaan. Asennonhallintasiinaalit, joita kerättiin kuudella kanavalla, sata näytettä sekunnissa, menivät vahvistimen kautta tietokoneelle, jossa ne muutettiin numeeriseen muotoon, ja taltioitiin myöhempää analysointia varten. Mahdollisten häiriöiden poistamiseksi tehtiin mediaanisuodatus kolmen pisteen mittaisella suotimella. Tulosten laskeminen aloitettiin voimavaikutusten keskipisteen (COF) paikantamisella kullakin ajanhetkellä. Laskemiseen käytettiin voimalevyyn kohdistuneita mittauksenaikaisia vertikaalisia ja horisontaalisia voimia. Kehon huojuntaa kuvaavat muuttujat kyettiin laskemaan voimavaikutusten keskipisteen siirtymän perusteella. Nämä huojuntaa kuvaavat parametrit olivat eteen-taakse- ja sivuttaissuuntaisen huojunnan maksimiampplitudi ja keskimääräinen nopeus sekä huojunnan pääakselin suunta ja keskimääräinen vauhtimomentti. Analyyseissä käytettiin parametreinä voimavaikutusten keskipisteen sivuttais- ja eteen-taaksesuuntaista huojunnan nopeutta (mm/s) ja keskimääräistä vauhtimomenttia (mm²/s). Keskimääräinen vauhtimomentti ilmaisee voimavaikutusten keskipisteen huojunnan muodostaman pinta-alan aikayksikköä kohti siten, että huojunnan etäisyys geometrisestä keskipisteestä ja huojunnan nopeuden tulo jaetaan aikayksiköllä. Liitteessä II on tasapainotutkimuksen muuttujaluettelo.

5.3 Tilastolliset menetelmät

Tutkimusaineisto koostui jatkuvista muuttujista, joiden normalisuus testattiin Kolmogorov-Smirnovin testillä. Normalisuusoletuksen täyttymiseksi yhdestä kuuteen tutkittavaa testikohtaisesti jouduttiin sulkemaan analyysin ulkopuolelle liian suurten huojunta-arvojen takia. Poissuljettuihin kuului sekä miehiä että naisia kummastakin ikäkohortista. Asennonhallintakyvyssä ja taustamuuttujissa tapahtuneita muutoksia kartoitettiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä, joka suoritettiin naisille ja miehille erikseen sekä valitsemalla sukupuoli samaan analyysiin. Varianssianalyysit suoritettiin sekä ilman kovariaatteja että kovariaattina alkumittauksen pituus ja paino. Analyysissä käytettiin repeated- ja simple-kontrasteja. Repeated-kontrasti mahdollisti eri mittausajankohdtien välisen vertailun, kun simple-kontrastilla kyettiin valitsemaan alkumittaus kontrolliajankohdaksi kolmesta mittausajankohdasta tarkasteltaessa naisten ja miesten tuloksia erikseen. Parametriä, joka parhaiten ilmaisee asennonhallintakyvyssä tapahtuneita muutoksia suoritettiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä, kuten kohorttierojen tarkastelukin. Vuoden 2000 seurannassa 90-vuotiaat eivät tehneet tandemseisontatestiä, joten seuranta-arvoja ei tämän ajankohdan osalta ole saatavilla.

Kohorttieroja tarkasteltaessa varianssien yhtäsuuruusvaatimus ei aina täytynyt Levenen testissä, joten F:n merkitsevyysarvotaulukot olivat apuna tuloksia tulkittaessa. Alkumittauksen asennonhallintatietojen ennustuskkyä kuolleisuuden suhteen selvitettiin Kaplan-Meierin elinaika-analyysillä parametri- ja testikohtaisesti. Analyysissä käytettiin luokiteltuja muuttujia, joten normalisuusoletus ei ollut kriittinen. Alkumittauksen asennonhallinta-arvot luokiteltiin siten, että kummankin sukupuolen mittaustulokset jaettiin frekvenssitietoihin perustuvien prosentiosuuksien mukaan kaksi- ja kolmiluokkaisesti. Kaksiluokkainen asteikko mahdollisti tulosten selvittelyn hyvä ja huonotasa-painoisten naisten ja miesten kesken, kun kolmiluokkainen asteikko mahdollisti hyvien, keskitasoisten ja heikkojen vertaamisen. SPSS:n perustoimintoja käytettiin kuolleisuuslukujen laskennassa tuhatta henkilövuotta kohti. Coxin regressioanalyysiä käytettiin kuoleman suhteellisen riskin laskemiseksi testikohtaisesti sekä kaikkien kolmen testin yhdessä muodostaman muuttujan suhteen kohorteittain.

Tutkimuksen tulososuudessa on käytetty tilastollisen merkitsevyyden rajana viittä prosenttia ($p < 0.05$). Tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin SPSS/PC+ for Windows 9.0 -ohjelmaa.

6 TULOKSET

6.1 Antropometrisiä taustatietoja

Taulukossa 1 on nähtävillä alkumittaukseen osallistuneiden ensimmäisen ja toisen kohortin henkilöiden pituus, paino ja BMI:n (body mass index; kehon paino kiloina jaettu pituuden neliöllä metreissä).

TAULUKKO 1. Pituuden, painon ja BMI:n keskiarvot sekä keskihajonnat sukupuolittain kaikilta alkumittaukseen osallistuneilta.

Sukupuoli		ENSIMMÄINEN KOHORTTI (syntyneet v. 1914)		TOINEN KOHORTTI (syntyneet v. 1910)	
		N		N	
Pituus	Naiset	191	155.8 (5.6)	143	155.4 (5.4)
	Miehet	104	169.5 (6.2)	60	169.1 (6.5)
Paino	Naiset	191	67.6 (11.6)	143	64.4 (10.2)
	Miehet	104	74.1 (10.7)	60	75.3 (12.8)
BMI	Naiset	191	28.0 (4.2)	143	26.7 (4.0)
	Miehet	104	25.5 (3.1)	60	26.3 (3.8)

Antropometriset tiedot pitkittäisaineistosta ovat taulukoissa 2 ja 3.

TAULUKKO 2. Pituuden, painon ja BMI:n keskiarvot sekä keskihajonnat sukupuolittain 75-, 80- ja 85-vuotiailla ensimmäisen kohortin tutkittavilla. Taulukossa ovat mukana ne henkilöt, joilla mittaukset on suoritettu kaikkina kolmena tutkimusajankohtana (toistettujen mittausten varianssianalyysi).

	Sukupuoli	N	75-v.	p-arvo	80-v.	p-arvo	85-v.	Muutos 10 vuodessa, p-arvo
Pituus	Naiset	66	157.0 (4.6)	<0.001	155.8 (4.3)	<0.001	154.7 (4.5)	<0.001
	Miehet	30	168.9 (5.9)	<0.001	167.8 (5.8)	0.004	167.3 (5.8)	<0.001
Paino	Naiset	66	69.0 (10.2)	0.151	68.0 (9.3)	<0.001	65.4 (10.0)	<0.001
	Miehet	30	73.6 (9.9)	0.311	73.1 (10.1)	0.035	71.2 (11.2)	0.023
BMI	Naiset	66	28.0 (3.9)	0.780	28.0 (3.7)	0.002	27.3 (4.1)	0.061
	Miehet	30	25.9 (2.8)	0.512	25.9 (2.8)	0.102	25.4 (3.4)	0.272

TAULUKKO 3. Pituuden, painon ja BMI:n keskiarvot sekä keskihajonnat sukupuolittain 80-, 85- ja 90-vuotiailla toisen kohortin tutkittavilla. Taulukossa ovat mukana ne henkilöt, joilla mittaukset on suoritettu kaikkina kolmena tutkimusajankohtana (toistettujen mittausten varianssianalyysi).

	Sukupuoli	N	80-v.	p-arvo	85-v.	p-arvo	90-v.	Muutos 10 vuodessa, p-arvo
Pituus	Naiset	25	154.8 (6.4)	<0.001	153.4 (6.7)	<0.001	151.9 (6.7)	<0.001
	Miehet	8	171.9 (6.9)	0.033	171.4 (7.0)	0.365	171.1 (7.1)	0.111
Paino	Naiset	25	64.2 (11.3)	0.692	64.6 (10.0)	0.040	62.2 (9.5)	0.200
	Miehet	8	82.1 (10.6)	0.724	82.6 (9.9)	0.431	81.5 (9.2)	0.727
BMI	Naiset	25	26.8 (4.6)	0.577	27.5 (4.2)	0.385	27.2 (4.3)	0.577
	Miehet	8	27.8 (2.8)	0.840	28.1 (2.7)	0.680	27.9 (2.8)	0.840

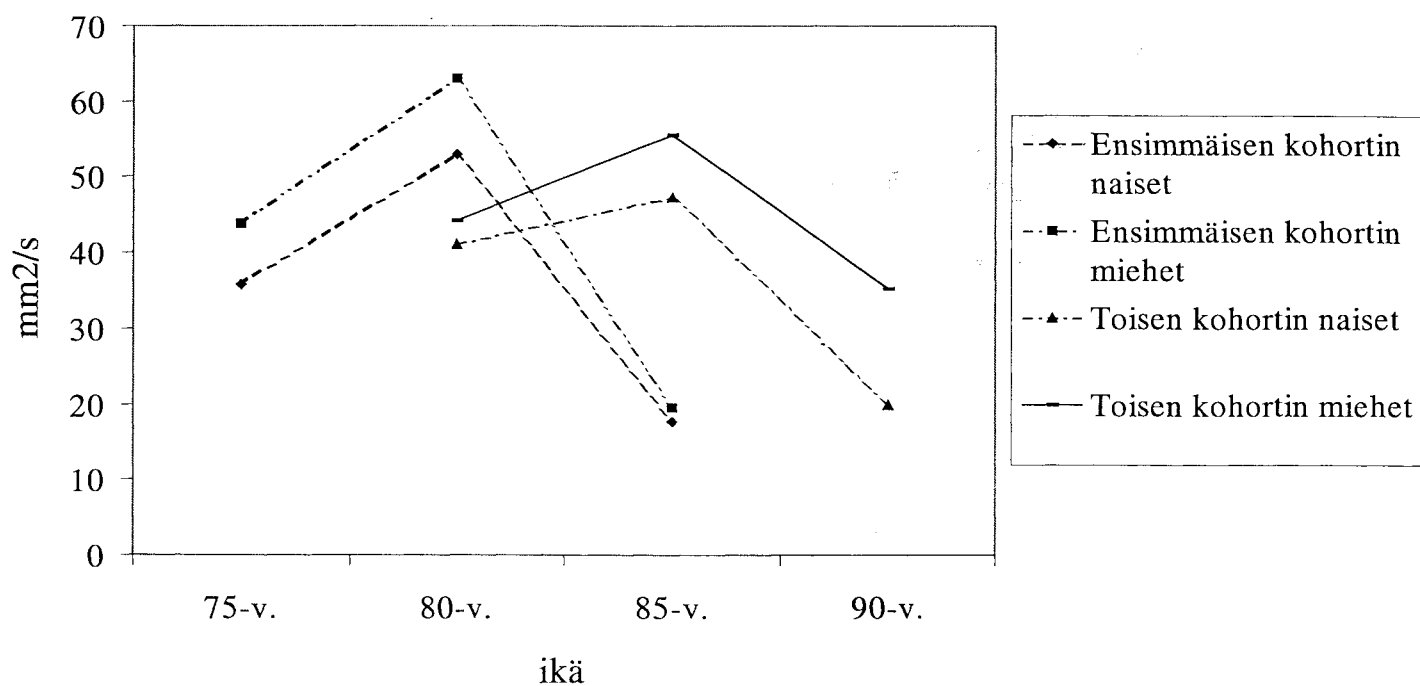
Pitkittäisaineiston tutkittavilla pituus vähentyi ja paino sekä BMI säilyivät ensimmäisen viiden seurantavuoden aikana. Jälkimmäisen viiden seurantavuoden aikana pituus ja paino vähentyivät muilla kuin toisen kohortin miehillä. BMI vähentyi jälkimmäisen viiden vuoden seurannan aikana ensimmäisen kohortin naisilla. Muut kykenivät säilyttää

mään BMI:nsä. Ainoastaan toisen kohortin miehet kykenivät säilyttämään pituutensa kymmenen vuoden seurannan ajan. Toisen kohortin tutkittavat onnistuivat säilyttämään painonsa kymmenen vuoden ajan. Kaikkien tutkittavien BMI säilyi kymmenen seurantavuoden ajan.

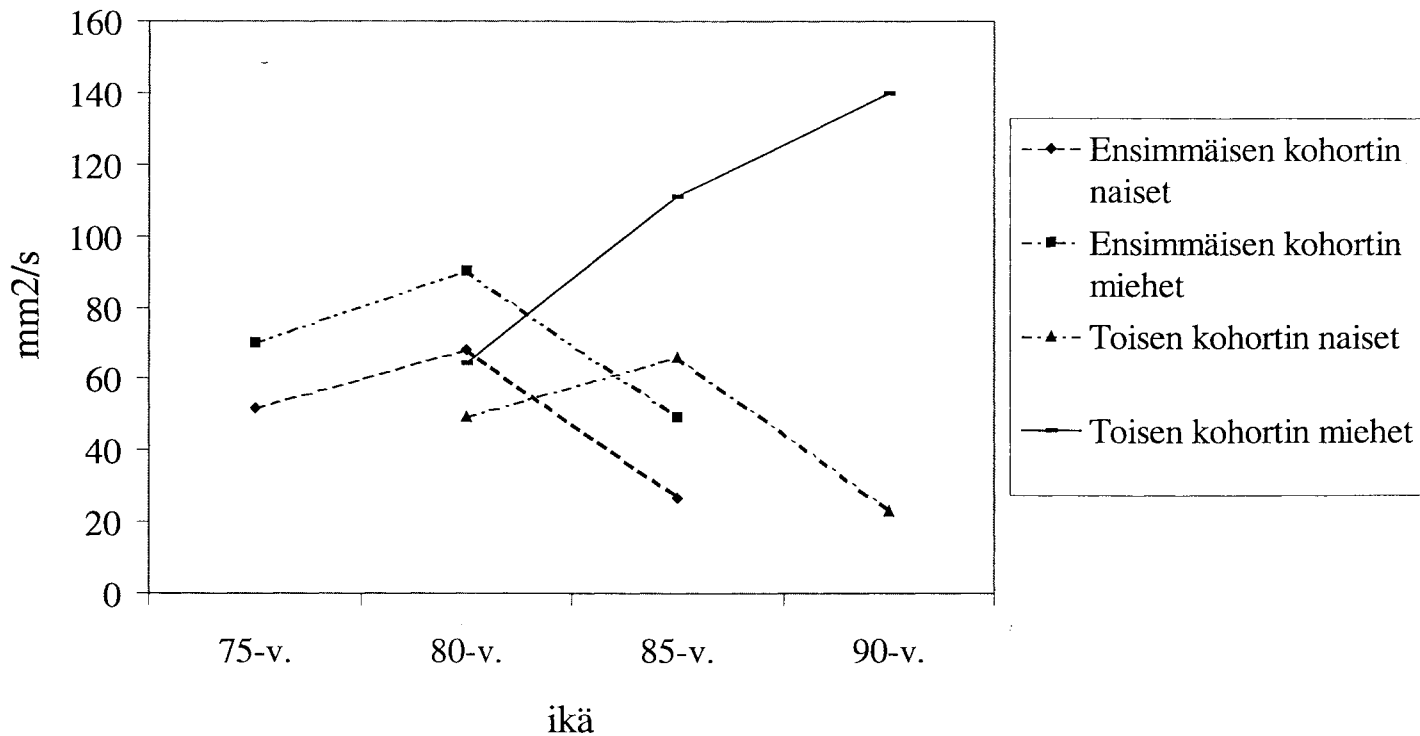
6.2 Asennonhallintakyvyn muutokset

Asennonhallintamittausten tulokset ja tasapainossa tapahtuneet muutokset kymmenessä vuodessa on esitetty taulukoissa 4–7. Kuvioissa 2 ja 3 on esitetty jalat vierekkäin, silmät auki ja kiinni –testien keskimääräisen vauhtimomentin arvon muutokset ensimmäisessä ja toisessa kohortissa kymmenen vuoden seurannan aikana.

Ensimmäisen kohortin tutkittavilla tasapaino heikkeni ensimmäisen viiden seurantavuoden aikana (75–80-ikävuoden välillä) kahdessa ensimmäisessä testissä (jalat vierekkäin, silmät auki ja kiinni) kaikissa parametreissa. Jälkimmäisen viiden seurantavuoden aikana (80–85-ikävuoden välillä) asennonhallinnan huojunta väheni kahdessa ensimmäisessä testissä. Toisessa kohortissa ensimmäisen viiden seurantavuoden aikana (80–85-ikävuoden välillä) tasapaino heikkeni. Jälkimmäisen viiden vuoden seurannan aikana (85–90-ikävuoden välillä) tasapainon huojunta väheni naisilla ensimmäisen testin keskimääräisessä vauhtimomentissa ja toisen testin kaikissa parametreissa. Toisessa kohortissa jälkimmäisen viiden seurantavuoden aikana (85–90-ikävuoden välillä) tasapainon huojunta väheni naisilla ensimmäisen testin keskimääräisessä vauhtimomentissa ja toisen testin kaikissa parametreissa. Asennonhallintakykyä kuvaavista parametreista parhaiten eli suhteellisesti selvimmin tätä tasapainon muutosta ajassa kuvasi keskimääräinen vauhtimomentti. Tandem-testissä suurimmat asennonhallinnan muutokset havaittiin huojunnan sivuttaissuuntaisessa nopeudessa.



KUVIO 2. Jalat vierekkäin, silmät auki -testin keskimääräinen vauhtimomentti.



KUVIO 3. Jalat vierekkäin, silmät kiinni -testin keskimääräinen vauhtimomentti.

TAULUKKO 4. Asennonhallintamittausten tulokset (keskiarvot, keskihajonnat) ja tasapainossa tapahtuneet muutokset kymmenen vuoden seurannan aikana ensimmäisen kohortin (syntyneet v. 1914) naisilla (toistettujen mittausten varianssianalyysi).

Testityyppi	Huojunta- parametri	75-v.	80-v.	85-v.	Muutokset 75–80- vuoden Välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 80–85- vuoden välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 75–85- vuoden välillä (simple- kontrasti), p-arvo
Jalat Vierekkäin, silmit auki, N=44	Sivuttais- suuntainen nopeus	11.2 (2.2)	18.9 (4.0)	13.9 (5.2)	<0.001	<0.001	0.001
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	18.4 (4.7)	24.3 (3.7)	19.5 (5.7)	<0.001	<0.001	0.192
	Keski- Määräinen vauhti- Momentti	35.9 (13.5)	53.0 (20.3)	17.8 (10.0)	<0.001	<0.001	<0.001
Jalat Vierekkäin, silmit kiinni, N=44-46	Sivuttais- suuntainen nopeus	13.5 (3.2)	20.4 (3.4)	16.2 (5.7)	<0.001	<0.001	0.003
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	24.1 (5.0)	28.3 (5.7)	27.4 (10.6)	<0.001	0.541	0.029
	Keski- Määräinen vauhti- Momentti	51.6 (19.6)	68.1 (35.9)	26.7 (16.0)	0.001	<0.001	<0.001
Tandem- seisonta N=11	Sivuttais- suuntainen nopeus	36.0 (9.4)	34.6 (8.3)	49.6 (23.5)			
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	36.8 (4.6)	37.9 (9.3)	42.7 (17.2)			
	Keski- Määräinen vauhti- Momentti	138.8 (43.2)	156.0 (89.0)	137.4 (105.7)			

TAULUKKO 5. Asennonhallintamittausten tulokset (keskiarvot, keskihajonnat) ja tasapainossa tapahtuneet muutokset kymmenen vuoden seurannan aikana ensimmäisen kohortin (syntyneet v. 1914) miehillä (toistettujen mittausten varianssianalyysi).

		75-v.	80-v.	85-v.	Muutokset 75–80- vuoden välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 80–85- vuoden välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 75–85- vuoden välillä (simple- kontrasti), p-arvo
Testityyppi	Huojunta- parametri						
Jalat Vierekkäin, silmit auki, N=18	Sivuttais- suuntainen nopeus	11.8 (2.2)	19.5 (3.0)	14.9 (5.7)	<0.001	0.003	0.050
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	20.3 (5.4)	26.1 (5.0)	21.8 (8.4)	0.001	0.032	0.462
	Keski- määräinen vauhti- momentti	43.6 (15.4)	63.1 (26.8)	19.5 (8.1)	0.008	<0.001	<0.001
Jalat Vierekkäin, silmit kiinni, N=18	Sivuttais- suuntainen nopeus	15.2 (4.0)	22.1 (3.8)	18.2 (8.6)	<0.001	0.036	0.150
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	29.2 (7.6)	31.7 (8.0)	37.0 (23.2)	0.045	0.029	0.109
	Keski- määräinen vauhti- momentti	70.2 (42.6)	90.3 (47.4)	49.4 (58.8)	0.016	0.002	0.056
Tandem- seisonta N=11	Sivuttais- suuntainen nopeus	30.9 (5.5)	34.5 (3.5)	46.3 (9.4)	0.012	0.001	<0.001
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	40.6 (8.1)	41.7 (5.4)	50.7 (14.5)	0.607	0.054	0.009
	Keski- määräinen vauhti- momentti	133.5 (44.4)	148.7 (58.0)	134.5 (52.8)			

TAULUKKO 6. Asennonhallintamittausten tulokset (keskiarvot, keskihajonnat) ja tasapainossa tapahtuneet muutokset kymmenen vuoden aikana toisen kohortin (syntyneet v. 1910) naisilla (toistettujen mittausten varianssianalyysi).

		80-v.	85-v.	90-v.	Muutokset 80–85- vuoden välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 85–90- vuoden välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 80–90- vuoden välillä (simple- kontrasti), p-arvo
Testityyppi	Huojuntapa- rametri						
Jalat Vierekkäin, sil- mät auki, N=19- 20	Sivuttais- suuntainen nopeus	10.6 (3.4)	14.2 (5.6)	13.4 (10.4)	0.001	0.675	0.200
	Eteen- Taakse- suuntainen nopeus	20.1 (6.8)	25.0 (9.4)	27.8 (19.8)	0.001	0.409	0.039
	Keski- Määräinen vauhti- momentti	41.2 (28.6)	47.3 (26.8)	20.0 (16.2)	0.340	<0.001	0.001
Jalat vierekkäin, sil- mät kiinni, N=16	Sivuttais- suuntainen nopeus	12.3 (4.3)	16.0 (5.1)	12.4 (4.1)	<0.001	<0.001	0.872
	Eteen- Taakse- suuntainen nopeus	27.0 (12.0)	31.4 (9.5)	26.7 (8.7)	0.148	0.016	0.921
	Keski- määräinen vauhti- momentti	49.5 (30.5)	65.9 (30.8)	22.8 (12.2)	0.019	<0.001	0.001
Tandem- seisonta N=26-28	Sivuttais- suuntainen nopeus	41.4 (15.9)	40.6 (16.0)		0.806		
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	49.0 (19.9)	49.9 (26.5)		0.825		
	Keski- määräinen vauhti- momentti	197.6 (104.6)	194.7 (121.7)		0.918		

TAULUKKO 7. Asennonhallintamittausten tulokset (keskiarvot, keskihajonnat) ja tasapainossa tapahtuneet muutokset kymmenen vuoden aikana toisen kohortin (syntyneet v. 1910) miehillä (toistettujen mittausten varianssianalyysi).

		80-v.	85-v.	90-v.	Muutokset 80–85- vuoden välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 85–90- vuoden välillä (repeated- kontrasti), p-arvo	Muutokset 80–90- vuoden välillä (simple- kontrasti), p-arvo
Testityyppi	Huojunta- Parametri						
Jalat vierekkäin, silmät auki, N=6	Sivuttais- suuntainen nopeus	11.9 (5.1)	15.2 (5.6)	14.7 (10.4)	0.003	0.854	0.330
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	21.9 (6.9)	28.5 (5.4)	34.0 (13.4)	0.021	0.178	0.043
	Keski- Määräinen vauhti- Momentti	44.3 (23.5)	55.5 (29.3)	35.3 (42.8)			
Jalat vierekkäin, silmät kiinni, N=6	Sivuttais- suuntainen nopeus	14.0 (4.4)	20.1 (5.3)	25.9 (28.5)	0.002	0.587	0.317
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	30.1 (8.9)	38.6 (7.1)	54.0 (34.7)	0.009	0.285	0.136
	Keski- Määräinen vauhti- Momentti	64.2 (30.0)	111.3 (45.3)	140.0 (258.8)	0.031	0.764	0.499
Tandem- seisonta N=15	Sivuttais- suuntainen nopeus	44.0 (17.5)	39.7 (10.5)		0.315		
	Eteen- taakse- suuntainen nopeus	50.6 (11.4)	52.3 (13.3)		0.680		
	Keski- Määräinen vauhti- Momentti	226.1 (140.6)	208.0 (125.8)		0.547		

Naisten huojunnan nopeus oli miehiä pienempi kahdessa ensimmäisessä testissä. Tandem-seisonnassa, vaativimmassa testissä, naisten huojunnan nopeus oli miehiä suurempaa, joskaan ei tilastollisesti merkitsevästi.

Huomioitaessa tasapainotutkimuksessa tutkittavan pituus tai paino, muutokset mittauskertojen välillä heikkenivät tai eivät olleet enää tilastollisesti merkitseviä. Pituus kovariaattina poisti naisilla mittauskertojen väliset muutokset muiden kuin toisen testin keskimääräisen vauhtimomentin suhteen. Paino ja pituus oli naisilla parametrisesti tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa-antava kovariaatti. Eli mitä painavampi tai lyhyempi nainen, sitä parempi tasapaino hänellä todennäköisesti oli.

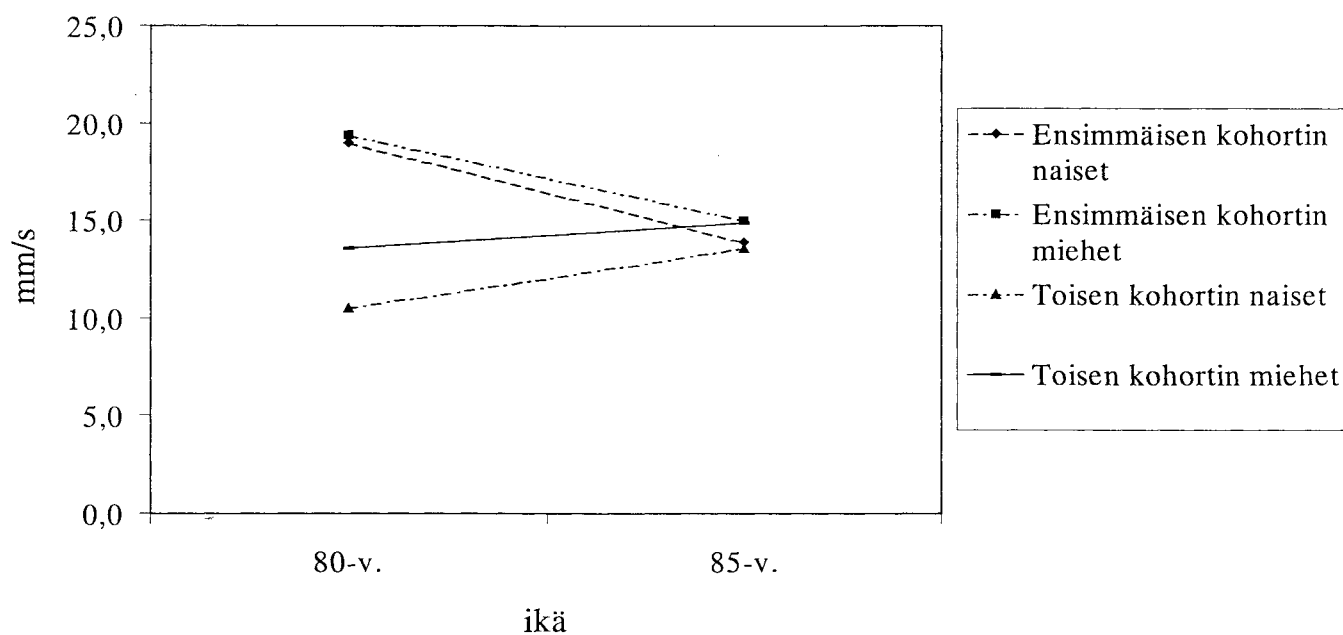
Tasapainon suhteellisissa muutoksissa havaittiin eroja verrattaessa alkumittauksessa hyviä ja heikkoja asennonhallinta-arvoja saaneita kymmenen vuoden seuranta-aikana. Pääsääntöisesti suhteellinen muutos oli suurempi hyviä kuin heikkoja arvoja saaneilla, mutta riippuvuutta testistä ja parametristä ilmeni. Pitkittäistutkimusaineisto toisen kohortin miesten ja ensimmäisen kohortin heikkoja tandem-tuloksia saaneiden osalta oli niin niukka, ettei luokitelluilla asennonhallintatiedoilla saatu luotettavia tuloksia.

Alku- ja loppumittausten tasapainoarvoja analysoitaessa havaittiin huojunnan lisääntymistä kahdessa ensimmäisessä testissä ensimmäisessä kohortissa sivuttais- ja toisessa kohortissa eteen- taaksesuuntaisesti. Miehet huojuivat naisia pääsääntöisesti enemmän kahdessa ensimmäisessä testissä.

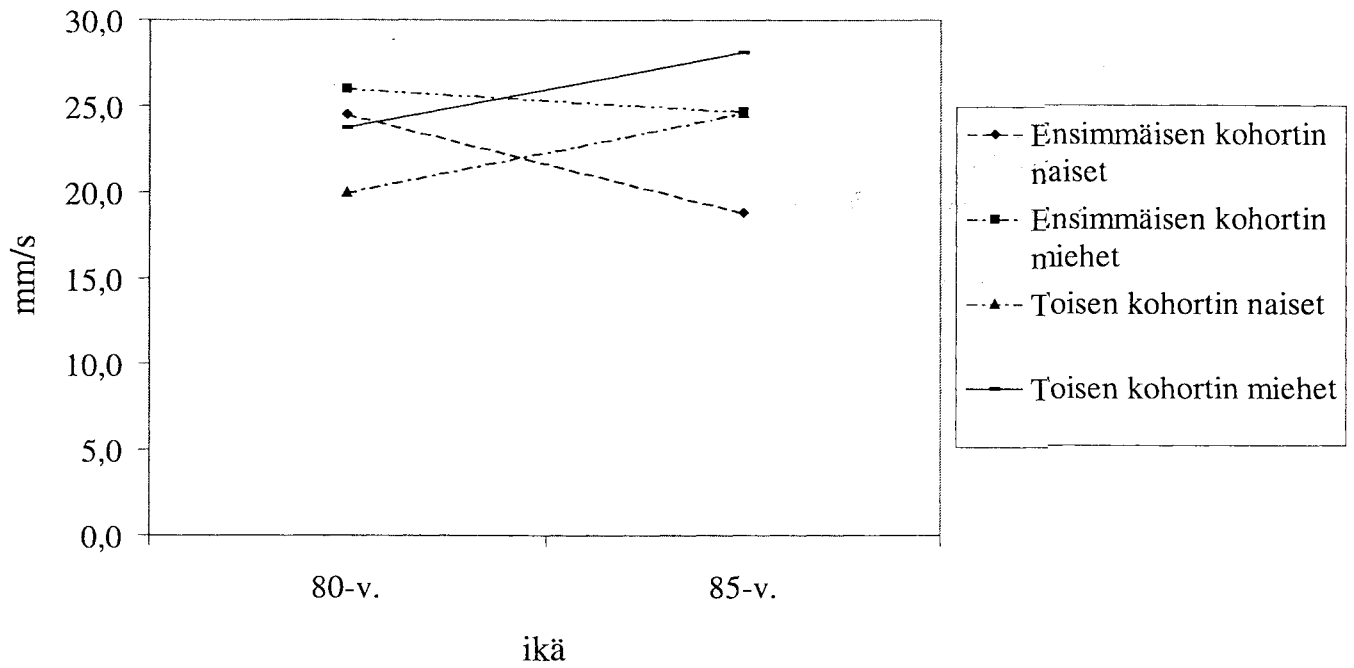
Eri testeissä ja parametreissa havaittiin eroja arvioitaessa tasapainon suhteellisten muutosten suuruutta. Jalat vierekkäin, silmät auki -testi toi esiin pääsääntöisesti suuremmat pitkittäismuutokset kuin jalat vierekkäin, silmät kiinni -testi. Poikkeuksena keskimääräisen vauhtimomentin arvon muutos toisen kohortin tutkittavilla jalat vierekkäin, silmät kiinni -testissä kymmenen vuoden seurannan aikana. Kyseinen testi ilmaisi suuremman arvon muutoksen kuin jalat vierekkäin, silmät auki -testi.

6.3 Kohorttieroit asennonhallintakyvyn muutoksissa 80–85-ikävuoden välillä

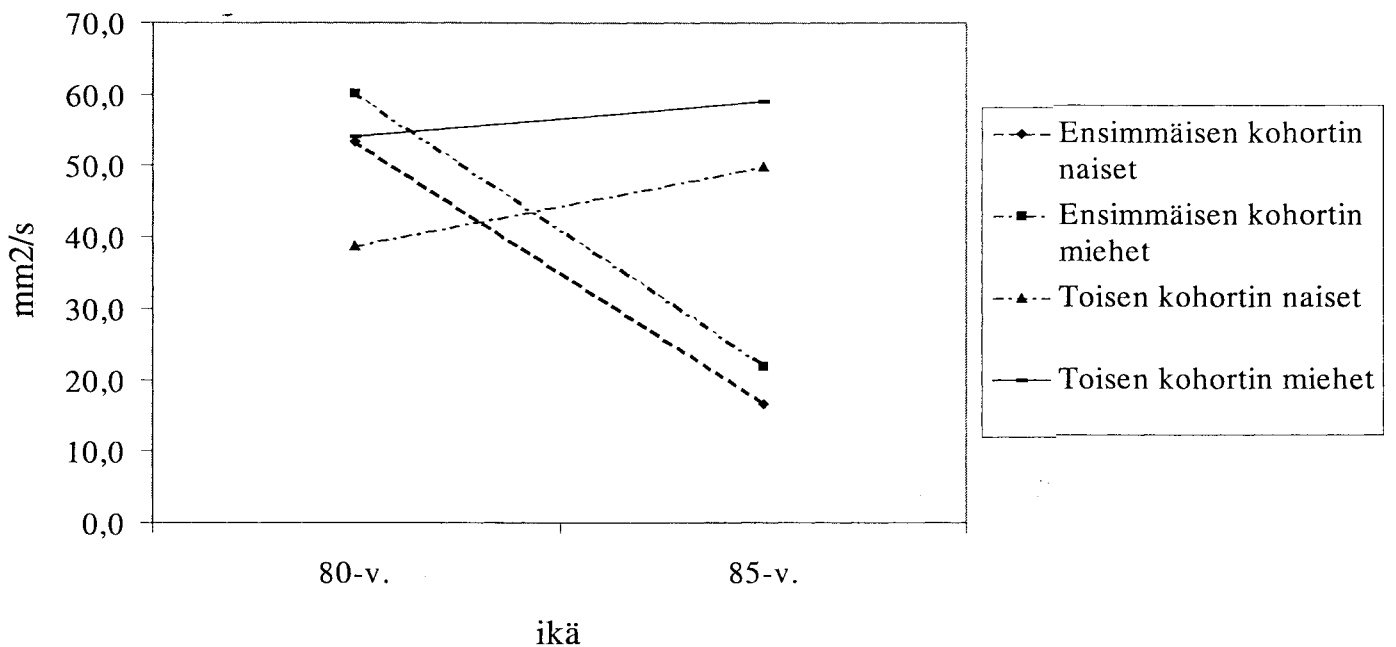
Asennonhallintakyvyssä havaitut muutokset 80–85-ikävuoden välillä esitetään kuvioissa 4–6 ensimmäisen testin (jalat vierekkäin, silmät auki) osalta ja liitteessä III esitetään testikohtaiset taulukot.



KUVIO 4. Jalat vierekkäin, silmät auki -testin asennonhallintakyvyn sivuttaissuuntaisen huojunnan arvojen muutos 80–85-ikävuoden välillä.



KUVIO 5. Jalat vierekkäin, silmät auki -testin asennonhallintakyvyn eteen-taaksesuuntaisen huojunnan arvojen muutos 80–85-ikävuoden välillä.



KUVIO 6. Jalat vierekkäin, silmät auki -testin asennonhallintakyvyn keskimääräisen vauhtimomentin arvojen muutos 80–85-ikävuoden välillä.

Ensimmäisessä kohortissa huojuunnan nopeus pieneni kahdessa ensimmäisessä testissä 80–85-ikävuoden välillä. Toisessa kohortissa huojuunnan nopeus suureni. Miehet huojuivat naisia enemmän kahdessa ensimmäisessä testissä. Kohortin ja tutkimusajankohdan välillä esiintyi yhdysvaikutusta kahdessa ensimmäisessä testissä, lukuun ottamatta toisen testin eteen-taaksesuuntaista huojuuntaa. Ajan vaikutus riippui siis kohortista. Sukupuolen ja syntymäajan yhdysvaikutusta ei esiintynyt. Tandem-testissä esiintyi suuntaa-antavaa yhdysvaikutusta tutkimusajankohdan ja kohortin suhteen huojuunnan sivuttaissuuntaisessa nopeudessa.

6.4 Asennonhallinta-arvot kuolleisuuden ennustajana

Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty kuolleisuus tuhatta henkilövuotta kohti sukupuolittain ja kohorteittain.

Tasapainon alkumittauksiin osallistuneista ensimmäisen kohortin henkilöistä kuoli kymmenen vuoden seurannan aikana 109 naista ja 69 miestä. Toisen kohortin tutkittavista kuoli vastaavana aikana 121 naista ja 55 miestä. Kuoleman vaarasuhde (RR) laskettiin testikohtaisesti kuoleman suhteellisen riskin arvioimiseksi. Ensimmäisen testin alkumittauksissa heikkoja arvoja saaneiden kuoleman vaarasuhde ensimmäisessä kohortissa oli 2.31 verrattuna hyviä arvoja alkumittauksessa saaneisiin. Toisessa (2.64) ja kolmannessa (1.66) testissä kuoleman vaarasuhde oli myös korkeampi heikkoja alkumittauksen asennonhallinta-arvoja saaneilla ja lisäksi kuoleman vaarasuhde oli miehillä 1.80–1.83 -kertainen naisiin verrattuna. Myös kolmannessa testissä (tandem-seisonta) kuoleman vaarasuhde (1.66) oli heikkoja arvoja saaneilla suurempi ja myös tässä testissä miesten vaarasuhde oli naisia korkeampi (1.83). Kaikkien kolmen testin yhteinen muuttuja ilmaisi kuoleman vaarasuhteeksi 2.85 huonoja alkumittausarvoja saaneilla verrattuna hyviä arvoja saaneisiin.

Toisessa kohortissa kuoleman suhteellista riskiä kartoitettaessa yksikään kolmesta tasapainotestistä ei erotellut kuoleman vaarasuhteen perusteella hyviä ja heikkoja alkumit-

tauksen asennonhallinta-arvoja saaneita. Miesten kuoleman vaarasuhde oli naisiin verrattuna 3.09, kun kaikkien kolmen testin yhdistävää tasapainomuuttujaa tarkasteltiin.

TAULUKKO 4. Kuolleisuus tuhatta henkilövuotta kohti ensimmäisen kohortin henkilöillä.

Testi	Naiset		Miehet	
	Hyvät Tasapainoarvot	Heikot tasapainoarvot	Hyvät Tasapainoarvot	Heikot tasapainoarvot
Jalat vierekkäin, silmät auki	36.2	82.2	58.6	116.6
Jalat vierekkäin, silmät kiinni	25.7	85.3	64.2	124.4
Tandem-seisonta	50.4	52.6	46.9	135.1

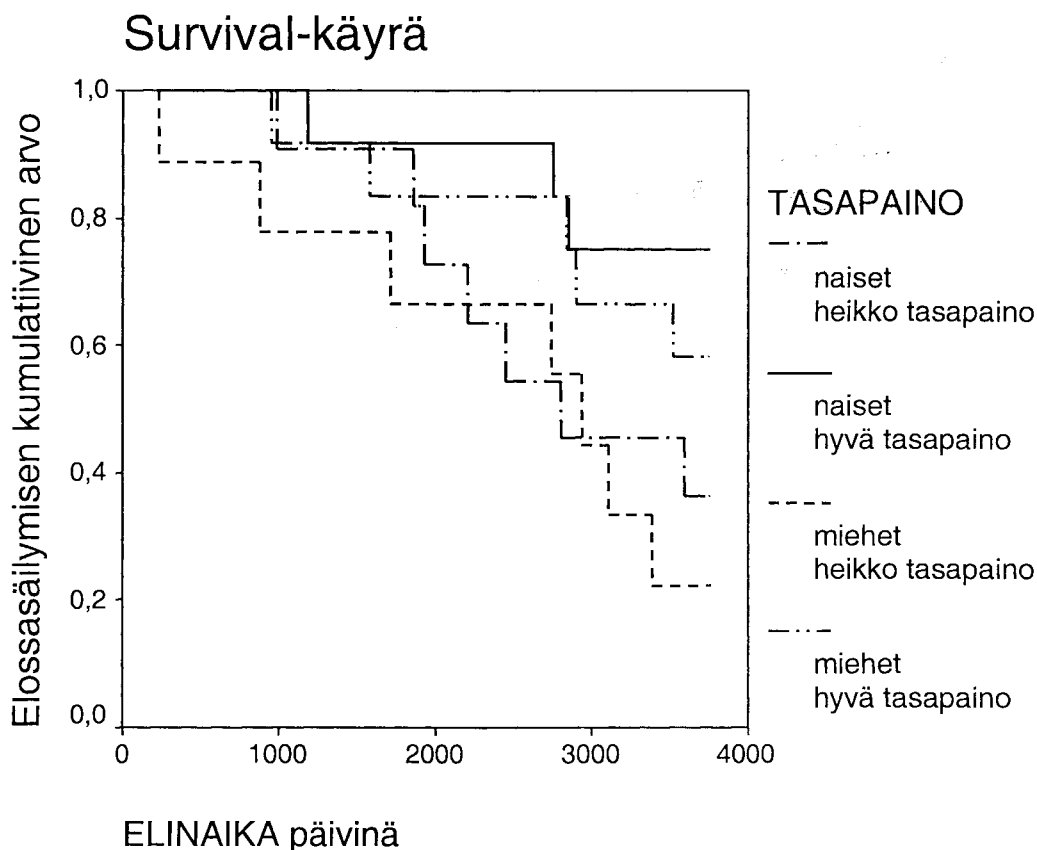
TAULUKKO 5. Kuolleisuus tuhatta henkilövuotta kohti toisen kohortin henkilöillä.

Testi	Naiset		Miehet	
	Hyvät Tasapainoarvot	Heikot Tasapainoarvot	Hyvät tasapainoarvot	Heikot Tasapainoarvot
Jalat vierekkäin, silmät auki	71.7	103.6	112.6	126.0
Jalat vierekkäin, silmät kiinni	78.4	95.0	110.0	112.6
Tandem-seisonta	65.5	56.6	69.8	117.3

Heikkoja asennonhallinta-arvoja alkumittauksen kahdessa ensimmäisessä testissä saaneilla riski kuolla oli suurempi kuin hyviä asennonhallinta-arvoja saaneilla. Naisten kuolleisuusluvut olivat miehiä pienempiä kahden ensimmäisen testin osalta. Kolmannessa testissä hyviä arvoja saaneiden miesten kuolleisuusluvut olivat heikkotasapainoisia miehiä pienempiä. Ensimmäisessä kohortissa ilmeni suurempi ero kuolleisuusluvuisissa hyviä ja heikkoja asennonhallinnan arvoja saaneilla kuin toisessa kohortissa kahdessa ensimmäisessä testissä.

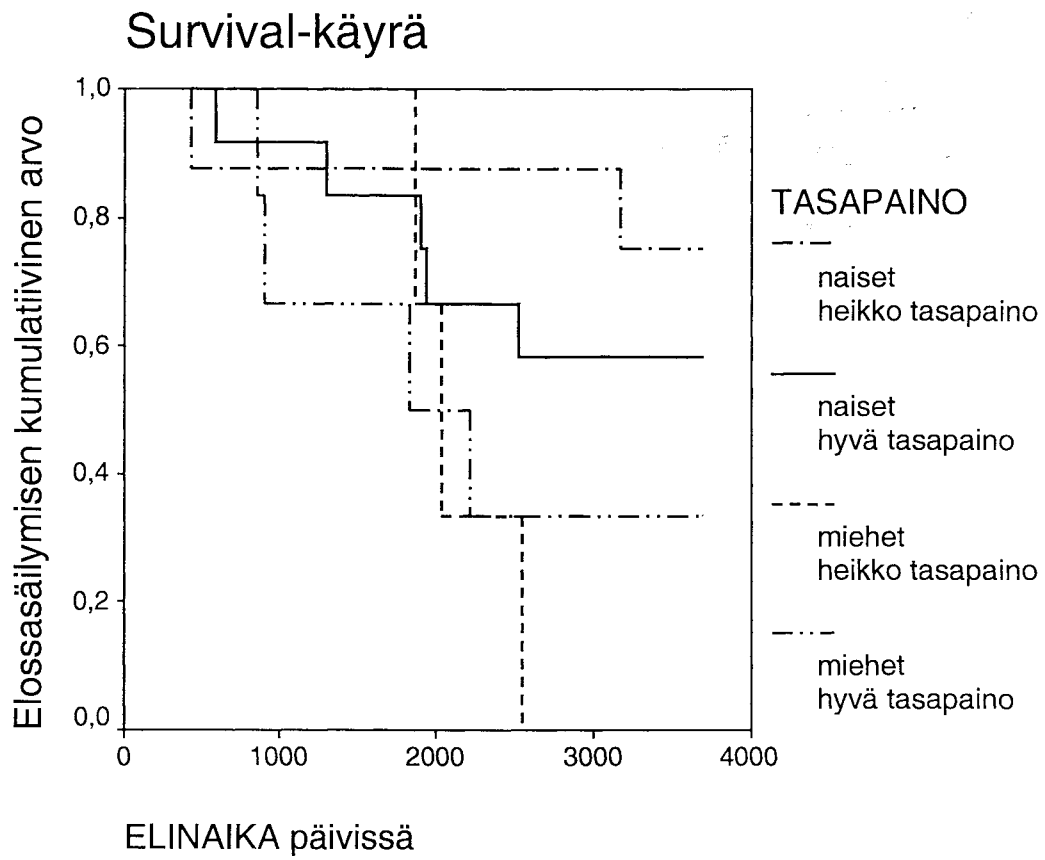
Kaksi- ja kolmiluokkaisessa tasapainomuuttujassa, jossa alkumittauksen tasapainoarvot oli luokiteltu frekvenssitietoihin perustuvien prosentiosuuksien mukaan, tarkasteltiin asennonhallinta-arvoja kuolleisuuden ennustajana. Tulokset ovat nähtävillä parametrikohtaisesti liitteen IV taulukoissa. Ensimmäisellä kohortilla suurin osa parametreista ennusti korkeampaa kuolleisuutta kahdessa ensimmäisessä testissä heikkoja asennonhallinnan alkumittausarvoja saaneilla. Kolmannessa testissä vastaava havainto ilmeni miehillä (taulukot 4A ja 4B). Testikohtaiset ja kolmen testin yhdistävän tasapainomuuttujan tulokset luettavissa tekstistä.

Analysoitaessa asennonhallinta-arvoja testikohtaisesti Kaplan-Meierin elinaika-analyysillä, alkumittauksen hyvät asennonhallinta-arvot ennustivat pidempää elinaikaa ensimmäisen kohortin tutkittavilla, lukuun ottamatta kolmatta testiä naisilla. Kolmannessa testissä tasapainokyvyltään hyväksi luokitelluilla miehillä elinaika-arvot olivat paremmat ensimmäisessä kuin toisessa kohortissa. Muuttujassa, joka muodostui kaikkien kolmen testin luokitelluista arvoista, verrattiin hyviä ja heikkoja alkumittauksen asennonhallinta-arvoja saaneita. Hyviä alkumittauksen arvoja saaneet naiset ja miehet elivät suuntaa-antavasti ($p = 0.06-0.09$) pidempään kuin heikkoja alkumittausarvoja saaneet. Kuviossa 7 on hengissäsäilymiskäyrä (survival-käyrä), joka kuvaa kaikissa tasapainotesteissä alkumittauksissa hyviä ja heikkoja arvoja saaneiden keskimääräistä elinaikaa.



KUVIO 7. Survival-käyrä tasapainomuuttujasta, joka on muodostettu kaikkien kolmen testin luokitelluista tasapainomuuttujista ensimmäisessä kohortissa (syntyneet v. 1914).

Yksikään parametri toisen kohortin naisilla ei erotellut hyvä- ja heikkotasapainoisia naisia kuolleisuuden suhteen. Miehillä vain kolmannen testin keskimääräisessä vauhtimomentissa havaittiin yhteyttä heikolla tasapainolla ja kuolleisuudella (taulukot 4C ja 4D). Analysoitaessa toisen kohortin asennonhallinta-arvoja testikohtaisesti ja kaikkien kolmen testin yhdistävää luokiteltua muuttujaa Kaplan-Meierin testillä, alkumittauksen asennonhallinta-arvot eivät ennustaneet kuolleisuutta. Kuviossa 8 on esillä survival-käyrä, joka kuvaa kaikissa tasapainotesteissä alkumittauksissa hyviä ja heikkoja arvoja saaneiden keskimääräistä elinaikaa.



KUVIO 8. Survival-käyrä tasapainomuuttujasta, joka on muodostettu kaikkien kolmen testin luokitelluista tasapainomuuttujista toisessa kohortissa (syntyneet v. 1910).

7 POHDINTA

Tämän tutkimuksen mukaan tasapaino heikkeni eli huojunta lisääntyi ensimmäisen viiden seurantavuoden aikana. Jälkimmäisen viiden seurantavuoden aikana huojunta vähentyi kummassakin tutkimuskohortissa. Parametreista keskimääräinen vauhtimomentti toi esiin suurimmat prosentuaaliset muutokset asennonhallinnassa. Ensimmäisessä kohortissa (syntyneet vuonna 1914) asennonhallinnan huojunnan nopeus vähentyi ja toisessa kohortissa (syntyneet vuonna 1910) lisääntyi 80–85-ikävuoden välillä. Miesten tasapaino oli naisia heikompi kahdessa ensimmäisessä tasapainotestissä (jalat vierekkäin, silmät auki ja silmät kiinni). Heikot asennonhallinta-arvot ennustivat kuolleisuutta ensimmäisen kohortin tutkittavilla.

Asennonhallintaa tutkittaessa on perusteltua huomioida tutkittavien vartalon pituus ja paino. Ikivihreät-tutkimuksen tasapainomittauksissa käytössä oleva voimalevytekniikka vaatii horisontaalisten voimien analysointia, joten tutkittavan henkilön pituuden mukaanotto analyysiin on välttämätöntä laskettaessa voimavaikutusten keskipisteen huojunnan eteen-taakse- ja sivuttaissuuntaisia koordinaatteja. Pitkillä ihmisillä voimavaikutusten keskipisteen etäisyys alustasta (0.55 kertaa tutkittavan pituus) on suurempi kuin lyhyemmällä henkilöillä. Tämä altistaa pitkät henkilöt suuremmalle asennonhallinnan huojunnalle. Kehon painon on todettu pituuden ohella vaikuttavan asennonhallintakykyyn (mm. Era ym. 1996b). Naiset, joilla kehon paino on alhainen, huojuvat enemmän kuin samanikäiset painavammat verrokkit. Kehon massan sijoittuminen lähemmäs tukipintaa vakauttaa halutun asennon ylläpitoa sekä itse massan määrä stabiloii asennonhallintaa. Tätä antropometristä vaihtelua pyritään vähentämään sopeuttamalla asennonhallintatulokset tutkittavan pituuteen ja painoon. (Era ym. 1996b.) Tässä tutkimuksessa muutokset mittauskertojen välillä pienuivat tai eivät olleet enää tilastollisesti merkitseviä valittaessa alkumittauksen pituus tai paino kovariaatiksi. Tämä tukee aiempien tutkimusten tuloksia (mm. Era ym. 1996 & Era ym. 1997).

Ikivihreät-tutkimukseen kaikkina kolmena tutkimusajankohtana osallistuneet toisen kohortin miehet olivat huomattavasti painavampia kuin vain alkumittaukseen osallistuneiden ryhmä. Toisen kohortin miehet kykenivät säilyttämään painonsa hyvin kymmenen vuoden ajan. Tämä viittaa siihen, että kyseinen ryhmä on hyvin valikoitunutta joukkoa. Naisilla ei näin selviä eroja pitkittäistutkimusaineiston ja alkumittauksiin osallistuneiden välillä havaittu. Alueellisten erojen ja erilaisten elämäntyylien (Era ym. 1996b & Ringsberg ym. 1998) vaikutusta antropometristen tekijöiden sekä genetiikan (Horak ym. 1989) rinnalla ei tule aliarvioida pohdittaessa asennonhallintakykyyn vaikuttavia tekijöitä.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat aiempien pitkittäis- ja poikittaistutkimusten tuloksia ensimmäisen viiden seurantavuoden osalta, jolloin tutkittavien asennonhallintakyky heikkeni. Huojunta-arvojen pieneneminen jälkimmäisen viiden seurantavuoden aikana ei ole oletettu löydös pitkittäisaineistossa. Aihepiiriin liittyvien yhteyksien tarkempi pohdinta on tämän vuoksi tarpeellista ja välttämätöntä. Verrattaessa alkumittauksen ja kymmenvuotisseuruun tasapainotuloksia, kuvastavat tulokset iäkkään ihmisen asennonkontrollijärjestelmän heikkenemistä. Ikäihmisen on jäykistettävä seisoma-asentonsa (Era, suullinen tiedonanto 14.3.2001), jotta hän kykenee ylläpitämään halutun alkuasennon ilman asennonhallinnan menetystä. Pelko tasapainon menettämisestä huojunnan amplitudin lähestyessä asennonhallinnan säilymisen ja tasapainon menettämisen rajaa, pienentää oleellisesti huojunnan amplitudia hyväksytyissä testisuorituksissa. Kummasakin kohortissa huojunnan amplitudi (muuttujana neliön sivun pituus) vähentyi viimeisen viiden seurantavuoden aikana muilla kuin toisen kohortin miehillä. Toisen kohortin miehet olivat pieni valioryhmä (n=6). Kahdessa ensimmäisessä (jalat vierekkäin, silmät auki ja silmät kiinni) testissä huojunnan amplitudi vähentyi naisilla kymmenen vuoden aikana.

Huojunnan nopeuden ja keskimääräisen vauhtimomentin arvojen eroavaisuus johtuu voimavaikutusten keskipisteen poikkeamasta keskipisteestään eli amplitudista. Huojunnan nopeuden arvoa laskettaessa ei ole merkitystä millä etäisyydellä geometrisestä keskipisteestä huojuntaa esiintyy testin aikana. Keskimääräinen vauhtimomentti on riippuvainen huojunnan etäisyydestä geometrisestä keskipisteestä koko testin ajan. Tämän

vuoksi huojunnan määrällä on suurempi vaikutus tulokseen, mikäli huojuntaa esiintyy kaukana geometrisesta keskipisteestä. (Era ym. 2002.)

Keskimääräisen vauhtimomentin arvon pieneneminen saattaa johtua edellä esitetystä asennonkontrollijärjestelmän heikkenemiseen liittyvästä mekanismista tai mahdollisesti systemaattisesta virheestä. Vakioitu jalkojen asento voimalevyllä on keskimääräisen vauhtimomentin oikeiden suoritusarvojen mahdollistaja. Jalkojen asennon vaihtelun seurauksena tukipinnan laajuus ja muoto muuttuvat, mikä vaikuttaa mittaustuloksiin. Huomattavalla osalla kymmenvuotisseurantaan osallistuneista iäkkäistä henkilöistä oli vaikeuksia saavuttaa ja ylläpitää haluttua tandem-seisonta -asentoa, jossa tutkittavan painon tuli jakautua tasapuolisesti kummallekin jalalle.

Keskimääräistä vauhtimomenttia ei voitane pitää parhaana muuttujana ilmaisemaan asennonhallintakyvyssä tapahtuvia muutoksia, vaikka se kahdessa ensimmäisessä testissä toi esille suurimmat prosentuaaliset muutokset kymmenen vuoden seurannan aikana. Keskimääräinen vauhtimomentti muodostuu lisääntyvän huojunnan nopeuden ja pienevän amplitudin tulon suhteesta ajanyksikköön. Pohdittaessa huojunnan sivuttais- ja eteen-taaksesuuntaisen nopeuden kuvantamiskykyä havaitaan, että kummatkin parametrit osoittavat huojunnan nopeuden lisääntymistä kymmenvuotisseurannassa. Lienee oikeutettua sanoa, että nämä parametrit kuvaavat hyvin tasapainon muutosta.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat Eran ym. (2002) pohdintaa siinä, että iäkkäillä henkilöillä huojunnan nopeuden pitkäaikaisuusmuutokset ilmenevät selvimmin ensimmäisessä testissä viisi- ja kymmenvuotisseurannan aikana. Huojunnan amplitudi ja etäisyys geometrisestä keskipisteestä oli toisessa testissä paljon kriittisempi tasapainon ylläpidon kannalta näköinformaation manipuloinnin takia. Ensimmäisen testin keskimääräisen vauhtimomentin arvon muutos oli toisen testin vastaavan parametrin arvon muutosta suurempi ensimmäisessä kohortissa, mikä ei tue Eran ym. (2002) tuloksia.

Näköinformaation poissulkeminen tasapainotestissä aiheuttaa tutkittaville uuden ja oudon tilanteen asennonhallintakyvyn kannalta. Yksilötasolla muutokset tasapainokyvyssä toisen testin aikana ovat erilaisia eri ihmisillä. Eran (suullinen tiedonanto 14.3.2001) mielestä ensimmäinen testi on iäkkäillä ihmisillä soveliaampi testi asennonhallinnan

muutosten kuvaajana, koska se ilmentää yksilötasoisesti stabiilimman tilanteen. Voita-
neen siis ajatella, että hyvin yksinkertaisella asennonhallintakykyä kartoittavalla voi-
malevytestillä, jossa mitataan huojunnan eteen-taakse- ja sivuttaissuuntaista nopeutta,
voidaan kartoittaa iäkkäiden henkilöiden tasapainoa ja täten seuloa mahdollisista jatko-
toimenpiteistä hyötyvät henkilöt.

Viime vuosien aikana on tehty runsaasti kuolleisuusanalytiikkaan perustuvaa tutkimus-
ta. Tasapainoarvoja kuolleisuuden ennustajana ei tiettävästi Eraa ym. (2002) lukuun ot-
tamatta ole aiemmin analysoitu. Muiden osa-alueiden tutkimustulosten perusteella kuo-
leman riskiä iäkkäillä ihmisillä nostaa muun muassa ongelmat sisällä ja ulkona liikku-
misessa sekä heikko käden puristus- (Rantanen ym. 1998) ja polven ojennusvoima
(Laukkanen ym. 1995). Kuoleman riskiä lisäävät myös heikentynyt kognitiivinen kapa-
siteetti miehillä (Perls ym. 1993) ja kehon painon poikkeaminen normaalista kummalla-
kin sukupuolella (Rantanen ym. 2000) sekä miesten laitosasuminen (Ostbye ym. 1999).

Eran ja Rantasen (1997) mukaan seurantatutkimuksen alkumittauksessa hyviä asennon-
hallinta-arvoja saaneet ihmiset saattavat elää kauemmin. Monien fyysisten ja sensomo-
toristen toimintojen heikkeneminen nopeutuu ennen kuolemaa. Tätä kuolemaa edeltävää
heikkenemistä (terminal decline) ei voida havaita poikkileikkaustutkimuksissa. Eran ja
kumppaneiden (2002) mielestä erot seurantajakson aikana kuolleiden ja elossa säilynei-
den tasapainossa saattavat pikemminkin ilmaista elämisen kannalta tärkeiden ja merki-
tyksellisten toimintaedellytysten heikkenemistä juuri ennen kuolemaa kuin kaatumista-
paturmien ja sairauksien lisääntymistä.

Luokiteltujen asennonhallinnan alkumittausarvojen suhde kuoleman riskiin tukee Eran
ym. (2002) tulosta ensimmäisen kohortin kohdalla. Eran ja kumppaneiden mukaan en-
simmäisen testin alkumittauksissa hyviä arvoja saaneet naiset ja miehet elävät kauem-
min kuin heikkoja alkumittauksen arvoja saaneet. Tässä tutkimuksessa myös naisilla
toisen sekä miehillä toisen ja kolmannen (tandem-seisonta) testin hyvät alkumittausar-
vot ennustivat pidempää elinikää kuin heikkoja alkumittausarvoja saaneilla. Toisessa
kohortissa ei havaittu alkumittauksien asennonhallinta-arvojen ennustavan kuolleisuut-
ta.

Asennonhallintakyvystä analysoidun kuolleisuusanalyttisen tiedon hyödyntäminen on tärkeää. Todennäköistä on, että heikkotasapainoisella henkilöllä esiintyy ongelmia muissakin päivittäisissä toiminnoissa, mikä saattaa aiheuttaa henkilölle toiminnanvajavuutta. Jos tasapainoa ei kyetä kehittämään, niin ulkoisten olosuhteiden ja henkilön sisäisten tarpeiden adaptaatiolla voidaan tarpeiden ja vaatimusten epäsuhtaan vaikuttaa. Asennonhallintakyvyn heikkenemisen voidaan siis ajatella olevan monen muun fyysisen tekijän ohella merkki toimintakyvyn heikkenemisestä ja täten käyttökelpoinen muuttuja ennustamaan toiminnanvajavuutta. Huomioitavaa on, että heikot asennonhallinta-arvot ovat vain yksi mahdollinen selittävä tekijä kohonneelle riskille kuolla. Taustalla olevien lukuisten muiden vaikuttavien tekijöiden yhtäaikainen seuranta on vaikeaa, ellei mahdollonta.

Laboratorio-oloissa tehdyt seisoma-asennon biomekaaniset mittaukset ovat usein monimutkaisempia, tarkempia ja täsmällisempiä kuin kliinisessä työssä käytetyt tasapainon mittaamenetelmät. Lisäksi laboratorio-oloissa tehtyjen tutkimusten tulokset, etenkin seurantatutkimukset, ovat vähemmän riippuvia tutkijoista. Ikivihreät-projektin tasapainomittauksia teki vuosina 1989 ja 1990 kaksi sekä vuosina 1994 ja 1995 kaksi eri henkilöä kuin aikaisempina vuosina. Kahden ensimmäisen tutkimusajankohdan suhteen ei havaittu tutkimustulosten suhteen eroja eri mittaajilla (Era ym. 1996b). Vuoden 1999 tasapainomittauksia teki kaksi henkilöä ja vuonna 2000 kolme, joista yksi henkilö oli sama kuin vuonna 1999. Mittaustulosten vertaaminen eri mittaajien välillä on tulosten luotettavuuden kannalta tarpeellista myös kymmenvuotisseurannan osalta.

Alku- ja viisivuotisseurantamittaukset suoritettiin tutkimuslinjan mukaisesti kello 10–15 välillä ja vuosina 1999 ja 2000 joko iltapäivän alussa tai myöhemmin iltapäivällä viimeisenä mittauspisteenä. Väsymisen, fyysisten tai psyykkisten syiden takia kaikki tutkittavat eivät osallistuneet tasapainomittauksiin. Varsinkin toisen kohortin kymmenvuotisseurantamittauksissa oli tutkittavilla havaittavissa oireita väsymyksestä, joka saattaa heikentää tasapainomittausten tulosten luotettavuutta. Tasapainotestien ajallinen sijoittuminen suhteessa muihin laboratoriomittauksiin vaatii jatkossa pohdintaa.

Pohdittaessa tutkimusjoukon koostumusta havaittiin, että tutkittavien itsearvioidussa terveydessä, diagnosoitujen sairauksien määrässä, vartalon pituudessa tai painossa ei

ollut merkitsevää eroa tasapainotestattujen ja testiin osallistumattomien suhteen 75- ja 80-vuotiailla ensimmäisen kohortin tutkittavilla. Diagnosoimattomien sairauksien määrästä ja vaikutuksesta toimintakykyyn ei ole saatavilla tietoja. (Era ym. 1996b.) Tutkijat (Era ym. 1997) hieman yllättyivät havainnostaan, ettei tasapainossa ollut havaittavissa systemaattisia eroja tutkittavien välillä, vaikka osalla heistä oli asennonhallintakykyyn vaikuttavia diagnosoituja pitkäaikaissairauksia, kuten Parkinsonin tautia. Selityksenä ilmiölle saattaa olla vaikeimpien tapausten poisjäänti tutkimuksesta sekä asennonhallintakykyyn selvästi vaikuttavien sairauksien vähäinen määrä tutkimusjoukossa. Jokaisen tutkittavan kohdalla ei myöskään ollut saatavilla tietoja diagnosoitujen sairauksien vaikeusasteesta. Kymmenvuotisseurannan tulosten analysointi on kesken kummankin kohortin osalta, joten tarkkoja terveydentilaan liittyviä tietoja tutkituista ja tutkimukseen osallistumattomista ei ole vielä saatavilla.

Tutkimuksen kato-analyysi on suoritettu puhelimitse. Yleisin syy tutkimusjoukosta poisjääntiin alkumittauksissa sekä toimintakykyhaastattelun että laboratoriotutkimusten suhteen oli kiinnostuksen puute sekä heikko toimintakyky ja terveys. Edellä mainitut syyt laitostumisen ohella olivat yleisimpiä poisjäännin syitä viisivuotisseurannassa. Kiinnostuksen puute ja huono terveydentila olivat suurimmat poisjäännin syyt kymmenvuotisseurannassa. Osa laboratoriomittauksiin saapuneista tutkittavista ei kyennyt osallistumaan kaikkiin fyysistä ja senso-psykomotorista toimintakykyä mittaaviin testeihin, minkä vuoksi osallistumisluvut ovat testikohtaisesti erilaisia.

Monet laboratorio-olosuhteissa tehtävät testit ovat luonteeltaan staattisia, kuten Ikivihreät-tutkimuksessakin, eivätkä välttämättä paljasta dynaamisessa liikkeessä ilmeneviä ongelmia. Esitetty kritiikki staattisten tasapainotestien heikosta soveltamiskelpoisuudesta perustuu jokapäiväisten asennonhallintaongelmien niukkaan esilletuloon staattisin testein. Era ym. (1997) esittävät, että staattisin testein kerätty tasapainotieto saattaa olla validi menetelmä iäkkäiden ihmisten jokapäiväisen toimintakyvyn ilmentäjänä. Toisissa yhteyksissä staattisen ja dynaamisen tasapainotestauksen välistä kysymyksenasettelua ollaan pyritty ratkomaan taitosuoritteen aikaisella voimalevymittaamisella, jonka tarkoituksena on ollut mahdollistaa toiminnanaikaisen tasapainon tutkiminen (mm. Era ym. 1996a). Pohdinnan arvoista lienee, onko jatkossa tarpeellista lisätä asennonhallinnan mittausten testipatteristoon yksinkertainen tasapainotesti, joka kartoittaisi toimin-

nanaikaista tasapainoa. Tämä tieto lisäisi tietämystä iäkkäiden tasapainosta ja tarjoaisi vertailupohjan muille testeille.

Tasapainon mittaamisen tulisi perustua kolmen aistikanavan kautta saatuun informaatioon siten, että ainakin kaksi (Horak ym. 1989) näistä kanavista olisi käytössä asennonhallinnan ylläpidossa. Oleellista on havaita, että laboratoriomittauksissa tutkittavan on kyettävä seisomaan ilman tukea mittauksen vaatiman ajan, mikä on eräs tutkimusjoukon valintaa rajoittava tekijä. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia tutkittaessa pitkäaikaisasetelmalla runsaslukuista asennonhallintakyvyltään heikentyntä ikäihmisten joukkoa. (Berg 1989.)

Mietittäessä tämän tutkimuksen mahdollisia virhelähteitä on tarkoituksenmukaista pohdita monia asioita. Teknisten ongelmien takia osa ensimmäisen kohortin alkumittausten tasapainotiedoista menetettiin lyhyeltä ajanjaksolta. (Era ym. 1996b.) Alkumittauksessa ja viisivuotisseurannassa jotkut henkilöt eivät kyenneet ylläpitämään haluttua alkuasentoa koko testissä vaadittua aikaa, mutta heidän mittaustuloksiaan kyettiin hyödyntämään, kun niistä poistettiin 'käyttökelvoton' osa. Näiden pätkittyjen tiedostojen käyttöanalyysissä onnistuu kyseessä olevan mittausajankohdan osalta, mutta ei pitkäaikaisaineistollisissa jatkotarkasteluissa. Tämä johtuu siitä, että pitkäaikaisaineistossa analysoitavaksi suoritukseksi hyväksyttiin tasapainotestin oletusajassa suorittaneet. Pätkittyjä tasapainotiedostoja on aineistossa niukasti. Kymmenvuotisseurannassa on käytetty vain mittaustuloksia, jotka pohjautuvat testin oletusajassa suorittaneiden tuloksiin. Tämä ei vaikuttane tulosten luotettavuuteen.

Pohdinnan arvoinen asia on myös tutkittavan mittaussuorituksen toistokerran selvittäminen. Tutkittava sai halutessaan uusia mittauksen kerran kaikkina mittausajankohtina, mikäli hän ei kyennyt hyväksytysti suorittamaan testiä ensimmäisellä yrityksellä. Mittauksissa ei ole tarkemmin huomioitu todellista suorituskertaa, joskin hyväksytyjä suorituksia henkilöllä voi testikohtaisesti olla vain yksi. Harjoitusvaikutuksen osuutta testisuoritukseen ei täten täysin voida sulkea pois henkilöillä, jotka eivät suoriutuneet hyväksytysti ensimmäisellä testiyrityksellä, mutta suorittivat testin toisella yrityksellä.

Vaihtelua tutkimustilanteen olosuhteissa ja tehdyissä toimenpiteissä on pyritty minimoimaan viikon mittaisella tutkimusavustajien koulutuksella. Jo aiemmin mainitun jalokojen asennon variaation lisäksi mahdollisia virhelähteitä ovat saattaneet olla yläraajojen ja pään asennon muutokset sekä tutkittavan sijoittuminen väärin voimalevylle. Muita asennonhallintakyvyn mittaukseen vaikuttavia tekijöitä ovat tutkittavalle annettavien ohjeiden yhdenmukaisuus ja ymmärrettävyys sekä tutkittavan motivointiin ja yleiseen mittaustilanteen ilmapiiriin ja suoritusturvallisuuteen liittyvät tekijät tutkimustulosten kirjauksen ohella.

Voimalevyn fyysinen sijainti asennonhallinnan mittauksen kannalta ei ollut täysin optimaalinen pitkien tutkittavien kohdalla kymmenvuotisseurannassa. Pitkillä henkilöillä oikea kyynärpää saattoi koskettaa tutkimusasentoa kokeiltaessa viereistä seinää käsien ollessa halutussa testiasennossa. Tällöin tutkittavaa neuvottiin siirtymään hieman vasemmalle, mutta säilyttämään alaraajoissaan testiasento. Alaraajojen asennon sijoittuminen voimalevyn pinta-alaan nähden ei olennaisesti vaikuta saataviin tuloksiin, koska tasapainomittausten tulosten analyysi suoritetaan keskittämällä mitattu aineisto kunkin yksittäisen testin keskipisteen suhteen.

Tilastollisten analyysien normaalisuusoletuksen täytyminen vaati tässä tutkimuksessa joidenkin testien osalta poikkeavien henkilöiden poistamista tutkimusotoksesta. Paikoin tutkittavien poistaminen pienensi otosta testikohtaisesti kuudella, mikä saattaa vaikuttaa todellisen jakauman muotoon. Tutkimusjoukon otoskoko kymmenen vuoden seurannassa oli varsinkin toisen kohortin miesten osalta hyvin pieni ($n=6$), mikä heikentää saatujen tulosten luotettavuutta. Aineisto itsessään antoi mahdollisuuden monipuolisten testien käyttöön, koska pääosin asennonhallintamittausten tulokset pohjautuvat jatkuvilla muuttujilla suoritettuihin analyysihin. Luokitteluasteikollista tasapainomuuttujaa käytettäessä ryhmäkoot säilyivät suhteellisen hyvinä lukuun ottamatta toisen kohortin miehiä. Asennonhallintatiedot analysoitiin sukupuolet erillään, koska monissa aiemmissä tutkimuksissa (mm. Ekdahl ym. 1989, Palovaara ym. 1992, Era ym. 1996b, Era ym. 1997) naiset ovat huojuneet miehiä vähemmän.

Tutkimusaihepiiri herättää lukuisia jatkotutkimusideoita. Tämän tutkimuksen tulosten pohjalta realistista jatkotutkimusintressiä ilmenee kaikkien tutkimuskysymysten yhtey-

dessä. Asennonhallinnan ikääntymismuutosten tutkiminen toisella populaatiolla tuottaisi arvokasta tietoa mahdollisista alueellista eroista sekä kohorttivaikutuksesta. Pitkittäistutkimustiedon niukkuus oikeuttaa samoja menetelmiä hyödyntävien tutkimusten teon, jotta tarkempaa tietoa huojunnan mahdollisesta vähenemisestä ikäihmisillä saataisiin. Jatkotutkimuksellista intressiä liittyy myös ajankohdan määrittämiseen, johon huojunnan mahdollinen väheneminen ajoittuu. Tutkimuksellisesti erittäin mielenkiintoista on se, että liittyykö tähän mahdollisen asennonkontrollijärjestelmän heikkenemisen prosessiin muita tekijöitä ja mikä on asennonkontrollijärjestelmän heikkenemisen yhteys riskiin kuolla. Parametrin, joka parhaiten tuo esiin asennonhallintakyvyssä ilmeneviä ikääntymismuutoksia, edellyttää jatkotutkimustoimintaa. Jatkotutkimuksissa dynaamisten tasapaino-osioiden mukaanotto tasapainotestaukseen toisi laajemman ja jokapäiväistä toimintakykyä laajemmin kartoittavan näkökulman. Dynaamisin tasapainotestein kyettäisiin havainnoimaan asennonhallintakykyä eniten kuormittavat toimet varsinkin iäkkäillä ihmisillä.

LÄHTEET

Alexander N B, Shepard N, Gu M J & Schultz A: Postural control in young and elderly adults when stance is perturbed: Kinematics. *Journal of Gerontology* 47: M79–87, 1992.

Alexander N B: Postural control in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 42: 93–108, 1994.

Baloh R W, Spain S, Socotch T, Jabobson K M & Bell T: Posturography and balance problems in older people. *Journal of the American Geriatrics Society* 43: 638–644, 1995.

Baloh R W, Corona S, Jacobson K M, Enrietto J A & Bell T: A prospective study of posturography in normal older people. *Journal of the American Geriatrics Society* 46: 438–443, 1998.

Berg K: Balance and its measure in the elderly: A review. *Physiotherapy Canada* 41(4): 240–246, 1989.

Camicioli R, Panzer V P & Kaye J: Balance in the healthy elderly. Posturography and clinical assessment. *Archives of neurology* 54: 976–981, 1997.

Carr J & Shepherd R: Toispuolihalvauspotilaan liikkeiden uudelleenoppiminen. Ammattikasvatusthallitus. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 1989.

Colledge N R, Cantley P, Peaston I, Brash H, Lewis S & Wilson J A: Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontology* 40: 273–278, 1994.

Crilly R G, Willems D A, Trenholm K J, Hayes K C & Delaquerriere-Richardson L F O: Effect of exercise on postural sway in the elderly. *Gerontology* 35: 137–143, 1989.

Cummings S R, Nevitt M C & Kidd S: Forgetting falls: The limited accuracy of recall of falls in the elderly. *Journal of the American Geriatrics Society* 36: 613–616, 1988.

Downton J H: Falls in the elderly. Edward Arnold, 1993.

Ekdahl C, Jarnlo G B & Andersson S I: Standing balance in healthy subjects. Evaluation of a quantitative test battery on a force platform. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 21: 187–195, 1989.

Era P & Heikkinen E: Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men different ages. *Journal of Gerontology* 40: 287–295, 1985.

Era P: Aisti- ja havaintomotoriset toiminnot vanhetessa. *Gerontologia* 1: 43–54, 1987.

Era P, Kontinen N, Mehto P, Saarela P & Lyytinen H: Postural stability and skilled performance – A study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics* 29(3): 307–318, 1996a.

Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E & Steen B: Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 51A(2): M53–63, 1996b.

Era P: Asennonhallintakyvyn mittaaminen biomekaanisin menetelmin. *Fysioterapia* 7: 35–38, 1997.

Era P, Avlund K, Jokela J, Gause-Nilsson I, Heikkinen E, Steen B & Schroll M: Postural balance and self-reported ability in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. *Journal of the American Geriatrics Society* 45: 21–29, 1997.

Era P & Rantanen T: Changes in physical capacity and sensory/psychomotor functions from 75 to 80 years of age and from 80 to 85 years of age – A longitudinal study. *Scandinavian Journal of Social Medicine Supplement* 53: 25–43, 1997.

Era P, Heikkinen E, Gause-Nilsson I & Schroll M: Postural balance in elderly people: Changes over a five-year follow-up and its predictive value for survival. *Aging Clinical and Experimental Research*, 2002 (Accepted)

Galley P & Forster A: *Liikkuva ihminen – perustietoa lääkintävoimistelijaopiskelijoille*. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 1988.

Gehlsen G M & Mitchell H W: Falls in the frail elderly. Part 2. Balance, strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 71: 739–741, 1990.

Guyton A C: Cortical and brain stem control of motor function. In A.C. Guyton. (Eds.) *Textbook of medical physiology*. Vol 8. W.B. Saunders Company, 602–616, 1991.

Hageman P A, Leibowitz J M & Blanke D: Age and gender effects on postural control measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 76: 961–965, 1995.

Hasan S S, Robin D W, Szurkus D C, Ashmead D H, Peterson S W & Shiavi R G: Simultaneous measurement of body center of pressure and center of gravity during upright stance. Part 1: Methods. *Gait & Posture* 4: 1–10, 1996a.

Hasan S S, Robin D W, Szurkus D C, Ashmead D H, Peterson S W & Shiavi R G: Simultaneous measurement of body center of pressure and center of gravity during upright stance. Part 1: Amplitude and frequency data. *Gait & Posture* 4: 11–20, 1996b.

Heikkinen E: Background, design and methods of the project. *Scandinavian Journal of Social Medicine Supplement* 53: 1–18, 1997.

Hill K, Vandervoort A & Kramer J: Reproducibility of performance on a test of postural responses in healthy elderly females. *Physiotherapy Canada* 42(2): 61–67, 1990.

- Horak F B: Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy* 67(12): 1881–1885, 1987.
- Horak F B, Shupert C L & Mirka A: Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurology of Aging* 10: 727–738, 1989.
- Hurley M V, Rees J & Newham D J: Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age and Ageing* 27: 55–62, 1998.
- Hytönen M, Pyykkö I, Aalto H & Stark J: Postural control and age. *Acta Otolaryngologica (Stockh)* 113: 119–122, 1993.
- Judge J O, Whipple R H & Wolfson L I: Effects of resistive and balance exercises on isokinetic strength in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 42: 937–946, 1994.
- Jäntti P: Falls in the elderly – With special reference to testing posture control and risk factors. *Acta Universitatis Tamperensis ser A vol 365*, 1993.
- Jäntti P & Pyykkö I: Vanhusten kaatuminen ja tasapainoon vaikuttavat tekijät. *Suomen Lääkärilehti* 51(5): 415–418, 1996.
- Kuhn K E & Fried L P: Functional implications of chronic disease and physiological changes with aging. *Physical Therapy Practice* 1: 7–16, 1992.
- Lamberts-S W J, Van den Beld & Van der Lely A: Endocrinology of aging. *Science* 278: 419–424, 1997.
- LaPier T L K, Libble S & Bain C: A comparison of static and dynamic standing balance in older men versus women. *Physiotherapy Canada SUMMER*: 207–213, 1997.
- Laukkanen P, Heikkinen E & Kauppinen M: Muscle strength and mobility as predictors of survival in 75–84-year-old people. *Age and Ageing* 24: 468–473, 1995.
- Lichtenstein M L, Burger M C, Shield S L & Shiavi R G: Comparison of biomechanics platform measures of balance and videotaped measures of gait with a clinical mobility scale in elderly women. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 45(2): M49–54, 1990.
- Lord S R, Clark R D & Webster I W: Physiological factors associated with falls in an elderly population. *Journal of the American Geriatrics Society* 39: 1194–1200, 1991a.
- Lord S R, Clark R D & Webster I W: Visual acuity and contrast sensitivity in relation to falls in an elderly population. *Age and Ageing* 20: 175–181, 1991b.
- Luukinen H: Kaatuileva vanhus. *Duodecim* 108: 409–418, 1992.

Maki B E, Holliday P J & Fernie G R: Aging and postural control: A comparison of spontaneous- and induced-sway balance tests. *Journal of the American Geriatrics Society* 38: 1–9, 1990.

Manchester D, Woollacott M, Zederbauer-Hylton N & Marin O: Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 44(4): M118–127, 1989.

Metter E J, Conwit R, Tobin J & Fozard J L: Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *Journal of Gerontology: Biological Sciences* 52A: B267–276, 1997.

Nayak U S L: Comparison of the Wright ataxiometer and the Kisler force platform in the measurement of sway. *Journal of Biomedical Engineering* 9: 302–304, 1987.

Newton R A: Standing balance abilities of elderly subjects under altered visual and support surface conditions. *Physiotherapy Canada* 47(1): 25–29, 1995.

Nienstedt W, Hänninen O, Arstila A & Björkqvist S-E: Ihmisen fysiologia ja anatomia. 7. painos. Porvoo: WSOY, 1991.

Norre M E, Forrez G & Beckers A: Vestibular dysfunction causing instability in aged patients. *Acta Otolaryngologica (Stockh)* 104: 50–55, 1987.

Ostbye T, Steenhuis R, Wolfson C, Walton R & Hill G: Predictors of five-year mortality in older Canadians: The Canadian study of health and aging. *Journal of the American Geriatrics Society* 47: 1249–1254, 1999.

Overstall P W, Exton-Smith A N, Imms F J & Johnson A L: Falls in the elderly related to postural imbalance. *British Medical Journal* 1: 261–264, 1977.

Palovaara T, Sipponen E & Era P: Tasapaino ja eräitä siihen liittyviä tekijöitä 75-vuotiailla miehillä ja naisilla. *Gerontologia* 6(3): 185–195, 1992.

Patla A, Frank J & Winter D: Assessment of balance control in the elderly: major issues. *Physiotherapy Canada* 42(2): 89–97, 1990.

Perls T T, Morris J N, Ooi W L & Lipsitz L A: The relationship between age, gender and cognitive performance in the very old: The effect of selective survival. *Journal of the Geriatrics Society* 41: 1193–1201, 1993.

Perrin P P, Jeandel C, Perrin C A. & Bene M C: Influence of visual control, conduction, and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults. *Gerontology* 43: 223–231, 1997.

Peterka R J, Black F O & Schoenhoff M D: Age-related changes in human vestibulo-ocular reflexes: Sinusoidal rotation and caloric tests. *Journal of Vestibular Research* 1: 49–59, 1990.

Pyykkö I, Aalto H, Hytönen M, Stark J, Jäntti P & Ramsay H: Effect of age on postural control. In B Amblard, F Berthoz & F Clarac (Eds.) *Posture and gait*. Excerpta Medica. International Congress Series 812. Amsterdam. 95–104, 1988.

Pyykkö I, Jäntti P & Aalto H: Postural control in elderly subjects. *Age and Ageing* 19: 215–221, 1990.

Rantanen T, Era P, Kauppinen M: Maximal isometric muscle strength and socio-economic status, health, and physical activity in 75-year-old persons. *Journal of Aging and Physical Activity* 2: 206–220, 1994.

Rantanen T, Era P & Heikkinen E: Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *Journal of the American Geriatrics Society* 45: 1439–1445, 1997.

Rantanen T, Masaki K, Foley D, Izmirlian G, White L & Guralnik J: Grip strength changes over 27 year in Japanese-American men. *Journal of Applied Physiology* 85(6): 2047–2053, 1998.

Rantanen T, Harris T, Leveille S G, Visser M, Foley D, Masaki K & Guralnik J: Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 55A(3): M168–173, 2000.

Ringsberg K A M, Gärdsell P, Johnell O, Jonsson B, Obrant K J & Sernbo I: Balance and gait performance in an urban and a rural population. *Journal of the American Geriatrics Society* 46: 65–70, 1998.

Schultz A B, Ashton-Miller J A & Alexander N B: What leads to age and gender differences in balance maintenance and recovery? *Muscle & Nerve (Supplement)* 5: S60–64, 1997.

Sheldon J H: 1963. The effect of age on the control of sway. *Gerontologica Clinica* 5: 129–138, 1963.

Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns K A & Baldwin M: The effects to two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 52A(4): M232–240, 1997.

Simoneau G G, Leibowitz H W, Ulbrecht J S, Tyrrell R A & Cavanagh P R: The effects of visual factors and head orientation on postural steadiness in women 55 to 70 years of age. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 47(5): M151–158, 1992.

Stelmach G E, Teasdale N & DiFabio R P & Phillips J: Age-related decline in postural control mechanisms. *International Journal of the Aging and Human Development* 29: 205–223, 1989.

Stones M J & Kozma A: Balance and age in the sighted and blind. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 68: 85–89, 1987.

Sundermier L, Woollacott M H, Jensen J L & Moore S: Postural sensitivity to visual flow in aging adults with and without balance problems. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 51A(2): M45–52, 1996.

Tinetti M E: Instability and falling in elderly patients. *Seminars in Neurology* 9: 39–45, 1989.

Walker N, Philbin D A & Fisk A D: Age-related differences in movement control: Adjusted submovement structure to optimize performance. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences* 52B(1): P40–52, 1997.

Whipple R H, Wolfson L I & Amerman P M: The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: An isokinetic study. *Journal of the American Geriatrics Society* 35: 13–20, 1987.

Wolfson L, Whipple R, Derby C A, Amerman P, Murphy T, Tobin J N & Nashner L: A dynamic posturography study of balance in healthy elderly. *Neurology* 42: 2069–2075, 1992.

Wolfson L, Whipple R, Derby C A., Amerman P & Nashner L: Gender differences in the balance of healthy elderly as demonstrated by dynamic posturography. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 49(4): M160–167, 1994.

Woollacott M H, Shumway-Cook A & Nashner L M: Aging and posture control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *International Journal of Human Development* 23: 97–114, 1986.

Woollacott M H & Shumway-Cook A: Changes in posture control across the life span – A system approach. *Physical Therapy* 70(12): 799–807, 1990.

Woollacott M H: Age-related changes in posture and movement. *The Journals of Gerontology* 48 (Special Issue): 56–60, 1993.

Wyke B: Coherence on the ageing brain. Cervical articular contributions to posture and gait: Their relation to senile dysequilibrium. *Age and Ageing* 8: 251–257, 1979.

LIITE I. Katotiedot Ikivihreät-projektin tutkittavista.

TAULUKKO 1A. Terveyshaastattelun katotiedot kymmenen vuoden seurannan aikana vuonna 1914 syntyneillä jyvaskyläläisillä.

Haastattelu	v.1989			v.1994			v.1999		
	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet
Haastateltuja	350	231	119	234	159	75	139	98	41
Sijaishaastattelut	5	5	-	16	8	8	19	17	2
Katotiedot	-	-	-	13	11	2	15	11	4
Kieltäytyi; ei katoa	25	19	6	4	2	2	1	1	-
Ei tavoitettu (muuttanut)	2	2	-	1	1	-	3	3	-
Kuollut ennen haastattelua	6	4	2	3	1	2	1	-	1
	388	261	127	271	182	89	178	130	48

TAULUKKO 1B. Lääkärintarkastuksen katotiedot kymmenen vuoden seurannan aikana vuonna 1914 syntyneillä jyvaskyläläisillä.

Lääkärintarkastus	v.1989			v.1994			v.1999		
	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet
Laboratoriossa	295	191	104	191	126	65	103	72	31
Muulla (sairaala, hoitokoti, kotona)	16	13	3	26	19	7	39	33	6
Katotiedot (puhelinhaastattelu/kotikäynti)	-	-	-	30	20	10	22	15	7
Kieltäytyi; ei katoa	66	48	18	19	14	5	8	5	3
Ei tavoitettu (muuttanut)	2	2	-	2	2	-	3	3	-
Kuollut ennen haastattelua	6	4	2	3	1	2	1	-	1
Kuollut haastattelun jälkeen	3	3	-	-	-	-	2	2	-
	388	261	127	271	182	89	178	130	48

TAULUKKO 2A. Terveyshaastattelun katotiedot kymmenen vuoden seurannan aikana vuonna 1910 syntyneillä jyvaskyläläisillä.

Haastattelu	v.1990			v.1995			v.2000		
	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet
Haastateltuja	255	185	70	143	107	36	54	43	11
Sijaishaastattelut	7	3	4	5	5	-	14	10	4
Katotiedot	-	-	-	12	10	2	17	14	3
Kieltäytyi; ei katoa	21	19	2	7	5	2	1	-	1
Ei tavoitettu (muuttanut)	2	1	1	-	-	-	4	3	1
Kuollut ennen haastattelua	6	5	1	3	1	2	6	5	1
	291	213	78	170	128	42	96	75	21

TAULUKKO 2B. Lääkärintarkastuksen katotiedot kymmenen vuoden seurannan aikana vuonna 1910 syntyneillä jyvaskyläläisillä.

Lääkärintarkastus	v.1990			v.1995			v.2000		
	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet	N	Naiset	Miehet
Laboratoriossa	205	145	60	96	69	27	42	33	9
Mualla (sairaala, hoitokoti, kotona)	25	15	10	31	25	6	36	30	6
Katotiedot (puhelinhaastattelu/asiakirjat)	-	-	-	21	18	3	5	3	2
Kieltäytyi; ei katoa	53	47	6	14	11	3	2	-	2
Ei tavoitettu (muuttanut)	2	1	1	2	2	-	4	3	1
Kuollut ennen haastattelua	6	5	1	3	1	2	6	5	1
Kuollut haastattelun jälkeen	-	-	-	3	2	1	1	1	-
	291	213	78	170	128	42	96	75	21

LIITE II. Tasapainomittauksen muuttujaluettelo Ikivihreät-projektissa.

85-VUOTIAIDEN TUTKIMUS/ KEVÄT 1995

TASAPAINOMITTAUKSEN MUUTTUJALUETTELO / PE

Nimi	Vaihteluväli	Selitteet
------	--------------	-----------

Testi 1. Jalat vierekkäin, silmät auki

TTA2	05-40	Mittausaika, s.
TTA3	10-8000	x-matka, mm, 1 des.
TTA4	10-8000	y-matka, mm, 1 des.
TTA5	2-800	x-nopeus, mm, 2 des.
TTA6	2-800	y-nopeus, mm, 2 des.
TTA7	2-1000	Keskimääräinen vauhtimomentti, mm ² /s
TTA8	2-500	Neliön sivun pituus, jossa 100 % mittapisteitä, mm, 1 des.
TTA9	0-180	Pääakselin suunta asteina, 1 des.

Testi 2. Jalat vierekkäin, silmät kiinni

TTA10	05-40	Mittausaika, s.
TTA11	10-8000	x-matka, mm, 1 des.
TTA12	10-8000	y-matka, mm, 1 des.
TTA13	2-800	x-nopeus, mm, 2 des.
TTA14	2-800	y-nopeus, mm, 2 des.
TTA15	2-1000	Keskimääräinen vauhtimomentti, mm ² /s
TTA16	2-500	Neliön sivun pituus, jossa 100 % mittapisteistä, mm, 1 des.
TTA17	0-180	Pääakselin suunta asteina, 1 des.

Testi 3. Jalat peräkkäin, silmät auki

TTA18	05-40	Mittausaika, s.
TTA19	10-8000	x-matka, mm, 1 des.
TTA20	10-8000	y-matka, mm, 1 des.
TTA21	2-800	x-nopeus, mm, 2 des.
TTA22	2-800	y-nopeus, mm, 2 des.
TTA23	2-1000	Keskimääräinen vauhtimomentti, mm ² /s
TTA24	2-500	Neliön sivun pituus, jossa 100 % mittapisteistä, mm, 1 des.
TTA25	0-180	Pääakselin suunta asteina, 1 des.

LIITE III. Kohorttieroit asennonhallinnan muutoksissa 80–85-ikävuoden välillä Ikivihreät-projektin tutkittavilla.

TAULUKKO 3A. Jalat vierekkäin, silmät auki –testin parametrioitot (keskiarvo, keskihajonta) 80- ja 85-vuotiaana ja niiden muutos sekä arvojen pitkäikäisyyden suhde kohorttiin, sukupuoleen ja aikaan ensimmäisen sekä toisen kohortin tutkittavilla (toistettujen mittausten varianssianalyysi).

	ENSIMMÄINEN KOHORTTI (syntyneet v.1914)				TOINEN KOHORTTI (syntyneet v. 1910)				Kohortin ja suku- puolen yhdyks- vaikutus, p-arvo								
	Naiset N=60		Miehet N=27		Naiset N=31		Miehet N=12		Kohortin vaikutus, p-arvo		Sukupuolen vaikutus, p-arvo		Ajan vaikutus, p-arvo		Syntymä- ajan ja ajan yhdyks- vaikutus, p-arvo		
	80-v.	85-v.	Muu- tos	80-v.	85-v.	Muu- tos	80-v.	85-v.	Muu- tos	80-v.	85-v.	Muu- tos	80-v.	85-v.	Muu- tos	80-v.	85-v.
Sivuttais- suuntainen huojunta	19.0 (3.7)	13.9 (6.2)	-5.1	19.4 (3.1)	15.0 (5.8)	-4.4	10.5 (2.9)	13.6 (4.8)	3.1	14.9 (5.0)	1.3	<0.001	0.068	0.018	0.346	<0.001	
Eteen- taakse- suuntainen huojunta	24.5 (3.9)	18.8 (5.4)	-5.7	26.0 (6.0)	24.7 (12.6)	-1.3	20.0 (6.0)	24.6 (8.0)	4.6	28.1 (6.4)	4.4	0.633	0.003	0.426	0.958	<0.001	
Keski- määräinen vauhti- momentti	53.3 (20.2)	16.7 (9.6)	-36.6	60.1 (31.6)	22.0 (12.7)	-38.1	38.8 (23.4)	49.9 (30.1)	11.1	59.0 (23.5)	4.9	0.001	0.012	<0.001	0.392	<0.001	

TAULUKKO 3B. Jalat vierekkäin, silmät kiinni -testin parametriarvot (keskiarvo, keskihajonta) 80- ja 85-vuotiaana ja niiden muutos sekä arvojen pitkäikäisyyden suhde kohorttiin, sukupuoleen ja aikaan ensimmäisen sekä toisen kohortin tutkittavilla (toistettujen mittausmenetelmien varianssianalyysi).

	ENSIMMÄINEN KOHORTTI (syntyneet v.1914)				TOINEN KOHORTTI (syntyneet v. 1910)				Kohortin ja suku- puolen yhdyks- vaikutus, p-arvo	Ajan vaikutus, p-arvo	Kohortin vaikutus, p-arvo	Syntymä- ajan ja ajan yhdyks- vaikutus, p-arvo	
	Naiset N=57	Miehet N=25	Muu- tos	Muu- tos	Naiset N=34	Miehet N=12	Muu- tos	Muu- tos					
Sivuttais- Suuntainen huojunta	80-v. 20.3 (3.4)	85-v. 15.4 (5.6)	80-v. 22.8 (5.0)	85-v. 20.8 (13.2)	80-v. 12.4 (4.3)	85-v. 16.9 (5.4)	80-v. 4.5 (4.7)	85-v. 20.0 (5.9)	0.001	<0.001	0.542	0.722	<0.001
Eteen- taakse- suuntainen huojunta	80-v. 28.5 (5.6)	85-v. 26.4 (10.2)	80-v. 32.1 (8.3)	85-v. 40.7 (27.4)	80-v. 26.8 (10.4)	85-v. 32.1 (10.0)	80-v. 5.3 (9.0)	85-v. 36.5 (8.7)	0.704	0.003	0.001	0.173	0.274
Keski- määräinen vauhti- momentti	80-v. 68.3 (34.3)	85-v. 24.5 (14.9)	80-v. 85.5 (44.8)	85-v. 50.1 (55.7)	80-v. 50.8 (29.1)	85-v. 74.3 (37.3)	80-v. 23.5 (51.9)	85-v. 119.3 (57.5)	<0.001	<0.001	<0.195	0.182	<0.001

TAULUKKO 3C. Tandem -testin parametrit (keskiarvo, keskihajonta) 80- ja 85-vuotiaana ja niiden muutos sekä arvojen pitkäikäisyyden suhteet kohorttiin, sukupuoleen ja aikaan ensimmäisen sekä toisen kohortin tutkittavilla (toistettujen mittauksen varianssianalyysi).

	ENSIMMÄINEN KOHORTTI (syntyneet v.1914)				TOINEN KOHORTTI (syntyneet v. 1910)				Sukupuolen ja ajan vaikutus, p-arvo								
	Naiset N=16		Miehet N=17		Naiset N=18		Miehet N=9		Kohortin vaikutus, p-arvo	Sukupuolen vaikutus, p-arvo	Ajan vaikutus, p-arvo	Kohortin ja sukupuolen yhteisvaikutus, p-arvo	Syntymäajan ja yhdysvaikutus, p-arvo				
	80-v.	85-v.	Muu-tos	80-v.	85-v.	Muu-tos	80-v.	85-v.	Muu-tos	80-v.	85-v.	Muu-tos	80-v.	85-v.	Muu-tos		
Sivuttainen Suuntainen Huojunta	41.9 (17.5)	51.7 (20.8)	9.8	38.0 (10.1)	45.5 (13.9)	7.5	37.0 (10.6)	39.4 (18.9)	2.4	42.3 (15.3)	39.8 (9.9)	-2.5	0.183	0.747	0.057	0.257	0.054
Eteen- taakse- suuntainen huojunta	41.3 (12.2)	47.0 (20.3)	5.7	43.1 (7.1)	50.0 (14.6)	6.9	49.5 (23.2)	49.8 (30.7)	0.3	50.5 (10.7)	51.5 (11.8)	1.0	0.277	0.683	0.144	0.916	0.226
Keski- määräinen vauhti- momentti	186.3 (103.3)	151.3 (105.1)	-35.0	161.0 (74.2)	129.5 (61.7)	-31.5	174.0 (100.3)	185.4 (134.8)	11.4	209.7 (141.3)	200.2 (137.8)	-9.5	0.148	0.971	0.297	0.316	0.268

LIITE IV. Asennonhallinta-arvoihin suhteutetun elinajan arvot kuolleisuuden ennustajana Iktivihreät-projektin tutkittavilla.

TAULUKKO 4A. 75-vuotiaana tasapainon alkumittauksiin osallistuneiden asennonhallinta-arvoihin suhteutetun elinajan (elinvuosien keskiarvo \pm keskivirhe) arvot kuolleisuuden ennustajana ensimmäisen kohortin (syntyneet v. 1914) naisilla (Kaplan-Meierin elinaika-analyysi).

Testi	Huojunta-parametri	N	Hyvät eli matalat tasa-paino-arvot	N	Huonot eli korkeat tasa-paino-arvot	Hyvät/huonot, p-arvo	N	Tasapainoltaan parhaaseen kolmannekseen kuuluva	N	Tasapainoltaan heikoimpaan kolmannekseen kuuluva	Parhaat/heikoimmat, p-arvo
1. testi: Jalat vierekkäin, silmät auki	Sivuttaisuuntainen huojunta	25	8.5 (0.4)	36	7.7 (0.4)	0.05	16	8.3 (0.5)	27	7.4 (0.5)	0.04
	Eteen- taakse- suuntainen huojunta	24	8.6 (0.3)	37	7.6 (0.4)	0.19	17	8.2 (0.5)	29	7.1 (0.5)	0.25
	Keski- määräinen vauhti- momentti	24	8.7 (0.3)	37	7.6 (0.4)	0.02	18	8.6 (0.4)	27	7.3 (0.5)	0.03
2. testi: Jalat vierekkäin, silmät kiinni	Sivuttaisuuntainen huojunta	27	8.3 (0.4)	36	7.8 (0.4)	0.10	19	8.1 (0.5)	27	7.6 (0.5)	0.19
	Eteen- taakse- suuntainen huojunta	23	8.6 (0.3)	40	7.6 (0.4)	0.005	15	8.4 (0.5)	29	7.4 (0.5)	0.12
	Keski- määräinen vauhti- momentti	23	9.0 (0.3)	40	7.2 (0.4)	0.001	14	9.1 (0.3)	31	6.8 (0.5)	<0.001
3. testi: Tandem- seisonta	Sivuttaisuuntainen huojunta	29	8.0 (0.4)	23	8.8 (0.3)	0.21	19	8.0 (0.5)	14	8.8 (0.4)	0.17
	Eteen- taakse- suuntainen huojunta	25	8.5 (0.4)	27	8.3 (0.4)	0.71	14	8.7 (0.4)	19	8.2 (0.5)	0.33
	Keski- määräinen vauhti- momentti	24	8.4 (0.4)	28	8.3 (0.4)	0.55	16	8.4 (0.4)	18	8.6 (0.4)	0.83

TAULUKKO 4B. 75-vuotiaana tasapainon alkumittauksiin osallistuneiden asennonhallinta-arvoihin suhteutetun elinajan (elinvuosien keskiarvo \pm keskivirhe) arvot kuolleisuuden ennustajana ensimmäisen kohortin (syntyneet v. 1914) miehillä (Kaplan-Meierin elinaika-analyysi).

Testi	Huojunta-parametri	N	Hyvät eli matalat tasapainoarvot	N	Huonot eli korkeat tasapainoarvot	Hyvät/huonot, p-arvo	N	Tasapainoltaan parhaaseen kolmannekseen kuuluva	N	Tasapainoltaan heikoimpaan kolmannekseen kuuluva	Parhaat/heikoimmat, p-arvo
1. testi: Jalat vierekkäin, silmät auki	Sivuttaisuuntainen huojunta	23	8.4 (0.4)	27	6.3 (0.6)	0.02	16	7.8 (0.5)	21	6.3 (0.7)	0.15
	Eteen-taakse-suuntainen huojunta	24	8.1 (0.4)	26	6.7 (0.5)	0.22	16	7.8 (0.6)	20	6.4 (0.7)	0.20
	Keskimääräinen vauhtimomentti	23	8.1 (0.4)	27	6.8 (0.5)	0.17	17	7.8 (0.5)	19	6.4 (0.7)	0.36
2. testi: Jalat vierekkäin, silmät kiinni	Sivuttaisuuntainen huojunta	18	8.2 (0.5)	29	6.7 (0.5)	0.01	12	8.0 (0.6)	19	6.1 (0.7)	0.02
	Eteen-taakse-suuntainen huojunta	21	8.0 (0.5)	26	6.8 (0.5)	0.14	13	8.1 (0.6)	19	6.5 (0.6)	0.05
	Keskimääräinen vauhtimomentti	19	8.2 (0.4)	28	6.7 (0.6)	0.03	11	8.2 (0.6)	18	6.9 (0.7)	0.08
3. testi: Tandemseisonta	Sivuttaisuuntainen huojunta	15	8.5 (0.4)	26	7.0 (0.6)	0.01	9	8.7 (0.5)	19	6.4 (0.7)	0.01
	Eteen-taakse-suuntainen huojunta	15	8.8 (0.4)	26	6.6 (0.6)	<0.001	8	8.8 (0.5)	20	6.2 (0.7)	<0.001
	Keskimääräinen vauhtimomentti	16	8.6 (0.4)	25	6.8 (0.6)	0.02	12	8.4 (0.5)	18	6.6 (0.7)	0.09

TAULUKKO 4C. 80-vuotiaana tasapainon alkumittauksiin osallistuneiden asennonhallinta-arvoihin suhteutetun elinajan (elinvuosien keskiarvo \pm keskivirhe) arvot kuolleisuuden ennustajana toisen kohortin (syntyneet v. 1910) naisilla (Kaplan-Meierin elinaika-analyysi).

Testi	Huojunta-parametri	N	Hyvät eli matalat tasapainoarvot	N	Huonot eli korkeat tasapainoarvot	Hyvät/huonot, p-arvo	N	Tasapainoltaan parhaaseen kolmannekseen kuuluva	N	Tasapainoltaan heikoimman kolmannekseen kuuluva	Parhaat/heikoimmat, p-arvo
1. testi: Jalat vierekkäin, silmät auki	Sivuttaisuuntainen huojunta	43	7.7 (0.3)	45	6.7 (0.4)	0.22	27	7.8 (0.4)	30	6.8 (0.5)	0.28
	Eteen- taaksesuuntainen huojunta	41	7.6 (0.4)	47	6.8 (0.4)	0.17	26	7.5 (0.5)	32	6.6 (0.5)	0.17
	Keskimääräinen vauhtimomentti	40	7.3 (0.4)	48	7.0 (0.4)	0.23	24	7.3 (0.5)	34	6.7 (0.4)	0.14
2. testi: Jalat vierekkäin, silmät kiinni	Sivuttaisuuntainen huojunta	41	7.7 (0.3)	45	6.8 (0.4)	0.22	25	7.9 (0.4)	31	6.6 (0.5)	0.13
	Eteen- taaksesuuntainen huojunta	42	7.5 (0.4)	44	7.0 (0.4)	0.49	24	7.3 (0.5)	32	6.5 (0.5)	0.19
	Keskimääräinen vauhtimomentti	42	7.4 (0.4)	44	7.1 (0.4)	0.65	26	7.6 (0.4)	31	7.2 (0.4)	0.44
3. testi: Tandem- seisonta	Sivuttaisuuntainen vauhtimomentti	29	7.5 (0.4)	27	8.2 (0.3)	0.58	22	7.0 (0.6)	17	8.5 (0.4)	0.12
	Eteen- taaksesuuntainen huojunta	30	7.3 (0.4)	26	8.3 (0.3)	0.32	19	7.4 (0.5)	18	8.3 (0.4)	0.56
	Keskimääräinen vauhtimomentti	29	7.5 (0.4)	27	8.2 (0.4)	0.53	19	7.8 (0.5)	18	8.4 (0.4)	0.59

TAULUKKO 4D. 80-vuotiaana tasapainon alkumittauksiin osallistuneiden asennonhallinta-arvoihin suhteutetun elinajan (elinvuosien keskiarvo \pm keskivirhe) arvot kuolleisuuden ennustajana toisen kohortin (syntyneet v. 1914) miehillä (Kaplan-Meierin elinaika-analyysi).

Testi	Huojunta-parametri	n	Hyvät eli matalat tasapainoarvot	N	Huonot eli korkeat tasapainoarvot	Hyvät/huonot, p-arvo	N	Tasapainoltaan parhaaseen kolmannekseen kuuluva	N	Tasapainoltaan heikoimpaan kolmannekseen kuuluva	Parhaat/heikoimmat, p-arvo
1. testi: Jalat vierekkäin, silmit auki	Sivuttaisuuntainen huojunta	20	6.8 (0.5)	19	6.5 (0.6)	0.99	14	6.9 (0.6)	14	5.8 (0.8)	0.52
	Eteen- taaksesuuntainen huojunta	19	7.2 (0.5)	20	6.1 (0.6)	0.37	13	7.0 (0.6)	16	5.6 (0.7)	0.16
	Keskimääräinen vauhtimomentti	22	6.4 (0.6)	17	7.0 (0.6)	0.25	16	5.6 (0.7)	12	6.4 (0.8)	0.34
2. testi: Jalat vierekkäin, silmit kiinni	Sivuttaisuuntainen huojunta	20	6.9 (0.6)	19	6.6 (0.6)	0.83	12	7.4 (0.6)	14	5.7 (0.7)	0.12
	Eteen- taaksesuuntainen huojunta	20	7.1 (0.5)	19	6.3 (0.6)	0.55	12	7.9 (0.5)	14	6.3 (0.6)	0.20
	Keskimääräinen vauhtimomentti	18	6.9 (0.6)	21	6.6 (0.5)	0.42	14	6.1 (0.7)	14	6.2 (0.7)	0.94
3. testi: Tandem- seisonta	Sivuttaisuuntainen vauhtimomentti	12	7.4 (0.6)	15	7.1 (0.6)	0.39	8	7.2 (0.9)	12	6.5 (0.7)	0.26
	Eteen- taaksesuuntainen huojunta	12	7.2 (0.7)	15	7.2 (0.5)	0.48	7	7.4 (0.9)	12	6.7 (0.7)	0.19
	Keskimääräinen vauhtimomentti	10	7.4 (0.7)	17	7.0 (0.5)	0.11	5	7.7 (0.9)	13	6.5 (0.6)	0.03