

SEISOMATASAPAINO KAAATUMISTAPATURMIEN  
ENNUSTAJANA 80-VUOTIAILLA JYVÄSKYLÄ-  
LÄISILLÄ NAISILLA JA MIEHILLÄ

Arja Kilpeläinen

Gerontologian ja kansanterveyden  
pro gradu-tutkielma  
Jyväskylän yliopisto  
Terveystieteen laitos  
Kevät 1998

## TIIVISTELMÄ

Arja Kilpeläinen. SEISOMATASAPAINO KAATUMISTAPATURMIEN ENNUSTAJANA 80-VUOTIAILLA JYVÄSKYLÄLÄISILLÄ NAISILLA JA MIEHILLÄ. Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Terveystieteen laitos. Kevät 1998

Iäkkäiden henkilöiden seisomatasapainon ja kaatumistapaturmien yhteydestä on saatu monenlaisia tuloksia. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ennustaako voimalevyn avulla mitattu seisomatasapaino lääkärissä käyntiin johtaneita kaatumistapaturmia 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä.

Tutkimusaineisto koostui Jyväskylän yliopiston ja kaupungin yhteisen IKIVIHREÄT-projektin alkumittauksen (v. 1990) ja viiden vuoden seuranta-ajan (v. 1990 - 1995) aineistoista. Tutkimuksen kohteena olivat vuonna 1910 syntyneet naiset (n = 188) ja miehet (n = 74). Tutkimuksessa selvitettiin lisäksi kaatumistapaturmien esiintyvyyttä kyseisessä kohderyhmässä. Tapaturmatietoja koottiin vuosina 1991, 1993 ja 1995. Tutkittavien seisomatasapainoa mitattiin voimalevyn avulla kolmella eri tavalla, jalat vierekkäin, silmät auki ja kiinni sekä jalat peräkkäin silmät auki. Mitattavat muuttujat olivat voimavaikutusten keskipisteen eteen-taakse- ja sivusuuntaisen liikkeen nopeus, vauhtimomentti ja maksimiampplitudi.

Tapaturmatutkimuksen loppuun mennessä oli vuonna 1910 syntyneistä jyvaskyläläisistä 31,3 %:lle (naiset 32,4 %, miehet 28,4 %) sattunut ainakin yksi lääkärissä käyntiin johtanut kaatumistapaturma. Verrattaessa kaatumistapaturmia kokeneiden ja ei-kaatumistapaturmaa kokeneiden seisomatasapainoa havaittiin, että useimmissa muuttujissa ryhmien välillä ei ollut eroa. Kuitenkin yhdessä naisten ja yhdessä miesten tasapainotestissä seisomatasapaino oli tilastollisesti merkitsevästi huonompi niillä, jotka eivät olleet kokeneet kaatumistapaturmaa verrattuna kaatumistapaturman kokeneisiin. Kaksisuuntaisen varianssianalyysin avulla tarkasteltiin riippuuko seisomatasapainon ja kaatumistapaturmien välinen yhteys toisaalta fyysisen aktiivisuuden tasoista ja toisaalta pitkäaikaissairauksien lukumäärästä. Fyysisen aktiivisuuden tasolla ja kaatumistapaturmilla oli yhdysvaikutus seisomatasapainoon ainoastaan yhdessä tasapainotestissä. Pitkäaikaissairauksien lukumäärällä ja kaatumistapaturmilla oli yhdysvaikutus seisomatasapainoon kahdessa tasapainotestissä.

Kaatumistapaturman kokeneiden ja ei-kokeneiden henkilöiden seisomatasapainossa ainoastaan kahdessa testissä ei-kaatumistapaturmaa kokeneilla oli seisomatasapaino huonompi kuin kaatumistapaturman kokeneilla. Tulos poikkeaa muutamista aikaisemmista tutkimuksista. Tietoa vanhusten tasapainosta tarvitaan geriatrisessa kuntoutustyössä, erityisesti fysioterapian suunnittelussa, toteutuksessa ja arvioinnissa.

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

1. JOHDANTO .....	1
2. IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN KAAATUMISET .....	2
2.1. Kaatumisten yleisyys .....	2
2.2. Kaatumisten seuraukset .....	3
2.3. Kaatumisten syytekijät .....	5
3. IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN SEISOMATASAPAINO .....	7
3.1. Seisoma-asennon biomekaniikkaa .....	7
3.2. Seisoma-asentoa säätelevät järjestelmät .....	8
3.2.1. Sensorisen informaation järjestelmät .....	9
3.2.2. Seisoma-asennon ohjaus ja sensorisen informaation käsittely keskushermostossa .....	10
3.2.3. Lihastoiminta seisoma-asentoa ylläpidettäessä .....	11
3.3. Seisomatasapainon mittaamisesta .....	13
3.4. Ikääntymisen aiheuttamat muutokset seisomatasapainossa ja sitä säätelevissä järjestelmissä .....	14
4. IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN SEISOMATASAPAINON YHTEYS KAAATUMISIIN .....	18
5. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA ONGELMAT .....	21
6. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT .....	22

6.1. Aineisto .....	22
6.2. Menetelmät .....	23
6.2.1. Kaatumistapaturmatietojen kokoaminen .....	23
6.2.2. Seisomatasapainon mittaaminen .....	24
6.2.3. Fyysisen aktiivisuustason ja pitkäaikaissairauksien lukumäärän määrittelyminen .....	26
6.3. Tilastolliset menetelmät .....	26
7. TULOKSET .....	28
7.1. Kaatumistapaturmat viiden vuoden seuranta-aikana .....	28
7.2. Seisomatasapaino tutkimusryhmässä .....	30
7.3. Seisomatasapainon yhteys kaatumistapaturmiin .....	33
7.4. Kaatumistapaturmien ja fyysisen aktiivisuuden yhteys seisomatasapainoon .....	36
7.5. Kaatumistapaturmien ja pitkäaikaissairauksien lukumäärän yhteys seisomatasapainoon .....	38
8. POHDINTA .....	42
LÄHTEET .....	47
LIITE .....	56

## 1. JOHDANTO

Iäkkäiden henkilöiden kaatumiset ovat erittäin yleisiä. Länsimaissa väestö ikääntyy, erityisesti yli 85-vuotiaiden määrä kasvaa nopeasti lähivuosikymmeninä. Useat tutkimukset osoittavat, että noin kolmannes yli 65-vuotiaista kaatuu vähintään kerran vuodessa (Tinetti ym. 1988, Hale ym. 1992). Yksi vanhusten kaatumisten vakavista seurauksista on reisiluun yläosan murtuma. Reisiluun yläosan murtumien lukumäärä on maassamme nelinkertaistunut viimeisen 20 vuoden aikana. (Kannus ym. 1994)

Vanhusten kaatumistapaturmat ovat niin inhimillisesti kuin taloudellisesti katsoen merkittävä kansanterveysongelma. Iäkkäiden henkilöiden kaatumisten syy- ja vaaratekijöitä on tutkittu runsaasti. Heikko tasapaino on kaatumisten yksi aiheuttaja, joten tästä syystä on tarpeen tutkia vanhusten seisomatasapainon ja kaatumistapaturmien yhteyttä.

Tasapainoheikkous näkyy mm. lisääntyneenä kehon huojuntana. Vanhuksilla on havaittu seisoma-asentoon liittyvän huojunnan olevan suurempaa kuin nuoremmilla henkilöillä (Overstall ym. 1977, Era ja Heikkinen 1985, Pyykkö ym. 1990). Useissa tutkimuksissa on todettu lisääntyneen kehon huojunnan olevan yhteydessä kaatumisiin (Ferne ym. 1982, Ring ym. 1988, Gehlsen ja Whaley 1990). Toisaalta kaikki tutkimukset eivät osoita huojunnan ja kaatumisten välistä yhteyttä, joten lisätutkimusta tarvitaan (Baloh ym. 1994).

Kaatumiset eivät ole osa vanhenemisprosessia, vaan ne voivat johtua taustalla olevista fyysistä sairauksista, lääkityksestä, ympäristön haitoista ja sosiaalisista tekijöistä (Kennedy 1987). Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää poikkeako voimalevyllä mitattu seisomatasapaino jyväskenläläisillä, vuonna 1910 syntyneillä naisilla ja miehillä, joille on sattunut kaatumistapaturma viiden vuoden seurantajakson aikana verrattuna niihin henkilöihin, joille ei ole sattunut kaatumistapaturmaa. Selvitin myös kaatumistapaturmien esiintyvyyttä kyseisessä ikäryhmässä.

## 2. IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN KAAATUMISET

### 2.1. Kaatumisten yleisyys

Suomessa kaatumiset ja putoamiset ovat koti-, liikunta- ja muista vapaa-ajan tapaturmistaa määrällisesti ja laadullisesti merkittävin ryhmä. Suomessa vuonna 1993 kaatuminen tai liukastuminen oli yli 65-vuotiailla henkilöillä yleisin vapaa-ajan tapaturma (Kannus ym. 1995).

Tilastokeskuksen mukaan vuonna 1993 kaatumistapaturmia oli 100 000 asukasta kohti Suomessa 17,2, Ruotsissa 10,9, Norjassa 21,7, Iso-Britanniassa 6,6 ja USA:ssa 4,9 sekä Unkarissa 37,2 (SVT 1995).

Kaatumiset lisääntyvät iän myötä (Campbell ym. 1989, Downton 1993). Kolmasosa yli 65-vuotiaista ilmoittaa kaatuneensa ainakin kerran vuoden aikana (Tinetti ym. 1988, Hale ym. 1992). Tinetti ym. (1988) seurasivat vuoden ajan 336 yli 75-vuotiasta kotona asuvaa henkilöä, joista 32 % kaatui vähintään kerran tutkimusaikana. Iäkkäiden henkilöiden kaatumisten yleisyyttä edustaa myös Pohjois-Carolinassa tehty tutkimus, jossa kotona asuvista yli 65-vuotiaista 36 % kaatui kerran tai useammin vuoden aikana (Hale ym. 1992).

Laitoksissa asuvilla vanhuksilla on kaatumisia todettu olevan edellä mainittua enemmän (Downton 1993, Luukinen ym. 1995). Luukinen ym. (1995) seurasivat viiden suomalaisen maaseutupitäjän yli 70-vuotiaitten (n=145) kaatumisia kahden vuoden ajan. Tutkimus osoitti, että laitoksessa asuvat vanhukset kaatuvat useammin kuin kotona asuvat (Luukinen ym. 1995). Sairaaloissa ja vanhainkodeissa olevat potilaat/asukkaat ovat useimmiten heikkokuntoisempia kuin kotona asuvat vanhukset (Tinetti ym. 1988).

Useat tutkimukset osoittavat naisten kaatumisten olevan yleisempää kuin miesten (Wickham ym. 1989, Teno ym. 1990, Downton ja Andrews 1991). Hernesniemen (1996) pro gradu-tutkielmassa on tietoa jyväskyläläisten 75-vuotiaiden miesten ja naisten kaatumistapaturmista. Miehistä 22,6 %:lle ja naisista 36,8 %:lle oli sattunut ainakin yksi lääkäri-ssä käyntiin johtanut kaatumistapaturma viiden vuoden seurantajakson aikana (Hernesniemi 1996).

Myös toisenlaisia tuloksia on saatu. Sehested ja Severin-Nielsen (1977) ovat tutkimuksessaan havainneet miesten kaatumisten olevan yleisempää kuin naisten kaatumisten. Uudessa-Seelannissa seurattiin vuoden ajan yli 70-vuotiaiden henkilöiden (n=761) kaatumisia eikä miesten ja naisten välillä todettu merkitsevää eroa (Campbell ym. 1990).

Downtonin (1993) tutkimuksen mukaan laitoksessa ja kotona asuville vanhuksille on sattunut yhtä paljon kaatumisia. Tutkimustulosten ristiriitaisuutta voidaan selittää esimerkiksi tutkimusasetelman valinnalla, joka voi olla prospektiivinen tai retrospektiivinen. Prospektiivista tutkimusasetelmaa käytetään, kun halutaan esimerkiksi selvittää ennustako heikentynyt liikuntakykyisyys vanhusten kaatumisalttiutta (Hale ym. 1992). Retrospektiivinen tutkimus on kyseessä silloin, kun esimerkiksi kaatumistapaturmia/lukumäärää kysytään takautuvasti tutkimusajankohtaa edeltävän vuoden ajalta (Maki ym. 1990).

## 2.2. Kaatumisten seuraukset

Kaikki kaatumiset eivät johda vammoihin, eikä läheskään kaikista kaatumisista ole seurauksena vakavia vammoja. Kaatumisista aiheutuneet vammat voidaan jakaa lieviin ja vakaviin vammoihin. Lieviä vammoja ovat mm. mustelmat ja haavat. Vakavia vammoja ovat mm. murtumat ja hermovammat. Kaatumisen seurauksena sattuneet murtumat ovat yleisimmin lonkka- ja rannemurtumia. Murtumista aiheutuvia vakavia seurauksia ovat erityisesti iäkkäillä ihmisillä alilämpöisyys, kuivuminen ja keuhkokuume. Alilämpöisyys, kuivuminen tai keuhkokuume voi muodostua kohtalokkaaksi vanhukselle, joka on jäänyt



esimerkiksi useaksi tunniksi lattialle/maahan makaamaan kaatumisen seurauksena ennen avun saapumista. (Kennedy 1987).

Downtonin ja Andrewsien (1991) tutkimuksessa yli 75-vuotiaista ( $n = 203$ ) 59 % sai lievän vamman ja 18 % vakavan vamman kaatumisen seurauksena. Uusi-seelantilaisessa pitkittäistutkimuksessa vakavien vammojen osuus oli 10 % (Campbell ym. 1990). Lonkkamurtumat lisääntyvät huomattavasti iän mukana. 90-vuotiaiksi elävistä naisista 32 %:lla ja miehistä 17 %:lla on ollut lonkkamurtuma (Kennedy 1987).

Suomalaisista yli 65-vuotiaista n. 5 % joutuu vuosittain lääkärin hoitoon kaatumistapaturman vuoksi. Näistä käynneistä 40 % johtuu murtumista, joista reisiluun yläosan murtumia on lähes puolet. (Ryynänen ym. 1991) Honkanen ja Komulainen (1985) toteavat, että murtumat muodostavat kolmanneksen vanhojen naisten ja neljänneksen vanhojen miesten lääkärin hoitoa vaatineista vammoista.

Kaatumisen seurauksena voi vakavimmillaan olla kuolema. Kaatumisen aiheuttama toimintakyvyn lasku ja vuodelepo voivat johtaa kuolemaan. Campbellin ym. (1990) laajassa ( $n = 761$ ) prospektiivisessä tutkimuksessa kotona asuvien yli 70-vuotiaitten kuolleisuus oli yleisempää kaatuneilla kuin ei-kaatuneilla henkilöillä. USA:ssa kuudenneksi yleisin kuolinsyy on kaatumisen aiheuttama vamma yli 65-vuotiailla (Sattin 1992).

Kaatumisen pelko on vanhusten yleisempiä pelkoja. Pelko on luonnollinen seuraus aikaisemmin sattuneista kaatumisista tai loukkaantumisista, mutta sen on todettu kehittyvän monille vanhuksille ilman havaittavaa syytäkin. (Ruikka 1985) Useat vanhukset vähentävät liikkumistaan niin sisällä kuin ulkonakin kaatumispelon vuoksi. Iäkkäät henkilöt ovat suuressa vaarassa joutua ns. noidankehään. Pelko saattaa vähentää liikkumista, josta seuraa heikentynyt liikuntakyky, joka aiheuttaa inaktiivisuuden ja kaatumispelon. (Downton 1993)

Kolmasosa 75-vuotiaista ja sitä vanhemmista pelkää kaatumista, vaikka ei ole koskaan kaatunutkaan (Kennedy 1987). Vellas ym. (1997) tutkivat kahden vuoden ajan terveiden,

omatoimisten yli 60-vuotiaiden (n = 487) kaatumisen aiheuttamien pelkojen lukumäärää. Heidän tutkimuksensa osoitti kolmasosalla olevan pelkoa kaatumisen seurauksena. Nais-sukupuoli, tasapaino- ja kävelyvaikeudet, huono taloudellinen asema, heikko kognitiivinen taso ja heikko koettu terveys ovat kaatumispelon riskitekijöitä. (Vellas ym. 1997)

### 2.3. Kaatumisten syytekijät

Kaatumistapaturmien syytutkimusta on tehty sekä laitosasukas- että väestöaineistoista, mutta tutkimusten yleistettävyyks on osoittautunut vaikeaksi. Vaikeuksia ovat aiheuttaneet mm. vanhusväestön heterogeenisyys ja erilaiset mittausmenetelmät. (Ryynänen 1992) Kaatumisten taustalla on useimmiten useita syytekijöitä (Tinetti ym. 1988, Campbell ym. 1989).

Kaatumisten syyt jaetaan **sisäisiin** ja **ulkoisiin** syihin. Sisäiset syyt ovat ihmiseen itseensä liittyviä tekijöitä, joita ovat mm. iäkkäiden henkilöiden kävelykykyyn vaikuttavat sairaudet kuten parkinsonismi, näön ja lihasvoiman heikkeneminen, huono fyysinen toimintakyky, tasapainohäiriöt, matala verenpaine, sydänsairaudet, dementia, depressio sekä lääkkeiden runsas käyttö. (Luukinen 1992, Jantti ym. 1993)

Pitkäaikaissairauksien lukumäärän yhteys kaatumisiin on todettu useissa tutkimuksissa (Nickens 1985, Jarnlo 1991, Downton 1993). On tärkeää huomata, ettei pitkäaikaissairauksien lukumäärä välttämättä kuvaa sairauden vaikeusastetta. Lääkkeiden käytön on havaittu lisäävän kaatumisriskiä (Prudham ja Evans 1981). Tutkijat ovat todenneet erityisesti psykyenlääkkeiden käytön ja kaatumisten välisen yhteyden (Blake ym. 1988, Campbell ym. 1989). Lääkkeiden vaikutus kaatumisiin on epäselvä, koska on muistettava sairaus, johon lääke on määrätty. Tällöin on vaikea selvittää johtuuko vanhuksen kaatuminen sairaudesta vai lääkkeestä. Lisäksi ulkoiset syyt ovat vaikuttamassa kaatumiseen. (Blake ym. 1988)

Kaatumisen merkittävänä sisäisinä syinä ovat heikentynyt tasapaino ja huimaus (Svensson ym. 1991). Seisomatasapainon ja kaatumisten yhteyttä on mitattu eri menetelmillä (Horak 1987, Duncan ym. 1990, Frändin ym. 1995). Viime aikoina on tehty useita tutkimuksia, joissa on mitattu kehon huojuntaa voimalevyn avulla. Lisääntyneen kehon huojunnan on todettu olevan yhteydessä kaatumisiin. (Jäntti ym. 1993, Maki ym. 1994)

Ympäristöön liittyvät tekijät ovat kaatumisen ulkoisia syitä, joita ovat mm. heikko valaistus, liikkumispinnan epätasaisuus, liukkaus ja tiellä olevat esteet (Luukinen 1992, Sattin 1992, Jäntti ym. 1993). Korko- ja epäkäytännölliset kengät, vaatteet, huonekalut jne. ovat hyvin monessa tapauksessa vanhusten kaatumisten ulkoisia syitä. Kylminä vuodenaikoina ulkona liikuttaessa ovat lumi ja jää kaatumisia aiheuttavia ympäristön syytekijöitä. (Kennedy 1987).

Kaatumisen syynä ovat monissa tapauksissa sekä ulkoiset että sisäiset syyt (Downton 1993). Hale ym. (1992) tutkimuksessa todettiin 50 %:lla kaatumisen syyksi ulkoinen tekijä, 48 %:lla sisäinen tekijä ja 2 %:lla syy oli tuntematon.

Vanhusten kaatumisten syitä on pyritty selvittämään, mutta ei kuitenkaan tiedetä, mitkä toimenpiteet ovat tehokkaimpia ehkäisytöitä. Kaatumisten syitäkään ei ole täydellisesti pystytty selvittämään. Oikein ja tehokkaasti kohdistettujen ehkäisytöiden kehittämiseksi tarvitaan lisätietoa kaatumisen mekanismeista sekä riskiryhmistä, joilla vakaviin vammoihin kuten reisiluun yläosan murtumaan, johtaneet tapaturmat yleisemmin sattuvat. (Sattin 1992)

### 3. IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN SEISOMATASAPAINO

Iäkkäiden henkilöiden seisomatasapainon on todettu heikentyneen. Vanhuksilla seisoma-asentoon liittyvä huojunta on suurempaa kuin nuoremmilla henkilöillä, mutta henkilöiden välinen vaihtelu on suuri. (Era ja Heikkinen 1985)

#### 3.1. Seisoma-asennon biomekaniikkaa

Tasapaino ja seisoma-asennon ylläpito on monimutkainen järjestelmä sekä anatomisesti että fysiologisesti. Tasapainon ylläpitäminen seisoma-asennon aikana on maan vetovoiman vastustamista. (Nashner 1983) Seisoma-asennossa vartalon painopiste sijaitsee toisen lannenikaman kohdalla. Useimpien ihmisten painopiste sijaitsee 55-57 %:n korkeudella vartalon koko pituudesta. Painopisteen tarkka sijainti vaihtelee yksilöllisesti ja se muuttuu vartalon asennon muuttuessa. (Galley ja Forster 1988)

Seisoma-asennon hallinta edellyttää, että vartalon painopisteen projektio pysyy mahdollisimman lähellä tukipinnan keskipistettä (Nashner 1983). Seisoma-asento on sitä vakaampi, mitä suurempi tukipinta on ja mitä pienempi painopisteen etäisyys on tukipinnasta (Sandström 1994).

Vartalon huojuntaa pidetään yleisesti tasapainoa kuvaavana ilmiönä (Berg 1989). Ihmisen seisoma-asento ei ole koskaan täysin liikkumaton, vaan keho huojuu lakkaamatta eteen- taakse- ja sivusuunnassa (Nashner 1983). Seisoma-asennon hallinta katsotaan sitä paremmaksi, mitä vähäisempää on kehon huojunta (Berg 1989).

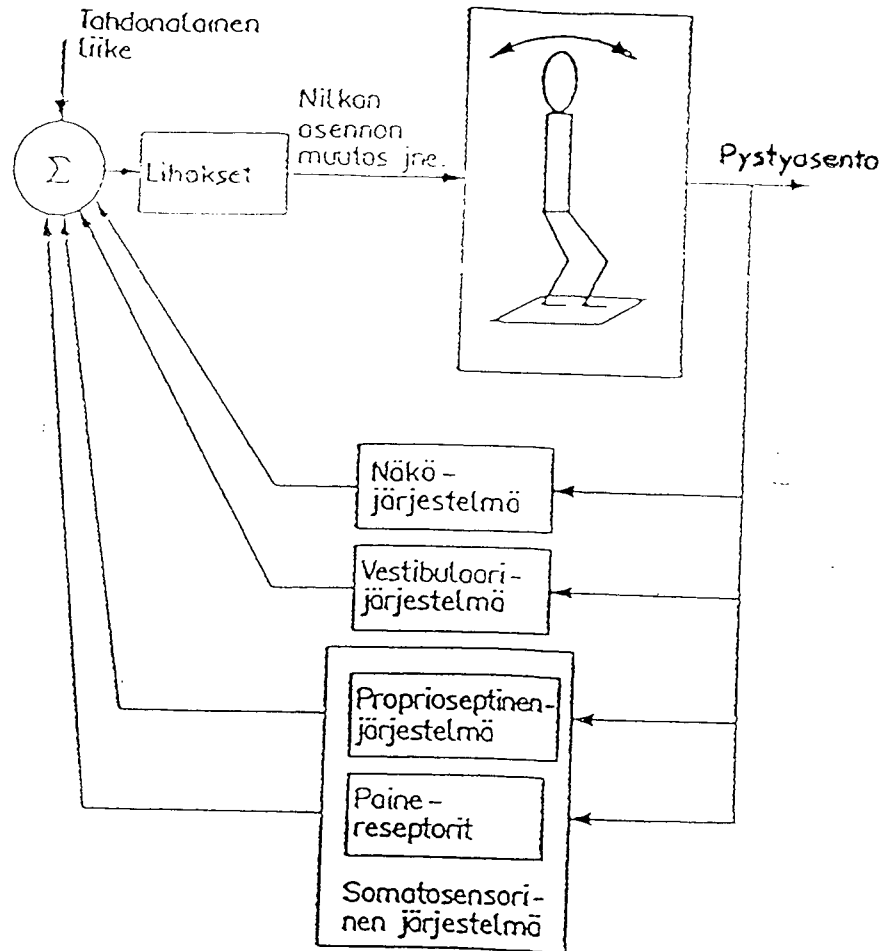
Ihmisen seisomatasapaino tarkasteltaessa voidaan erottaa staattinen ja dynaaminen tasapaino. Kun henkilö pyrkii seisomaan paikallaan liikkumatta sillä tarkoitetaan staattista tasapainoa. Dynaaminen tasapaino on kyseessä silloin, kun henkilö tekee jotain liikettä

esimerkiksi nostaa käsiään tai jokin ulkoinen voima horjuttaa henkilöä. Tuolloin vartalo kallistuu ja muuttaa asentoa tarpeen mukaan eteen, taakse- ja sivusuuntaan. (Spirduso 1995)

Berg (1989) on kritisoinut staattisen ja dynaamisen tasapainon määritelmiä. Hänen mielestään ilmaus staattinen tasapaino ei huomioi jatkuvaa pientä automaattista asennonsäätelyä, joka ylläpitää painopistettä tukipinnan yläpuolella. Dynaaminen tasapaino ilmauksena sisältää liian laajasti erilaiset liikkuvan asennon hallintaa vaativat tilanteet. Tutkijan mukaan tasapaino käsittää asennon ylläpidon, asennon säätelyn tahdonalaisessa liikkumisessa ja reagoinnin ulkoisiin häiriötekijöihin. (Berg 1989)

### 3.2. Seisoma-asentoa säätelevät järjestelmät

Seisoma-asennon säätelyyn tarvitaan takaisinsyöttötietoa näköjärjestelmästä, sisäkorvasta ja somatosensorisesta järjestelmästä. Vestibulaari- eli tasapainoelin sijaitsee sisäkorvassa. (Sandström 1994) Seuraava kuva esittää seisoma-asennon säätelyyn ja ylläpitoon liittyvää järjestelmää (Kuva 1).



Kuva 1. Seisoma-asennon säätelyyn liittyvä järjestelmä.  $\Sigma$  = keskushermosto. (Sandström 1994)

### 3.2.1. Sensorisen informaation järjestelmät

Näköaisti viestittää tietoa henkilön omasta asennosta ja liikkeestä suhteessa ympäristöön, joka on liikkuva tai paikallaan pysyvä. Näköjärjestelmä välittää tietoa ympäristöstä ja sen tapahtumista ja sen avulla arvioidaan etäisyyksiä. Silmien avulla tapahtuva asennon hallinta edellyttää kontrolloitua vartalon ja pään asentoa. (Galley ja Forster 1988)

Vestibulaari- eli tasapainoelin sijaitsee sisäkorvassa. Tasapainoelin välittää tietoa keskushermostolle pään asennosta ja liikkeestä, erityisesti liikkeen aloituksessa ja lopetuksessa sekä päätä eteen, taakse ja sivuille taivutettaessa. Tasapainoelin aistii liikkeen kulma- eli angulaarista ja lineaarista eli suoraviivaista kiihtyvyyttä. Lineaarinen kiihtyvyys tapahtuu liikkeen alku- ja loppuosassa. Angulaarinen kiihtyvyys ilmenee pään kierto- liikkeen alkamisessa. Sekä näköaisti että vestibulaarijärjestelmä auttavat määrittämään varta-

lon asentoa avaruudessa sekä havaitsemaan ja tunnistamaan vertikaali- eli pystysuunnan (Noback ja Demarest 1981)

Somatosensorista tietoa välittäviä rakenteita ovat proprioseptorit ja eksteroseptorit. Proprioseptorit välittävät tietoa nivelten asennosta ja kehon osien liikkeestä ja eksteroseptorit välittävät tietoa ulkoisesta ympäristöstä. Proprioseptoreita ovat lihasten lihas-sukkulat ja Golgin jänne-elimet sekä nivelten mekanoreseptorit. Lihassukkulat reagoivat lihaksen pituuden muutokselle ja Golgin jänne-elimet lihaksen jännitystason muutokselle. Nivelten mekanoreseptorit sijaitsevat nivelkalvoissa tai niiden läheisyydessä. Eksteroseptorit ovat ihon ja ihonalaisen kudoksen paine- ja kosketusreseptoreita. (Noback ja Demarest 1981)

Niskan mekanoreseptorit ovat tärkeässä roolissa seisomatasapainon ylläpitämisessä, koska ne osallistuvat pään kontrolliin pystyasennossa (Downton 1993). Säären, nilkan ja jalkaterän alueella olevat reseptorit ovat myös tärkeitä seisoma-asennon hallinnassa, koska niillä aistitaan alaraajojen asento (Stelmach ja Worriham 1985).

### 3.2.2. Seisoma-asennon ohjaus ja sensorisen informaation käsittely keskushermostossa

Tieto asennosta ja sen muutoksesta välittyy keskushermostoon refleksiratoja pitkin silmistä, vestibulaarijärjestelmästä, lihasten ja nivelten proprio- ja eksteroseptoreista. Aistinjärjestelmien välittämää tietoa käsitellään ja organisoidaan keskushermostossa, josta tarkoituksenmukaiset toimintakäskyt lähetetään edelleen lihasten motorisille yksiköille, jotka saavat aikaan tarvittavan asennon korjauksen. (Galley ja Forster 1988)

Sensorisen ja motorisen tiedon integraatiota tapahtuu keskushermoston useilla eri tasoilla (Downton 1993). Isojen aivojen kuorikerroksessa päätetään liikkeistä ja kontrolloidaan niitä. Pikkuaiivot kontrolloivat lihaksia saaden palautetta, joka on yhteydessä aiottuun liikkeeseen. Liikkeen esiaktivoituminen ja ennakointi tapahtuu pikkuaivoissa. Liikkeet kalibroidaan ja koordinoidaan halutuiksi. (Wolfson 1992) Liikkeiden suunnitteluun ja

toteutukseen osallistuvia alueita on lisäksi basaaliganglioissa, aivorungossa ja selkäytimessä (Shumway-Cook ja Woollacott 1995).

### 3.2.3. Lihastoiminta seisoma-asentoa ylläpidettäessä

Seisoma-asennon ylläpidossa pyritään mahdollisimman vähäiseen lihastyön käyttöön.

Asentoa ylläpitävien lihasten tonuksen säätely seisoma-asennossa tapahtuu asentorefleksien ja posturaalisten eli asentoa ylläpitävien automaattisten reaktioiden avulla.

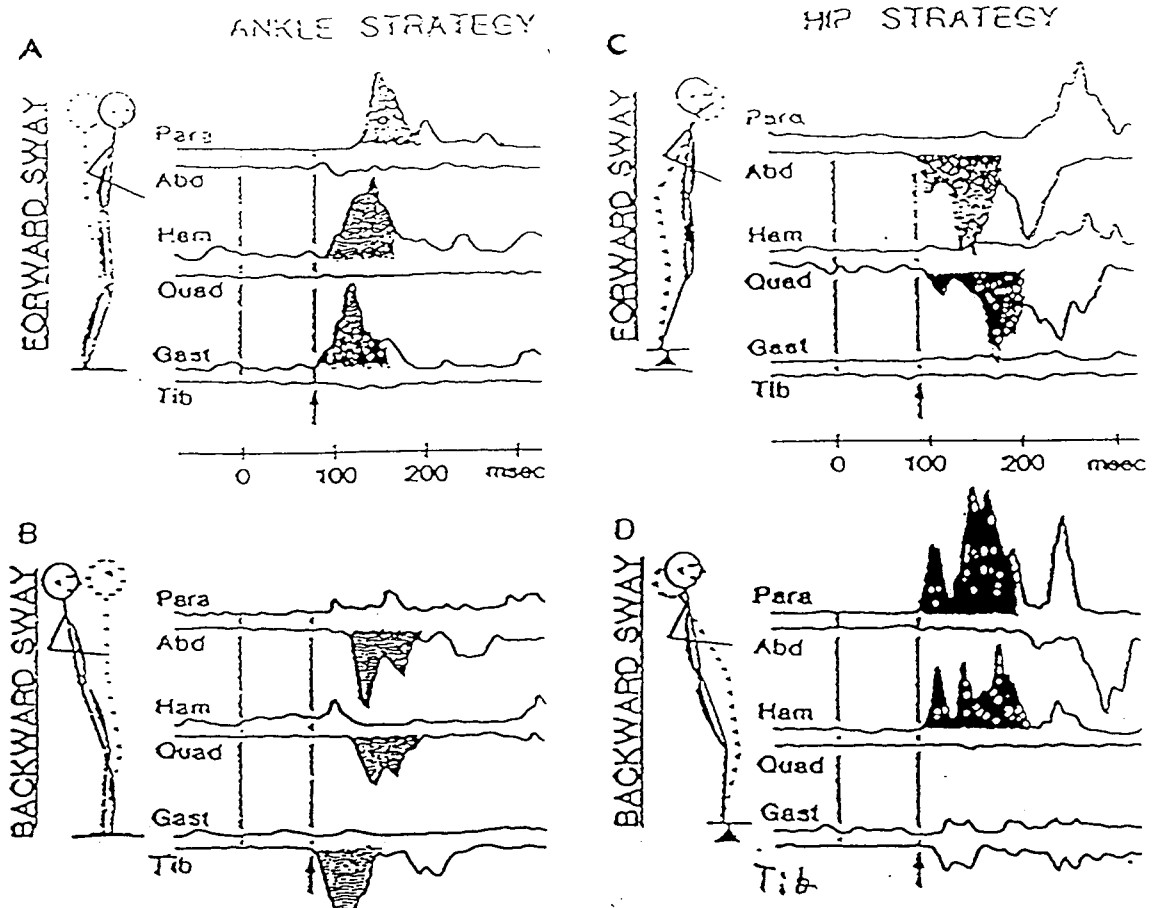
(Basmajian 1985) Voimakkaammat tasapainon korjausliikkeet tapahtuvat nykykäsityksen mukaan pitkälti keskushermostoon etukäteen ohjelmoitujen lihassynergioiden avulla (Shumway-Cook ja Woollacott 1995). Esimerkiksi asentoa korjaavassa synergiassa lihasaktiivisuutta ilmenee n. 100 millisekunnin kuluessa vasteena odottamattomille ulkoisille horjutuksille (Horak ym. 1989).

Lihasten aktiivisuutta voidaan tutkia EMG:n avulla. EMG-tutkimusten mukaan seisoma-asennossa aktiivisuutta on mm. seuraavissa lihaksissa: soleus, gastrocnemius, tibialis anterior, gluteus medius, tensor fasciae latae, iliopsoas ja thoracic erector spinae. Reisien, selän ja vatsan lihaksissa on vain heikkoa aktiivisuutta. Yläraajoissa ja niskalihaksissa aktiivisuus on vähäinen (Basmajian 1985).

Normaalisti seistessä keho huojuu enemmän eteen-taakse-suunnassa kuin sivusuunnassa. Jos tasapainoa horjutetaan ihminen korjaa seisomatasapainoaan nilkka- tai lonkkastrategian avulla. Nilkkastrategiaa käytetään, kun tasapainon häiriö on pieni. Tällöin vartalon horjahtaessa eteenpäin asentoa korjaavaa lihasaktivaatiota havaitaan ensin gastrocnemiuksissa, sitten hamstringeissa ja viimeiseksi paraspinaalisissa- eli selkälihaksissa. Vartalon kallistuessa taaksepäin aktivoituu ensin tibialis anterior, sitten rectus femoris ja abdominaali- eli vatsalihakset. Lonkkastrategiaa käytetään, kun horjahdus on suuri. Vartalo taipuu lonkkanivelistä, jotta asennon korjaaminen olisi mahdollista horjahduksen tai töytäisyn jälkeen. Eteenpäin horjahdusta korjataan abdominaalilihaksilla ja rectus femoriksilla. Taaksepäin kallistumista korjataan paraspinaalilihaksilla ja hamstringeillä.



Liike- ja lihasaktivaatio tapahtuu ensisijaisesti lonkan ja polven alueella. (Horak ja Nashner 1986) (Kuva 2)



Kuva 2. Nilkka- ja lonkkastrategiassa lihasten aktivoituminen seisoma-asentoa korjattaessa vartalon eteen- ja taaksepäin horjahduksissa. A=Nilkkastrategia eteenpäin, B=Nilkkastrategia taaksepäin, C=Lonkkastrategia eteenpäin, D=Lonkkastrategia taaksepäin (Horak ja Nashner 1986)

Vanhukset käyttävät useimmiten lonkkastrategiaa, koska heidän seisomatasapainosäätelynsä on heikentynyt. Seisoma-asennon korjaamiseksi voidaan käyttää myös askeleen ottamista, jolloin henkilö ottaa askeleen pysyäkseen pystyssä. (Woollacott ja Shumway-

Cook 1996) Vanhat henkilöt korjaavat pystyasentoaan myös yksilöllisesti omalla strategiallaan, mikä voi olla eräs syy kaatumisiin (Manchester ym. 1989).

### 3.3. Seisomatasapainon mittaamisesta

Seisomatasapainon mittaamiseen on useita eri menetelmiä. Mittausmenetelmät jaetaan kliinisiin ja laboratorio-olosuhteissa tapahtuviin mittauksiin. Kliinisiä mittaustapoja ovat mm. Rombergin testi, yhden jalan seisonnatesti, kurotustesti (The Functional Reach Test, FR) ja rintalastasta tönäisy sekä jalat-peräkkäin testi eli tandemseisonta. Rombergin testissä testattava seisoo jalat yhdessä silmät suljettuina, josta mahdollinen horjuminen havainnoidaan (Downton 1993). Yhden jalan seisonnatestissä mitataan aika, jonka koehenkilö kykenee seisomaan yhdellä jalalla (Horak 1987, Frändin ym. 1995). Kurotustestissä, FR, koehenkilöä pyydetään kurottamaan mahdollisimman pitkälle eteenpäin ottamatta askelta tai kosketusta seinään. Koehenkilö seisoo jalat vierekkäin hartioiden leveydellä seinän vieressä kylki seinään päin. Seinänpuoleinen yläraaja on vaakatasossa. Kurotusmatka, yläraajan liike eteenpäin, mitataan senttimetreinä. (Duncan ym. 1990) Rintalastasta tönäisytestissä havainnoidaan miten ihminen korjaa asentoaan. Jalat-peräkkäin eli ns. tandem-seisonnassa havainnoidaan reaktioita, miten kauan ihminen pysyy paikallaan. (Horak 1987)

Laboratoriomittaukset keskittyvät pääasiallisesti huojunnan mittaamiseen voimalevyn avulla (Berg 1989). Koehenkilö seisoo voimalevyllä, joka on yhdistetty tietokoneeseen. Tietokone rekisteröi voimalevyyden kohdistuvia yleisimmin vertikaalisuuntaisia reaktiovoimia. Seisoma-asennossa alustaan kohdistuvia reaktiovoimia aiheuttaa kehon painopisteen ja sen liikkeen lisäksi erityisesti huojuntaa korjaava lihastoiminta. Koehenkilön huojuntaa voidaan mitata sekä visuaalista (silmät auki ja kiinni) että somatosensorista palautetta muunnellen kuten esimerkiksi erilaisia tukipintoja käyttäen tai tukipintaa kaventamalla esim. jalat peräkkäin seisten (Palovaara ja Sipponen 1990).

Seisomatasapainoa voimalevyn avulla tutkittaessa on käytetty useita erilaisia voimavaikutusten keskipisteen sijainnista laskettuja muuttujia. Seisomatasapaino kuvaavina muuttujina on käytetty esimerkiksi reaktiovoimien keskipisteen liikkeen keskiarvoista nopeutta, frekvenssiä, amplitudia ja pinta-alaa. (Ferne ym. 1982, Maki ym. 1990, Berg ym. 1992, Thapa ym. 1996)

#### 3.4. Ikääntymisen aiheuttamat muutokset seisomatasapainossa ja sitä säätelevissä järjestelmissä

Vanhenemismuutokset tasapainoa säätelevien järjestelmien eri osissa ja erityisesti neurologiset sairaudet johtavat iäkkäiden henkilöiden heikentyneeseen tasapainon säätelykykyyn. Vanhukset altistuvat patologisille prosesseille, jotka rappeuttavat tasapainoa sääteleviä elimiä ja heikentävät seisomatasapainon kontrollia. Perimä ja elintavat voivat selittää rappeutumisen nopeuden yksilöllistä vaihtelua. (Horak ym. 1989)

Pyykkö ym. (1988) tutkivat terveiden (n = 201) 6 - 88-vuotiaiden henkilöiden seisomatasapainoa voimalevyn avulla. Heidän tulostensa mukaan vanheneminen alkaa vaikuttaa tasapainoon 65 ikävuoden jälkeen, jolloin kehon huojunta lisääntyy. Seisomatasapainon muutokset eivät aina liity suoraan kronologiseen ikään, vaan muutokset ovat yksilöllisiä. Tutkimuksen mukaan iän myötä tasapainon säätelyjärjestelmä edelleen heikkeni, ja yli 85-vuotiailla se oli enää poikkeustapauksessa normaali. (Pyykkö ym. 1988)

Silmän linssin (mykiön) taittovoima ja linssin kyky läpäistä valoa heikkenee iän myötä. Ikääntyessä näkökyky heikkenee. Näön tarkkuus huonontuu ja pupillireaktio vaimenee n. 40 ikävuodesta lähtien. (Noback ja Demarest 1981) Ikääntymiseen liittyvät fysiologiset näköaisin muutokset eivät heikennä näkökykyä yhtä paljon kuin patologiset muutokset, joita ovat mm. harmaakaihi, silmänpainetauti, aivoverenkiertosairaudet ja diabetes. (Downton 1993)

Kehon huojunnan on havaittu lisääntyneen näkökenttää rajoitettaessa (Manchester ym. 1989). Näköaistin on todettu kompensoivan vestibulaarijärjestelmän ja/tai somatosensoristen aistien puutteellista toimintaa seisoma-asennossa (Noback ja Demarest 1981, Spiriduso 1995).

Sisäkorvassa sijaitsevan tasapainoelimen kaarikäytävissä tapahtuu iän myötä rappeutumismuutoksia. Tasapainoelimen pyöreän ja soikean rakkulan karvasolut vähenevät. (Alexander 1994) Tasapainoelimessä sijaitsevien hermosolujen, aistinsolujen ja tuntohermosäikeiden määrä ja koko vähenee 40 ikävuodesta alkaen (Bergström 1973, Horak ym. 1989). Manchesterin ym. (1989) tutkimus osoitti, että yli 70-vuotiailla henkilöillä tasapainoelimen 40 %:n aistinsolujen menetyksestä huolimatta voi tasapainoelimen toiminta säilyä hyvänä.

Myös somatosensoristen aistien proprioceptorit ja eksteroseptorit heikkenevät ikääntyessä. Vanhojen ihmisten kyky aistia oikein raajojen kulloistakin asentoa heikkenee. Asentotuntoa on selvitetty mm. tutkimalla vibraatiotunnon herkkyyttä. Vibraatiotunto heikkenee ikääntyessä. Lisääntyneen kehon huojunnan on todettu olevan yhteydessä heikentyneeseen alaraajojen vibraatiotuntoon. (Brocklehurst ym. 1982) Kokmen ym. (1978) toteavat, etteivät muutokset proprioseptiikassa ilman muuta johda tasapainon merkittävään heikentymiseen ns. normaalissa ikääntymisessä.

Seisomatasapainon säätely edellyttää sensorisen ja motorisen informaation yhteistyötä, joka tapahtuu aivojen eri tasoilla. Ikään liittyvä keskushermostoperäinen hidastuminen aiheuttaa helppojenkin liikkeiden suunnittelu- ja kontrollivaikeutta. Edellä mainittu vaikeus aiheuttaa hitautta ja koordinaation puutetta ja epätarkoituksenmukaisia liikkeitä. Vanhetessa yksinkertaiset tehtävät vaativat enemmän huomiota ja tarkkaavaisuutta kuin nuorempana. (Diggles Buckles 1993) Hinchcliffen (1983) mukaan keskushermoston rappeutuminen ja verenkiertoelimistön sairaudet ovat ilmeisesti pääasialliset vanhusten tasapainohäiriöiden aiheuttajat.

Keskushermoston toimintakykyä voidaan tutkia reaktio- ja liikeaikamittauksin (Palovaara ja Sipponen 1990). Reaktio- ja liikeajan on todettu hidastuvan iän myötä. Carnahan ym. (1993) ovat tutkimuksessaan verranneet nuorten (20-28 v.) ja iäkkäiden henkilöiden (65-79 v.) reaktio- ja liikeaikaa. Tutkimus osoitti, että iäkkäät henkilöt ovat hitaampia kuin nuoret henkilöt. Lord ja Clark (1996) vertasivat vuoden aikana kaatuneitten ja ei-kaatuneitten henkilöiden reaktioaikaa. Yksinkertainen reaktioaikatesti osoitti kaatuneilla henkilöillä olevan hitaamman reaktioajan kuin ei-kaatuneilla henkilöillä (Lord ja Clark 1996). Myös Wolleyn ym. (1997) tutkimuksen mukaan kaatuneilla henkilöillä reaktioaika oli hitaampi kuin ei-kaatuneilla henkilöillä. Tutkimukseen osallistui 22 henkilöä, jotka olivat 69-93 -vuotiaita.

Ikääntyessä lihasten rakenteessa ja toiminnassa tapahtuu muutoksia. Lihasten poikkipinta-ala pienenee, mikä johtuu lihassolujen koon pientymisestä ja lukumäärän vähentymisestä. Ikääntymisen seurauksena lihakset atrofoituvat ja tämä näkyy erityisesti nopeissa lihassoluissa. Iän myötä lihaksen sidekudos lisääntyy heikentäen lihaksen voimaa. (Larsson 1983)

Lihasten hermotoiminnassa tapahtuu muutoksia ikääntyessä muuan muassa hermojen johtumisnopeus hidastuu (Woollacott ym. 1982). Lihaksen voimantuotto hidastuu ja lihaksen kyky tuottaa motorisia vasteita ajassa heikkenee, ts. vanhuksella kuluu enemmän aikaa kuin nuorella henkilöillä esim. tehdä kehon korjausliike horjahduksen jälkeen. Lihastoiminnan muutokset johtuvat useista eri tekijöistä. Tutkijat ovat havainneet, että muutoksiin vaikuttavat mm. ikä ja inaktiivisuus sekä ravitsemus. (Larsson 1983)

Studenski ym. (1991) totesivat, että alaraajojen lihasvoima on heikompi henkilöillä, jotka ovat kaatuneet verrattuna ei-kaatuneisiin henkilöihin. Whipple ym. (1987) havaitsivat kaatuneilla henkilöillä heikommat nilkan dorsiflektorit verrattuna ei-kaatuneisiin henkilöihin. Australialainen tutkimus osoitti, että keski-ikästään 82,7 vuotiaiden vanhusten alaraajojen lihasten heikkous oli yhteydessä lisääntyneeseen kehon huojuntaan (Lord ym. 1991). Tutkittaessa jyvaskyläläisten 75-vuotiaiden seisomatasapainoa voimalevyn avulla

havaittiin, että heikoilla vartalon lihasvoimilla oli yhteyttä kehon lisääntyneeseen huojuntaan molemmilla sukupuolilla (Palovaara ja Sipponen 1990).

#### 4. IÄKKÄIDEN HENKILÖIDEN SEISOMATASAPAINON YHTEYS KAAATUMISIIN

Seisomatasapainon (huojunnan) on todettu olevan yhteydessä kaatumisiin. Viime aikoina on tehty useita tutkimuksia, joissa on verrattu kaatuneitten ja ei-kaatuneitten henkilöiden seisomatasapainoa voimalevyllä mitattuna. (Topper ym. 1993, Maki ym. 1994)

Useat tutkijat ovat havainneet, että ne vanhukset, jotka ovat kaatuneet huojuvat seisomatasapainossa enemmän kuin ne, jotka eivät ole kaatuneet (Ferne ym. 1982, Maki ym. 1994). Balohin ym. (1994) tutkimus osoitti, ettei kaatuneilla ja ei-kaatuneilla henkilöillä ollut eroa huojunnan nopeudessa. Tutkimuksessa verrattiin terveiden yli 75-vuotiaiden (n=82) ja 18-39 -vuotiaiden (n=30) henkilöiden huojunnan nopeutta eteen- ja sivusuunnassa. Voimalevy mittaukset suoritettiin tutkittavien pitäessä sekä silmät kiinni että silmät auki. Tutkittavat ilmoittivat tutkimusta edeltävän vuoden aikana sattuneet kaatumistensa lukumäärät. Yksi tai useampi kaatuminen oli sattunut vanhemmassa ikäryhmässä 22 henkilölle. Nuoremmassa ikäryhmässä ei kaatumisia ollut sattunut ollenkaan. (Baloh ym. 1994)

Edellä mainittu tutkimus osoitti lisäksi, että vanhukset, jotka kertoivat pelkäävänsä kaatumista, huojuivat enemmän kuin tutkittavat, joilla ei ollut kaatumispelkoa. Sukupuolten välillä ei todettu huojunnan nopeudessa tilastollisesti merkitsevää eroa. Tutkimuksessa ilmeni, että muutamilla vanhemman ikäryhmän henkilöillä kehon huojunnan nopeus oli yhtä pieni kuin vähiten huojuneilla henkilöillä nuoremmassa ikäryhmässä. (Baloh ym. 1994)

Maki ym. (1990) havaitsivat staattisen seisomatasapainon mittauksissa, että huojunnan nopeus oli suurempi kaatuneilla kuin ei-kaatuneilla. Tutkijoiden mukaan staattinen tasapainotesti erottelee kaatuneet ja ei-kaatuneet paremmin kuin dynaaminen tasapainotesti. Tutkimuksessa mitattiin ainoastaan eteen- ja taakse -suuntainen huojunta. Tutkimuksessa muuttujina olivat mm. huojunnan nopeus ja matka. Tutkittavia oli 64 henkilöä, puolet

nuoria, keski-ikä 25 vuotta ja puolet 61-79 -vuotiaita, joiden keski-ikä oli 69 vuotta. Sukupuolijakauma oli tasainen, 32 miestä ja 32 naista. Vanhemmassa ikäryhmässä oli viisi henkilöä, jotka olivat kaatuneet tutkimusta edeltävän vuoden aikana. (Maki ym. 1990)

Kanadalainen tutkimus osoitti kehon huojunnan nopeuden olevan suurempaa 12 kuukauden aikana kerran tai useammin kaatuneilla henkilöillä verrattuna henkilöihin, joille ei ollut sattunut kaatumisia. Tähän kaksoissokkotutkimukseen osallistui 205 geriatrisessa sairaalassa asuvaa henkilöä, joiden keski-ikä oli 81.8 vuotta. Naisia tutkittavista oli 153 ja miehiä 52 henkilöä. Naisista 46 %:lle ja miehistä 30 %:lle oli sattunut yksi tai useampi kaatuminen. Tutkimuksessa testattiin vartalon eteen-taakse huojunnan nopeutta sekä silmät auki että silmät kiinni. Sukupuolten välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kehon huojunnan nopeudessa. (Ferne ym. 1982)

Topperin ym. (1993) vuoden kaatumisseuranta- ja seisomatasapainotutkimukseen osallistui 100 omatoimista, palvelutalossa asuvaa henkilöä, 17 miestä ja 83 naista, joiden keski-ikä oli 83 vuotta. Tutkimusaikana tapahtui 59 henkilölle yhteensä 120 kaatumista. Tutkimus osoitti, että ainoastaan niiden henkilöiden kehon huojunta, joilla kaatumisen syynä oli töytäisy, käsien aiheuttama liike tai henkilön kääntyminen, oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi verrattuna ei-kaatuneisiin henkilöihin. Silmät kiinni -testissä sivusuuntainen huojunnan amplitudi oli kaatuneilla henkilöillä tilastollisesti merkitsevästi suurempi verrattuna ei-kaatuneisiin henkilöihin. (Topper ym. 1993)

Lord ja Clark (1996) havaitsivat, että kaatuneitten huojunnan pinta-ala sekä silmät auki-että silmät kiinni -testissä oli suurempi kuin henkilöillä, jotka eivät olleet kaatuneet. Australialaiseen vuoden seurantatutkimukseen osallistui 66 henkilöä, jotka olivat 72-96 -vuotiaita palvelutalossa asuvia, omatoimisia miehiä (n=9) ja naisia (n=61). Vuoden aikana 24 henkilölle ei sattunut yhtään kaatumista, 20:lle sattui yksi kaatuminen ja 22:lle kaksi tai useampi kaatuminen. Kaatuneitten keski-ikä oli 86.6 ja ei-kaatuneitten 83.6 vuotta. Tutkittavista 29 % oli yli 90-vuotiaita ja heistä 84 %:lle sattui vähintään yksi kaatuminen seuranta-aikana. (Lord ja Clark 1996)



Iäkkäiden henkilöiden toistuvat kaatumiset ovat yleisiä. Toistuvasti kaatuvat vanhukset huojuvat ilmeisesti enemmän kuin vanhukset, jotka eivät ole kaatuneet lainkaan tai ovat kaatuneet ainoastaan yhden kerran. (Hawken ym. 1993, Thapa ym. 1996) Toisaalta Fernie ym. (1982) eivät todenneet yhteyttä kehon huojunnan nopeuden ja kaatumislukumäärien välillä. Hawken ym. (1993) tutkimustulos osoitti, että kahdesti tai useammin kaatuneilla henkilöillä oli huojunnan amplitudi suurempi kuin henkilöillä, jotka eivät olleet kaatuneet lainkaan tai olivat kaatuneet yhden kerran. Tutkimukseen osallistui palvelutalossa asuvia omatoimisia naisia, joiden keski-ikä oli kaatuneiden ryhmässä 68.6 vuotta ja kontrolliryhmässä (ei-kaatuneet) 67.6 vuotta. Kumpaankin tutkimusryhmään kuului 30 naista. Kaatuneiden ryhmä jaettiin kahteen ryhmään: 0-1 kertaa kaatuneet ja 2 tai useamman kerran kaatuneet. Kummankin ryhmän koko oli 15 naista. (Hawken ym. 1993)

Vanhusten seisomatasapainon yhteys kaatumisiin on epäselvä. Tutkimukset antavat erilaisia tuloksia, joten tästä syystä on aiheellista tutkia lisää seisomatasapainon yhteyttä kaatumisiin ja kaatumistapaturmiin.

## 5. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA ONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ennustaako voimalevyllä mitattu seisomatasapaino lääkärissä käyntiin johtaneita kaatumistapaturmia jyvaskyläläisillä, vuonna 1910 syntyneillä, IKIVIHREÄT-projektiin osallistuneilla naisilla ja miehillä. Tutkimuksessa selvitettiin tutkimuksen alussa, vuonna 1990, voimalevyllä mitatun seisomatasapainon ja viiden vuoden seurantaajan kaatumistapaturmien yhteyttä. Lisäksi haluttiin selvittää kaatumistapaturmien esiintyvyyttä kyseisessä ryhmässä.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Kuinka paljon lääkärissä käyntiin johtaneita kaatumistapaturmia vuonna 1910 syntyneille, 80-vuotiaille jyvaskyläläisille naisille ja miehille on sattunut 5 vuoden seurantajakson aikana?
2. Poikkeako seurantajakson alussa mitattu seisomatasapaino niillä henkilöillä, joille on sattunut kaatumistapaturma seurantajakson aikana verrattuna niihin henkilöihin, joille ei ole sattunut kaatumistapaturmaa?

## 6. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

### 6.1. Aineisto

Tutkimusaineistona on osa Jyväskylän yliopiston ja kaupungin yhteisen IKIVIHREÄT-projektin baseline-vaiheen aineistoa (Heikkinen ja Suutama 1992) ja viiden vuoden seurauajan tapaturma-aineisto. Tapaturmatiedot on kerätty niistä kaatumistapaturmista, jotka ovat sattuneet IKIVIHREÄT-tutkimukseen kuuluvan terveyst- ja toimintakykytutkimuksen (baseline-mittauksen vuonna 1990) jälkeen, vuosina 1990 - 1995. Tapaturmatutkimuksessa tapaturmaksi määriteltiin lääkärissä käyntiin johtanut onnettomuus, kuten esimerkiksi kaatuminen tai putoaminen. (Suvikorpi 1992)

Kevään 1990 aikana tehtiin jyvaskyläläisille vuonna 1910 syntyneille, 80-vuotiaille naisille ja miehille perusteellinen terveyst- ja toimintakykytutkimus. Tutkimukseen kutsuttiin vuoden 1990 alussa elossa olleet vuonna 1910 syntyneet jyvaskyläläiset henkilöt, yhteensä 291 henkilöä. Tutkimuksesta kieltäytyi 21 henkilöä, kahta ei tavoitettu ja kuusi henkilöä oli kuollut. (Kauppinen 1992)

Kotona tehtyihin haastatteluihin osallistui 262 henkilöä, 188 naista ja 74 miestä (91,9 % perusjoukosta). Tutkimus sisälsi haastatteluosuuden lisäksi lääkärintarkastuksen ja laboratoriossa suoritettuja mittauksia. Laboratoriotutkimuksiin osallistui 203 henkilöä, 143 naista ja 60 miestä (74,7 %) tavoitettavissa olleista. Seisomatasapainomittauksiin osallistui 196 henkilöä, 140 naista ja 56 miestä (77,5 %). (Kauppinen 1992) Ikivihreät-projekti on saanut Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan hyväksynnän 16.4.1994.

## 6.2. Menetelmät

### 6.2.1. Kaatumistapaturmatietojen kokoaminen

Tapaturmatietoja on kerätty kolmessa eri vaiheessa, vuosina 1991, 1993 ja 1994. Tapaturmatutkimuksen ensimmäisestä ja toisesta vaiheesta vastasi Sirkku Suvikorpi ja kolmannesta vaiheesta Ritva Sakari-Rantala. Tietojenkeruuvaiheisiin osallistuivat myös Pia Laukkanen, Sari Ollikainen ja Sanna Sihvonen. Tapaturmatutkimuksen ensimmäinen vaihe oli keväällä 1991, jolloin kaikille IKIVIHREÄT-projektin terveys- ja toimintakykytutkimuksen haastatteluun osallistuneille lähetettiin kyselylomake, jolla pyrittiin selvittämään lääkärissä käyntiin johtaneita tapaturmia. Mikäli tapaturma oli ollut, selvitettiin milloin, missä ja miten tapaturma oli sattunut ja missä hoito oli tapahtunut. (Suvikorpi 1992)

Toukokuun 1991 ja helmikuun 1993 välisenä aikana suoritettiin tapaturmatutkimuksen toinen vaihe. Tiedot saatiin ensisijaisesti puhelinhaastattelun avulla. Sekä ensimmäisessä että toisessa vaiheessa pitkäaikaishoidossa olevien henkilöiden tapaturmatiedot kerättiin henkilökunnalta. Tapaturmatutkimuksen kolmannessa vaiheessa, maaliskuusta 1993 vuoden 1994 loppuun, tapaturmatietoja selvitettiin pääasiallisesti kotona tehdyn haastattelun avulla. Puhelinhaastattelu tehtiin ainoastaan Ikivihreät-projektin haastattelusta kieltäytyneille. Tapaturmatiedot koottiin samalla tavalla kuin kahdessa aikaisemmassakin vaiheessa, mutta muuttujaluetteloa tarkennettiin sattumispaikan osalta. Aikaisemmin oli kysytty sattuiiko tapaturma sisällä vai ulkona. Tällä kerralla haluttiin kirjata lisäksi sattuiiko tapaturma kotona, laitoksessa, kadulla, luonnossa tms.

Keski-Suomen keskussairaalan ensiapupoliklinikan ja Jyväskylän kaupungin terveyskeskuksen arkistoista on kerätty maaliskuusta 1991 alkaen tietoja vuonna 1914 ja sitä ennen syntyneille sattuneista tapaturmista. Em. rekistereiden antama tieto sekä tapaturmakyselyn tiedot täydensivät toisiaan.

Keski-Suomen keskussairaalan ja Jyväskylän kaupungin terveysasemien arkistojen potilasasiakirjosta tarkistettiin sekä tutkittavien ilmoittamat tapaturmat että terveyskeskuksen tapaturmalomakkeilla raportoidut tapaturmat. Tapaturman taustasta selvitettiin sattumisajankohta ja -paikka, tapaturmamekanismi, diagnoosi, hoitotoimenpiteet (kirurginen/konservatiivinen) sekä hoitoon hakeutumipaikka ja jatkohoito, jotka kirjattiin. Tiedostoon vietiin vain ne tapaturmat, joista lääkäri oli havainnut ulkoisia merkkejä tapaturmasta ja joista löytyi merkintä potilasasiakirjoista. Mikäli lääkäri oli tarkastanut tapaturman seuraamuksen vanhainkodeissa tai muissa laitoksissa asuvien henkilöiden tapaturmat sisällytettiin tutkimukseen. Vieraalla paikkakunnalla hoidetut tapaturmat tai yksityislääkärillä käynnit pyrittiin selvittämään mahdollisimman perusteellisesti soittamalla ko. hoitolaitokseen tai luottamalla tutkittavan omaan raportointiin, jos hänellä oli esimerkiksi kirjallinen hoitoseloste diagnooseineen. Jyväskylästä pois muuttaneiden tai henkilöiden, joita ei tavoitettu sekä kaikkien edellisen tutkimusvaiheen jälkeen kuolleiden henkilöiden potilasasiakirjat tarkistettiin.

Tietojenkeruumenetelmän luotettavuuden lisäämiseksi tehtiin kesällä 1995 potilasasiakirjojen tarkistus kaikille niille tutkituille, joiden papereita ei ollut tarkistettu vuoden 1994 tapaturmakyselyn yhteydessä. Tapaturmatiedot tarkastettiin vuoden 1990 keväästä lähtien kaikkien niiden 1910 syntyneiden tutkittavien asiakirjoista, joita ei vielä ollut tarkastettu vuoden 1994 tapaturmakyselyjen yhteydessä. Potilasasiakirjojen tarkastuksessa löytyi 16 uutta tapaturmaa 16 henkilöltä.

### 6.2.2. Seisomatapainon mittaaminen

Tutkittavien staattista seisomatasapainoa mitattiin Jyväskylän yliopiston terveystieteen laitoksella kehitetyn voimalevytekniikan avulla. Kehon voimakeskipisteen liikettä tutkittiin Kistler-voimalevyn avulla. Voimalevyn kussakin neljässä kulmassa on pietsosähköinen voima-anturi, joka mittaa tutkittavan kehon huojunnasta syntyviä pysty- ja vaakavoimia. Voimalevyiltä tulevat mittaussignaalit ohjattiin vahvistimen (Kistler 9861A) kautta tietokoneelle, jossa ne muutettiin AD-muuntimen avulla numeromuotoon (100 näytettyä/sekunti) ja taltioitiin. Signaalin taltiointi ja analysointi tehtiin mittausta varten kehitetyn

ohjelman avulla. Signaaleille tehtiin kolmen pisteen mediaanisuodatus mahdollisten häiriöiden poistamiseksi. Mittauksen aikana voimalevyyn kohdistuneiden pysty- ja vaakavoimien avulla laskettiin ns. voimavaikutusten keskipiste kullakin ajan hetkellä. Voimavaikutusten keskipisteen oletettiin sijaitsevan tutkittavan kehon massakeskipisteen korkeudella ja tutkittavan pituus ja paino otettiin vakioivina tekijöinä huomioon tuloksen laskennassa. (Era 1992)

Voimavaikutusten keskipisteen siirtymisen perusteella laskettiin kehon huojuntaa kuvaavina muuttujina huojunnan keskimääräinen nopeus eteen-taakse- ja sivusuunnassa (mm/s), huojunnan vauhtimomentti ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ) ja huojunnan suurin amplitudi (mm). Huojunnan suurin amplitudi määritettiin laskemalla sivun pituus sellaiselle neliölle, jonka sisäpuolelle kaikki mittauspisteet (100 %) mahtuvat. Tietokoneen analyysiohjelma laski lisäksi huojunnan pääakselisuunnan asteina positiivisesta x-akselista myötöpäivään. Vauhtimomentti yhdisti huojunnan nopeuden ja amplitudin antaman tiedon pinta-alasta. Tuoloin tarkasteltiin voimavaikutusten keskipisteen liikkumaa matkaa yhden jakson aikana koko aikajakson kaikkien voimavaikutusten keskipisteiden sijainnin keskiarvosta. (Era 1992)

Tutkittavien seisomatasapainoa mitattiin kolmella eri tavalla, joissa kussakin tuli seistä mahdollisimman vakaasti ja huojumatta 40 sekunnin ajan. Ensimmäisessä testissä tutkittava seiso voimalevyllä jalat vierekkäin levyyn merkityissä jalanjäljissä, kädet lanteilla ja katse kiinnitettynä vastapäisellä seinällä olevaan rastiin. Seinässä oleva rasti oli silmien korkeudella ja se sijaitsi noin 4 metrin etäisyydellä. Toisessa testissä asento oli sama kuin ensimmäisen testin aikana, mutta silmät tuli pitää suljettuina. Kolmannessa testissä tutkittava seiso levyllä jalat peräkkäin takimmaisen jalan isovarvas kiinni etummaisen jalan kantapäässä. Kädet olivat lanteilla ja katse suunnattuna seinällä olevaan rastiin. Jokainen testi suoritettiin kerran, mutta tutkittavan horjahduksen tai muun häiriön sattuessa yksi uusinta sallittiin. (Era 1992)

### 6.2.3. Fyysisen aktiivisuustason ja pitkäaikaissairauksien lukumäärän määrittelyminen

Tutkittavia pyydettiin itse arvioimaan fyysisen aktiivisuuden tasoaan edeltäneen vuoden ajalta kuusiluokkaisen kysymyksen avulla (Grimby 1986). Kysymyksen ensimmäinen vastausvaihtoehto kuvaa pääasiassa paikallaanistuen tapahtuvaa toimintaa ja kuudes vastausvaihtoehto kuvaa aktiivista urheilua tai kilpaurheilua. (Liite 1) Myös arkiset askareet sisältyvät vastausvaihtoehtoihin. Tutkimukseen osallistuvien pitkäaikaissairauksien lukumäärä selvitettiin lääkärintarkastuksen yhteydessä. Pitkäaikaissairauksiksi katsottiin yli 3 kuukautta kestäneet sairaudet.

### 6.3. Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksessa käytetyistä diskreeteistä muuttujista laskettiin frekvensseja ja prosentteja. Tulosten analysoinnissa käytettiin ristiintaulukointia ja  $\chi^2$ -riippumattomuustestiä, jolla voitiin tutkia mahdollista muuttujien välistä riippuvuutta. Jatkuvien muuttujien jakaumien normaalisuuden testaamiseen käytettiin Kolmogorov-Smirnovin testiä. Sen yhteydessä poistettiin muuttujakohtaisesti selvästi poikkeaviksi tulkittavia havaintoja, jolloin tilastollisten testien tuloksista tuli luotettavampia. Seisomatasapainoa koskevat jatkuvat muuttujat suhteutettiin tutkittavien pituuteen. Studentin t-testin avulla selvitettiin, oliko jatkuvien muuttujien keskiarvoissa tilastollisesti merkitsevää eroa kaksiluokkaisen ryhmittelevän tekijän määräämissä perusjoukoissa.

Kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, ANOVA:lla, tarkasteltiin oliko tasapainomuuttujien keskiarvoissa eroja kahden ryhmittelevän tekijän suhteen ja oliko näillä tekijöillä yhdysvaikutusta. Ensimmäisessä analyysissä ryhmittelevinä tekijöinä olivat fyysinen aktiivisuus ja kaatumistapaturmat. Fyysisen aktiivisuuden suhteen tutkittavat luokiteltiin fyysisesti inaktiivisiin ja aktiivisiin. Fyysisesti inaktiivisten ryhmään kuuluivat henkilöt, jotka toimivat pääasiassa paikallaanistuen tai toiminta oli ruumiillisesti kevyttä. Fyysisesti aktiivisiksi luokiteltiin henkilöt, joiden toiminta oli ruumiillisesti kohtuullista tai raskasta toimintaa, aktiivista urheilua tai kilpaurheilua. Kaatumistapaturmien suhteen tutkittavat

luokiteltiin niihin, joille ei ollut sattunut kaatumistapaturmaa ja niihin, joille oli sattunut kaatumistapaturma. Toisessa analyysissä ryhmittelevinä tekijöinä olivat kaatumistapaturmat sekä pitkäaikaissairauksien lukumäärä. Pitkäaikaissairauksien lukumäärän suhteen tutkittavat jaettiin niihin, joilla ei ollut yhtään pitkäaikaissairautta tai oli enintään yksi sairaus ja niihin henkilöihin, joilla oli kaksi tai useampia pitkäaikaissairauksia. Näiden analyysien avulla haluttiin selvittää sitä, riippuuko seisomatasapainon ja kaatumistapaturmien välinen yhteys toisaalta fyysisen aktiivisuuden tasosta tai toisaalta pitkäaikaissairauksien lukumäärästä. Tilastolliset analyysit on tehty SPSS.Windows 6.1 versiolla. Pylväskuviot on tehty SigmaPlot-ohjelmalla. Merkitsevyytensä  $p = .05$  pidettiin tilastollisen merkittävyyden alarajana.



## 7. TULOKSET

### 7.1. Kaatumistapaturmat viiden vuoden seuranta-aikana

Tapaturmatutkimuksen kolmannen vaiheen loppuun mennessä oli 31,3 %:lle vuonna 1910 syntyneistä jyvaskyläläisistä sattunut ainakin yksi lääkäriin käyntiin johtanut kaatumistapaturma. Kaatumistapaturma tapahtui hiukan useammille naisille (32,4 %) kuin miehille (28,4 %). Sukupuolten välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = .522$ ) (Taulukko 1)

Taulukko 1. Kaatumistapaturmien jakautuminen 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä ja naisilla 5 vuoden seurannan aikana

Kaatumis- tapaturma	Miehet	Naiset	Kaikki
Ei	53 (71,6 %)	127 (67,6 %)	180 (68,7 %)
Kyllä	21 (28,4 %)	61 (32,4 %)	82 (31,3 %)
Yhteensä	74 (100 %)	188 (100 %)	262 (100%)
	$\chi^2 = .409$	df = 1	p = .522

Vuonna 1910 syntyneistä 82 henkilölle sattui 5 vuoden aikana, vuosina 1990 - 1995, yhteensä 123 kaatumistapaturmaa. Yksi kaatumistapaturma sattui 22,9 %:lle, kaksi kaatumistapaturmaa 5,0 %:lle tutkituista. Vain harvoille tapahtui enemmän kuin kaksi kaatumistapaturmaa, kuitenkin yhdelle henkilölle sattui yhdeksän tapaturmaa.

(Taulukko 2)

Taulukko 2. Kaatumistapaturmien lukumäärien jakautuminen 80-vuotiailla jyväs-kyläläisillä miehillä ja naisilla 5 vuoden seurannan aikana

Kaatumis- tapaturmien lukumäärä	Miehet	Naiset	Kaikki
1	19	41	60
2	1	12	13
3	-	5	5
4	-	2	2
5	1	-	1
9	-	1	1
yhteensä	21	61	82

Kaatumistapaturmien seurauksina diagnosoitiin mm. murtumia ja nyrjähdyksiä sekä erilaisia ruhjeita ja haavoja. Kaatumistapaturmien kokonaislukumäärästä (n = 123) neljäs-tä tapauksesta diagnoosia ei ole ilmoitettu. Murtumia sattui eniten, 47 kappaletta, joista reisiluun yläosan murtumia oli 15 kappaletta. Murtumien lisäksi lääkärin toteamia kaatu-mistapaturmien seurauksia olivat lukuisat venähdykset, nyrjähdykset, ruhjeet, viisi aivotä-rähdystä ja yksi aivoruhje. (Taulukko 3)

Taulukko 3. 80-vuotiaiden jyvaskyläläisten miesten ja naisten lääkärin toteamien kaatumistapaturmien seurausten lukumäärät 5 vuoden seurannan aikana

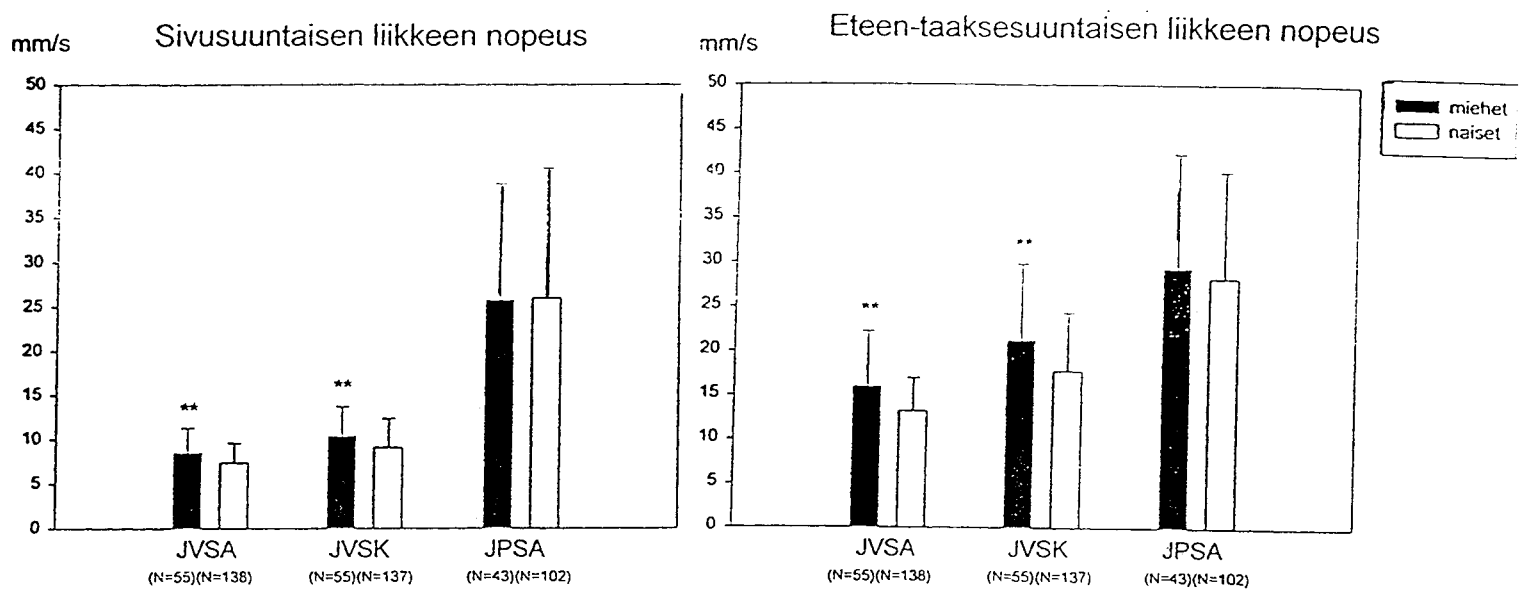
Vaurioalue	Murtuma (n)	Nyrjähdys Venähdys (n)	Ruhje Haava (n)	Kaikki
Pää/kasvot/ yläraaja	16	8	27	51
Kylkiluut/ vartalo	6	-	16	22
Lantio/alaraaja	25	7	14	46
Yhteensä	47	15	57	119

Kaatumistapaturmia hoidettiin terveyskeskuksessa 78 (naisia 61, miehiä 17) tapausta, keskussairaalassa 25 (naisia 22, miehiä 3) ja molemmissa edellisissä 20 (naisia 13, miehiä 6) tapausta. Tapaturmia hoidettiin konservatiivisesti (n = 95, naisia 76, miehiä 19) ja kirurgisesti (n = 26, naisia 20 miehiä 6). Tieto kahden tapaturman hoitotavasta puuttui. Kaatumistapaturmia sattui sisällä 83, joista naisille 65 ja miehille 15 tapausta. Kolmen kaatumistapaturman sattumispaikkaa ei ole ilmoitettu. Ulkona sattui 40 tapausta, joista naisille 25 ja miehille 10 kaatumistapaturmaa. Viiden tapauksen sattumispaikkaa ei ole tiedossa.

## 7.2. Seisomatasapaino tutkimusryhmässä

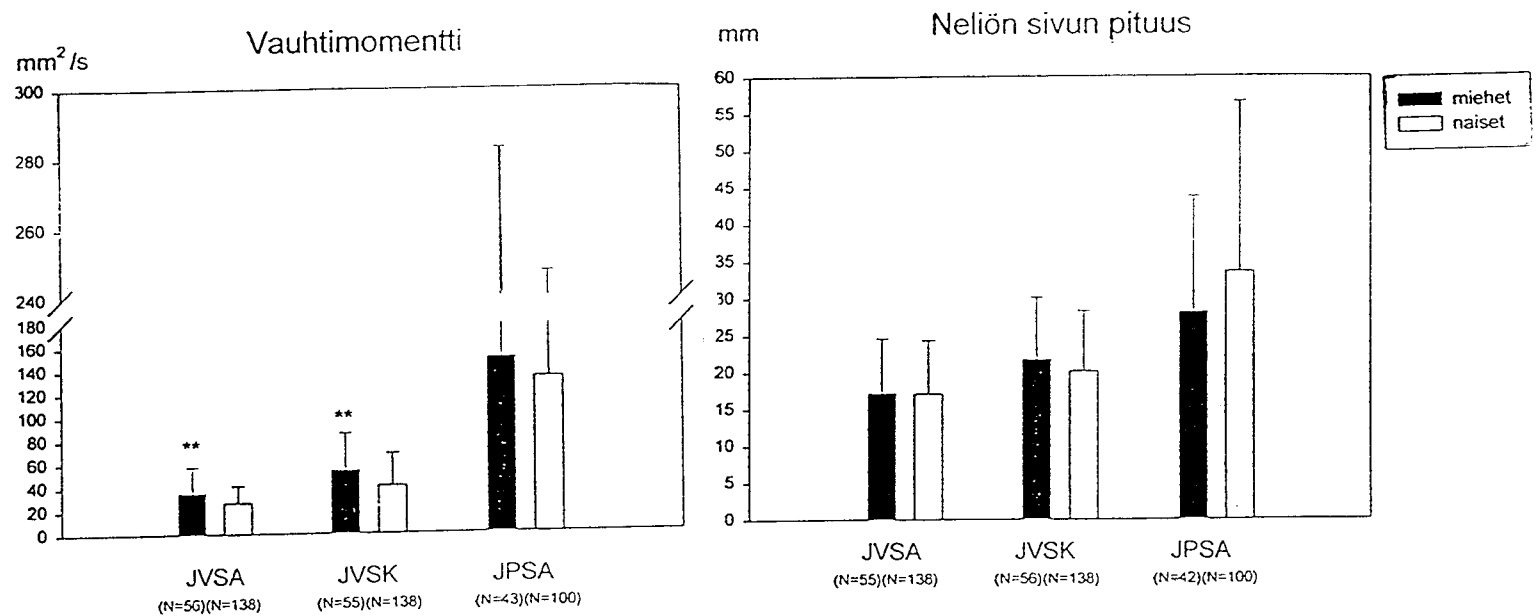
Voimavaikutusten keskipisteen liike oli sitä suurempaa mitä vaikeammasta testistä oli kyse. Liike oli suurempaa silmät kiinni- kuin silmät auki-testissä ja suurinta jalat peräkkäin-testissä. Jyvaskyläläisten 80-vuotiaiden voimavaikutusten keskipisteen liike voimalevyllä mitattuna oli suurempi eteen-taakse- kuin sivusuunnassa. Miehillä liikkeen

nopeus oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin naisilla sivusuuntaisessa jalat vierekkäin-, silmät auki- (JVSA) ( $p = .007$ ) ja silmät kiinni- (JVSK-) testissä ( $p = .01$ ) sekä eteen-taaksesuuntaisessa liikkeen nopeudessa JVSA- ( $p = .002$ ) ja JVSK-testeissä ( $p = .003$ ). (Kuva 3)



Kuva 3. Tasapainotesteissä mitatun voimavaikutusten keskipisteen sivu- ja eteen-taakse-suuntaisen liikkeen nopeudet (keskiarvot  $\pm$  keskihajonta) sekä miesten ja naisten väliset erot 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä (t-testi  $*p < .05$   $**p < .01$   $***p < .001$ ). JVSA = jalat vierekkäin, silmät auki; JVSK = jalat vierekkäin, silmät kiinni; JPSA = jalat peräkkäin, silmät auki

Miehillä keskimääräinen vauhtimomentti oli tilastollisesti merkittävästi suurempi kuin naisilla JVSA- ( $p = .01$ ) ja JVSK-testeissä ( $p = .004$ ). Neliön sivun pituudessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa sukupuolten välillä. (Kuva 4)



Kuva 4. Tasapainotesteissä mitatun voimavaikutusten keskipisteen liikkeen keskimääräinen vauhtimomentti ja neliön sivun pituus (keskiarvot  $\pm$  keskihajonta) sekä miesten ja naisten väliset erot 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä (t-testi \* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ ). JVSA = jalat vierekkäin, silmät auki; JVSK = jalat vierekkäin, silmät kiinni; JPASA = jalat peräkkäin, silmät auki

### 7.3 Seisomatasapainon yhteys kaatumistapaturmiin

Tutkittavat luokiteltiin kahteen ryhmään kaatumistapaturmien mukaan: niihin, joille ei ollut sattunut yhtään kaatumistapaturmaa ja niihin, joille oli sattunut yksi tai useampia kaatumistapaturmia. Verrattaessa kaatumistapaturmia kokeneiden ja ei-kaatumistapaturmaa kokeneiden seisomatasapainoa havaittiin, että useimmissa muuttujissa ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Mitatuista kahdestatoista muuttujasta kahdessa ero oli tilastollisesti merkitsevä kaatumistapaturman kokeneiden ja ei-kaatumistapaturmaa kokeneiden välillä. Ei-kaatumistapaturmaa kokeneiden naisten eteen-taakse-suuntainen voimavaikutusten keskipisteen liikkeen nopeus JVSK-testissä oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin kaatumistapaturman kokeneiden naisten ( $p = .012$ ). Ei-kaatumistapaturmaa kokeneiden miesten sivusuuntainen voimavaikutusten keskipisteen liikkeen nopeus JPSA-testissä oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin kaatumistapaturman kokeneiden miesten ( $p = .018$ ). (Taulukko 4)

Taulukko 4. Voimavaikutusten keskipisteen sivusuuntaisen ja eteen-taaksesuuntaisen liikkeen nopeus (mm/s) eri tasapainotesteissä 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä ja naisilla ei-kaatumistapaturmaryhmässä ja kaatumistapaturmaryhmässä. Keskiarvot ja -hajonnat sekä ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys (p-arvo) t-testissä. JV = jalat vierekkäin, JP = jalat peräkkäin, SA = silmät auki, SK = silmät kiinni. EKT = ei-kaatumistapaturmaa, KT = kaatumistapaturma

Muuttuja		Miehet		Naiset	
		EKT (n = 28 - 37)		EKT (n = 69 - 92)	
		KT (n = 15 - 19)		KT (n = 33 - 47)	
mm/s				p-arvo	
				p-arvo	
Sivusuuntaisen liikkeen nopeus					
JVSA	EKT	8,3 ± 2,8	.495	7,5 ± 2,2	.521
	KT	8,8 ± 2,8		7,3 ± 2,2	
JVSK	EKT	9,9 ± 2,9	.167	9,3 ± 3,6	.121
	KT	11,3 ± 3,9		8,5 ± 2,5	
JPSA	EKT	29,2 ± 11,1	.018*	27,2 ± 15,0	.259
	KT	19,5 ± 14,3		23,7 ± 13,6	
Eteen-taaksesuuntaisen liikkeen nopeus					
JVSA	EKT	15,9 ± 6,6	.817	13,5 ± 4,1	.106
	KT	16,3 ± 5,5		12,6 ± 2,9	
JVSK	EKT	21,1 ± 9,2	.840	18,7 ± 7,3	.012*
	KT	21,6 ± 7,5		16,1 ± 4,6	
JPSA	EKT	32,2 ± 9,6	.059	29,9 ± 12,9	.066
	KT	24,4 ± 16,5		25,2 ± 9,2	

Keskimääräisessä vauhtimomentissa ja neliön sivun pituudessa ryhmien ei-kaatumistapaturmaryhmä ja kaatumistapaturmaryhmä välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa yhdessäkään muuttujassa. (Taulukko 5)

Taulukko 5. Voimavaikutusten keskipisteen liikkeen keskimääräinen vauhtimomentti ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ) ja neliön sivun pituus (mm) eri tasapainotesteissä 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä ja naisilla ei-kaatumistapaturmaryhmässä ja kaatumistapaturmaryhmässä. Keskiarvot ja -hajonnat sekä ryhmien välisten erojen merkitsevyys (p-arvo) t-testissä.

Muuttuja		Miehet		Naiset	
		EKT (n = 27 - 37)	KT (n = 15 - 19)	EKT (n = 67 - 92)	KT (n = 33 - 47)
		p-arvo		p-arvo	
Keskimääräinen vauhtimomentti $\text{mm}^2/\text{s}$					
JVSA	EKT	33,9 ± 23,7	.489	26,9 ± 13,7	.935
	KT	38,4 ± 19,4		27,1 ± 15,9	
JVSK	EKT	48,1 ± 21,9	.104	41,8 ± 29,7	.535
	KT	65,9 ± 42,9		38,7 ± 23,8	
JPSA	EKT	175,5 ± 42,9	.093	136,9 ± 120,1	.658
	KT	104,4 ± 110,7		126,1 ± 102,2	
Neliön sivun pituus mm					
JVSA	EKT	16,8 ± 8,2	.525	17,3 ± 7,2	.686
	KT	18,1 ± 5,7		16,8 ± 7,4	
JVSK	EKT	21,1 ± 7,5	.385	20,1 ± 8,2	.801
	KT	23,2 ± 9,8		20,4 ± 8,1	
JPSA	EKT	31,0 ± 13,8	.118	34,3 ± 23,7	.697
	KT	23,2 ± 17,9		32,4 ± 21,7	



## 7.4. Fyysisen aktiivisuuden yhteys kaatumistapaturmiin ja seisomatasapainoon

Tutkimusryhmässä fyysisesti aktiivisten naisten osuus oli hieman miesten osuutta suurempi. Vastaavasti fyysisesti inaktiivisten naisten osuus oli miesten osuutta hieman pienempi. Muutamilta henkilöiltä ei saatu vastausta lainkaan. Fyysisesti aktiivisten ja inaktiivisten ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä sukupuolten välillä ( $p = .374$ ).

(Taulukko 6)

Taulukko 6. Fyysisen aktiivisuuden jakautuminen 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä ja naisilla

Fyysinen aktiivisuus	Miehet	Naiset	Kaikki
Aktiiviset	38 (51,4 %)	112 (59,6 %)	150 (57,3 %)
Inaktiiviset	29 (39,2 %)	66 (35,1 %)	95 (36,2 %)
Ei vastausta (puuttuva tieto)	7 (9,4 %)	10 (5,3 %)	17 (6,5 %)
Yhteensä	74 (100 %)	188 (100 %)	262 (100 %)
	$\chi^2 = .789$	df = 1	p = .374

Fyysisesti inaktiivisille miehille sattui kaatumistapaturmia enemmän kuin aktiivisille miehille, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = .628$ ). (Taulukko 7)

Taulukko 7. Kaatumistapaturmien jakautuminen fyysisen aktiivisuuden mukaan 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä

Kaatumis- tapaturma	Aktiiviset	Inaktiiviset	Kaikki
Ei	27 (71,1 %)	19 (65,5 %)	46 (68,7%)
Kyllä	11 (28,9 %)	10 (34,5 %)	21 (31,3%)
Yhteensä	38 (100 %)	29 (100 %)	67 (100 %)
	$\chi^2 = .234$	df = 1	p = .628

Fyysisesti inaktiivisille naisille sattui hieman enemmän kaatumistapaturmia kuin fyysisesti aktiivisille naisille, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = .341$ ). (Taulukko 8)

Taulukko 8. Kaatumistapaturmien jakautuminen fyysisen aktiivisuuden mukaan 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä naisilla

Kaatumis- tapaturma	Aktiiviset	Inaktiiviset	Kaikki
Ei	79 (70,5 %)	42 (63,6 %)	121 (67,9 %)
Kyllä	33 (29,5 %)	24 (36,4 %)	57 (32,1 %)
Yhteensä	112 (100 %)	66 (100 %)	178 (100 %)
	$\chi^2 = .908$	df = 1	p = .341

Kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, ANOVA:lla, tarkasteltiin oliko tasapainomuuttujien keskiarvoissa eroja fyysisen aktiivisuustason ja kaatumistapaturmien suhteen ja oliko fyysisellä aktiivisuustasolla ja kaatumistapaturmilla yhdysvaikutusta. Ryhmittelevinä tekijöinä analyysissä olivat fyysinen aktiivisuus ja kaatumistapaturmat. Fyysisen aktiivisuuden suhteen tutkittavat luokiteltiin fyysisesti aktiivisiin ja inaktiivisiin henkilöihin sekä kaatumistapaturmien suhteen niihin, joille ei ollut sattunut kaatumistapaturmaa ja niihin,

joille oli sattunut kaatumistapaturma. Tämän analyysin avulla haluttiin selvittää sitä, riippuuko seisomatasapainon ja kaatumistapaturmien välinen yhteys fyysisen aktiivisuuden tasosta.

Fyysisellä aktiivisuudella ja kaatumistapaturmilla ei ollut yhdysvaikutusta seisomatasapainon suhteen paitsi yhdessä testissä. Kaatumistapaturmien yhteys miehillä neliön sivun pituuteen, jalat vierekkäin-, silmät kiinni-testissä riippui fyysisen aktiivisuuden tasoista ( $p = .047$ ). Fyysisesti inaktiivisilla kaatumistapaturman kokeneilla miehillä neliön sivun pituus oli huomattavasti suurempi kuin ei-kaatumistapaturman kokeneilla miehillä. Fyysisesti aktiivisilla miehillä vastaavaa eroa ei ollut havaittavissa. (Taulukko 9)

Taulukko 9. Neliön sivun pituuden (mm) keskiarvot kaatumistapaturmien mukaan fyysisesti aktiivisilla ja inaktiivisilla 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä. Seisomatasapainotesti tehtiin jalat vierekkäin, silmät kiinni.

Kaatumistapaturma	Aktiiviset mm	Inaktiiviset mm	Keskiarvo mm
Ei	21,4 (n = 24)	20,6 (n = 13)	21,8 (n = 56)
Kyllä	19,1 (n = 10)	27,8 (n = 9)	

#### 7.5. Pitkäaikaissairauksien lukumäärien yhteys kaatumistapaturmiin ja seisomatasapainoon

Naisilla oli enemmän pitkäaikaissairauksia kuin miehillä. Vain muutamalla henkilöllä ei ollut yhtään pitkäaikaissairautta. Miehillä oli keskimäärin 2,5 ja naisilla 3,0 pitkäaikaissairautta yhtä henkilöä kohden. Tutkittavista ainoastaan yhdellä naisella oli kahdeksan pitkäaikaissairautta, joka oli suurin määrä tässä tutkimusryhmässä. (Taulukko 10)

Taulukko 10. Pitkäaikaissairauksien lukumäärien jakautuminen 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä ja naisilla

Sairauksien lukumäärä	Miehet	Naiset	Kaikki
0 sairautta	6 (9,1 %)	5 (3,2 %)	11 (5,0 %)
1 sairaus	10 (15,2 %)	23 (14,8 %)	33 (14,9 %)
2 - 3 sairautta	36 (54,6 %)	68 (43,9 %)	104 (47,1 %)
4 tai enemmän	14 (21,2 %)	59 (38,0 %)	73 (33,0%)
Yhteensä	66 (100 %)	155 (100 %)	221 (100 %)
	$\chi^2 = 8.303$	df = 3	p = .040

Tutkimusryhmän miehistä, joilla ei ollut yhtään tai oli enintään yksi pitkäaikaissairaus 33 % oli kokenut kaatumistapaturman. Kaatumistapaturman kokeneiden määrä oli 26 % niistä miehistä joilla oli kaksi tai useampia pitkäaikaissairauksia. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (p = .518). (Taulukko 11)

Taulukko 11. Pitkäaikaissairauksien lukumäärien jakautuminen kaatumistapaturman mukaan 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä

Kaatumistapaturma	0 - 1 sairautta	2 tai useampi sairaus	Kaikki
Ei	16 (66,7 %)	37 (74,0 %)	53 (71,6 %)
Kyllä	8 (33,3 %)	13 (26,0 %)	21 (28,4 %)
Yhteensä	24 (100 %)	50 (100 %)	74 (100 %)
	$\chi^2 = .429$	df = 1	p = .512

Tutkimusryhmän naisista, jolla ei ollut yhtään tai oli enintään yksi pitkäaikaissairaus 36 % oli kokenut kaatumistapaturman. Naisilla, joilla oli kaksi tai useampia pitkäaikaissairauksia 31 % oli kokenut kaatumistapaturman. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (p = .463). (Taulukko 12)

Taulukko 12. Pitkäaikaissairauksien lukumäärien jakautuminen kaatumistapaturman mukaan 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä naisilla

Kaatumis- tapaturma	0 - 1 sairautta	2 tai useampi sairaus	Kaikki
Ei	39 (63,9 %)	88 (69,3 %)	127 (67,6 %)
Kyllä	22 (36,1 %)	39 (30,7 %)	61 (32,4 %)
Yhteensä	61 (100 %)	127 (100 %)	188 (100 %)
	$\chi^2 = .539$	df = 1	p = .463

Kaksisuuntaisella varianssianalyysillä tarkasteltiin, oliko tasapainomuuttujien keskiarvoissa eroja pitkäaikaissairauksien lukumäärän ja kaatumistapaturmien suhteen ja oliko pitkäaikaissairauksien lukumäärällä ja kaatumistapaturmilla yhdysvaikutusta. Analyysissä olivat ryhmittelevinä tekijöinä kaatumistapaturmat ja pitkäaikaissairauksien lukumäärä. Pitkäaikaissairauksien lukumäärän suhteen tutkittavat jaettiin niihin, joilla ei ollut yhtään tai oli enintään yksi pitkäaikaissairaus ja niihin, joilla oli kaksi tai useampia pitkäaikaissairauksia. Analyysin avulla haluttiin selvittää sitä, riippuuko seisomatasapainon ja kaatumistapaturmien välinen yhteys pitkäaikaissairauksien lukumäärästä.

Pitkäaikaissairauksien lukumäärällä ja kaatumistapaturmilla oli yhdysvaikutus seisomatasapainon suhteen kahdessa testissä. Kaatumistapaturmien yhteys miehillä eteen-taaksesuuntaisen liikkeen nopeuteen, jalat peräkkäin-, silmät auki-testissä riippui pitkäaikaissairauksien lukumäärästä ( $p = .002$ ). Niillä miehillä, joilla ei ollut yhtään tai oli enintään yksi pitkäaikaissairaus liikkeen nopeus oli huomattavasti pienempi kaatumistapaturman kokeneilla kuin ei-kaatumistapaturman kokeneilla. (Taulukko 13) Niillä miehillä, joilla oli kaksi tai useampia pitkäaikaissairauksia liikkeen nopeus oli samalla tasolla kaatumistapaturmaryhmässä ja ei-kaatumistapaturmaryhmässä.

Taulukko 13. Eteen-taaksesuuntaisen liikkeen nopeuden (mm/s) keskiarvot pitkäaikais-sairauksien lukumäärän ja kaatumistapaturmien mukaan 80-vuotiailla jyvaskyläläisillä miehillä. Seisomatasapainotesti tehtiin jalat peräkkäin, silmät auki.

Kaatumis- tapaturma	0 - 1 sairautta mm/s	2 tai useampia sairauksia mm/s	Keskiarvo mm/s
Ei	30,1 (n = 7)	32,8 (n = 21)	29,5 (n = 43)
Kyllä	7,2 (n = 5)	33,0 (n = 10)	

Kaatumistapaturmien yhteys miehillä sivusuuntaisen liikkeen nopeuteen, jalat peräkkäin-, silmät auki-testissä riippui pitkäaikaissairauksien lukumäärästä ( $p = .037$ ). Niillä miehillä, joilla ei ollut yhtään tai oli enintään yksi pitkäaikaissairaus liikkeen nopeus oli huomatta-vasti pienempi kaatumistapaturman kokeneilla kuin ei-kaatumistapaturman kokeneilla. (Taulukko 14) Niillä miehillä, joilla oli kaksi tai useampia pitkäaikaissairauksia liikkeen nopeus oli samalla tasolla kaatumistapaturmaryhmässä ja ei-kaatumistapaturmaryhmässä.

Taulukko 14. Sivusuuntaisen liikkeen nopeuden (mm/s) keskiarvot pitkäaikaissairauksi-en lukumäärän ja kaatumistapaturmien mukaan 80-vuotiailla jyvaskyläläi-sillä miehillä. Seisomatasapainotesti tehtiin jalat peräkkäin, silmät auki.

Kaatumis- tapaturma	0 - 1 sairautta mm/s	2 tai useampia sairauksia mm/s	Keskiarvo mm/s
Ei	26,0 (n = 7)	30,3 (n = 21)	25,8 (n = 43)
Kyllä	5,6 (n = 5)	26,4 (n = 10)	

## 8. POHDINTA

Vuonna 1910 syntyneistä, 80-vuotiaista jyvaskyläläisistä henkilöistä kolmasosalle sattui kaatumistapaturma viiden vuoden seurantajakson aikana. Tulos on samansuuntainen kuin aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu (Tinetti ym. 1988, Hale ym. 1992). Tulosten samankaltaisuus on yllättävää, koska jyvaskyläläistutkimuksessa kysyttiin ainoastaan lääkärin toteamat kaatumistapaturmat. Useissa tutkimuksissa kaatumiset eivät ole lääkärin toteamia, vaan tutkimuksissa kaikki kaatumiset voidaan ilmoittaa esimerkiksi postikortilla tai niitä voidaan tiedustella puhelimitse (Studenski ym. 1991, Maki ym. 1994).

Miesten seisomatasapaino oli naisia hieman huonompi tässä kohderyhmässä. Kaatumistapaturman kokeneiden ja ei-kokeneiden henkilöiden seisomatasapainossa ei ollut juuri lainkaan eroa kummallakaan sukupuolella. Ainoastaan kahdessa testissä niillä henkilöillä, jotka eivät olleet kokeneet kaatumistapaturmaa oli seisomatasapaino huonompi kuin kaatumistapaturman kokeneilla. Tulos oli hieman odottamaton, koska useiden muiden tutkimusten mukaan kaatuneilla henkilöillä on heikompi seisomatasapaino verrattuna ei-kaatuneisiin henkilöihin (Ferne ym. 1982, Maki ym. 1994).

Thapa ym. (1996) eivät todenneet seisomatasapainossa eroa kaatuneiden ja ei-kaatuneiden henkilöiden välillä. Heidän tutkimuksensa tulokset ja johtopäätökset olivat samansuuntaiset kuin tässä tutkimuksessa. Tutkimuksen otoskoko ja ikärakenne olivat myös lähes samanlaiset kuin jyvaskyläläisaineistossa. Baloh ym. (1994) tutkivat kotona asuvien yli 75-vuotiaiden sekä staattista että dynaamista seisomatasapainoa eikä eroa ollut kaatuneiden ja ei-kaatuneiden henkilöiden eikä sukupuolten välillä.

Tulosten erilaisuuteen voi olla useita syitä mm. tutkimusasetelmien, -menetelmien ja valittujen muuttujien sekä tutkimusanalyysien erilaisuus. Useimpien kaatumistutkimusten seuranta-aika on ollut yksi vuosi. Tutkimus on ollut joko retrospektiivinen tai prospektiiv-

vinen. Retrospektiivista tutkimusasetelmaa ovat käyttäneet mm. Baloh ym. (1994) ja Maki ym. (1994).

Jyväskyläläistutkimuksessa oli mukana ainoastaan lääkärin toteamat kaatumistapaturmat, mutta mahdollisesti suuri joukko kaatumistapaturmia on jäänyt tutkimuksen ulkopuolelle. Retrospektiivisessä tutkimuksessa on useita virhemahdollisuuksia kuten esimerkiksi kaatumisen unohtaminen tai muistiharha. Prospektiivisten tutkimusten kohderyhmänä ovat useimmiten vanhainkotiasukkaat eivätkä kotona asuvat vanhukset, koska ilmeisesti vanhainkotihenkilökunta voi kirjata kaatumistapahtumat tarkemmin kuin kotona asuvat vanhukset (Sehested ja Severin-Nielsen 1977, Fernie ym. 1982, Thapa ym. 1996). Jyväskyläläisten 80-vuotiaiden tapaturmatutkimuksessa kaatumisten seuranta-aika oli viisi vuotta ja tutkimusasetelma oli prospektiivinen.

Seisomatasapainon ennustavuutta selvitettiin tässä tutkimuksessa eräiden taustamuuttujien avulla. Fyysisesti aktiivisten vanhusten voisi olettaa olevan alttiimpia kaatumisille kuin fyysisesti inaktiivisten vanhusten. Tutkimuksessa ei tällaista yhteyttä ollut havaittavissa. Vain yhdessä testissä fyysisellä aktiivisuustasolla ja kaatumistapaturmilla oli yhdysvaikutus seisomatasapainon suhteen. Fyysisesti inaktiivisilla kaatumistapaturman kokeneilla miehillä seisomatasapaino oli huonompi kuin kaatumistapaturman kokeneilla fyysisesti aktiivisilla miehillä. On kuitenkin muistettava, että ainoastaan yhdessä testissä miehillä oli em. yhdysvaikutus, eikä tulosta voida yleistää koko tutkimusta tai koko vanhusväestöä koskeväksi.

Pitkäaikaissairauksien lukumäärällä ja kaatumistapaturmilla oli yhdysvaikutus seisomatasapainon suhteen kahdessa vaikeimmassa testissä. Pitkäaikaissairauksien ja kaatumistapaturmien yhteys on tullut esille aikaisemmissa tutkimuksissa (Jarnlo 1991, Downton 1993). Pitkäaikaissairauksia käsiteltiin ainoastaan lukumäärän eikä laadun perusteella. Sairauksien lukumäärä ei ilmaise sairauden laatua, koska esimerkiksi yksi neurologinen sairaus voi heikentää huomattavasti seisomatasapainoa, jonka seurauksena kaatumisriski mahdollisesti kasvaa.



Vanhusten kaatumisten ja lääkkeiden käytön yhteyttä on myös tutkittu. Tutkijat ovat havainneet, että lääkkeiden käyttö lisää kaatumisriskiä (Prudham ja Evans 1981) ja erityisesti psyykelälääkkeiden yhteys kaatumisiin on todettu (Blake ym. 1988, Campbell ym. 1989). Toisaalta Lilley ym. (1995) tutkimuksen mukaan lääkkeiden käyttö oli yhteydessä vanhusten kaatumisiin, mutta ei ole eritelty mitkä lääkkeet aiheuttavat eniten kaatumisia. Tutkimuksessa halusin selvittää ennustavatko psyykelälääkkeiden käyttö kaatumisia, mutta psyykelälääkkeiden käyttäjiä oli liian vähäinen määrä tilastollisten menetelmien käyttämiseen.

Tutkimukseni aihe oli ajankohtainen, koska koko väestöstä vanhuksille sattuu eniten kaatumistapaturmia ja niiden kansanterveydellinen ja -taloudellinen tilanne tulee lähitulevaisuudessa korostumaan väestön ikärakenteen johdosta. Erityisesti yli 85-vuotiaiden lonkkamurtumapotilaiden lukumäärän odotetaan nousevan kaatumistapaturman seurauksena.

Vanhusten kaatumiset seurauksineen ovat vakava ongelma niin mikro- kuin makrotasolla. Makrotasolla vanhusten asuinympäristö ja yhdyskuntasuunnittelu tulisi saada vanhusystävälliseksi, jossa myös vanhukset itse ovat suunnittelussa mukana. Mikrotasolla ongelma on tiedostettu ja sille on pyritty tekemään preventiivisiä ratkaisuja. Keinona on ensisijaisesti kaatumisen preventio. Muun muassa vanhusten säännöllisten terveystarkastusten avulla voidaan seuloa kaatumisille riskialttiit iäkkäät henkilöt. Terveysneuvonnan ja apuvälineitten neuvonnan ja käytön ohjauksen avulla pyritään vähentämään vanhusten kaatumisia ja kaatumistapaturmia.

Vanhuksille suunnatut kaatumis- ja tasapainokoulut ovat osa primääripreventiota. Tällaista toimintaa kannattaisi laajentaa suomalaisessa terveydenhuollossa. Erilaiset sairaudet, lääkitys ja kaatumisen pelko altistavat kaatumisille. Vanhuuden kävelyoireyhtymä ja alentunut kognitiivinen toimintakyky tulee ottaa huomioon toteutettaessa kaatumisen sekundaari- ja tertiääripreventiota. Vanhus, jolla on em. terveysongelmia tarvitsee tukea ja neuvontaa selviytyäkseen omatoimisena mahdollisimman pitkään.

Kaatumiseen ja sen seurauksiin vaikuttavat useimmiten useat eri tekijät (Downton 1993). Kun kaatumiselle altistavat tekijät ovat tiedossa ja ne tunnetaan, olisi ihanteellista, jos niihin puututtaisiin välittömästi ja tehokkaasti vanhusten kaatumistapaturmien preventiossa.

Perustieto iäkkäiden henkilöiden tasapainosta ja sitä heikentävistä tekijöistä sekä kaatumisista antaa vankan pohjan geriatriselle kuntoutustyölle, erityisesti fysioterapian suunnittelulle, toteutukselle ja arvioinnille. Sosiaali- ja terveydenhuoltoalan moniammatillinen yhteistyö auttaa ymmärtämään vanhusta ja hänen elinympäristöään sekä luomaan mahdollisimman turvalliset ympäristöolosuhteet kaatumisriskissä olevalle ikäihmiselle. Kaatumisten syyt tulisi eliminoida minimiin mm. käyttämällä liukusteitä, potkukelkkoja, sukisauvoja ja lonkkasuojaimia.

Tämän tutkimuksen laboratoriossa tehtyihin voimalevymittauksiin osallistunut joukko oli edustava, koska miltei kaikki 1910 syntyneet jyvaskyläläiset osallistuivat em. tutkimuksen osaan. Tutkittavat 80-vuotiaat olivat mahdollisesti toimintakyvyltään hieman parempia kuin keskimäärin väestön samanikäiset, koska voimalevymittauksiin osallistuneilta edellytettiin kykyä seisoa ilman apuvälineitä. Mittausmenetelmien reliabiliteetti ja validiteetti on todettu hyviksi aikaisemmissa tutkimuksissa, joissa on käytetty samaa tutkimusmenetelmää (Era 1992, Hernesniemi 1996).

Tasapainotutkimuksiin liittyy myös sekä käytännöllisiä että eettisiä ongelmia. Tutkittava henkilö voi olla pelokas ja tällöin tasapainomittauksen seurauksena saattaa olla epätarkempi tulos kuin mitä tasapaino todellisuudessa olisikaan. (Hawken ym. 1993) Tutkijat ovat havainneet, että vanhusten kaatumiset tapahtuvat usein jonkin toiminnan tai tekemisen yhteydessä esimerkiksi kääntyminen kävellessä, pukeutuminen ja verhojen ripustaminen sekä portaissa kävely. Kaatumisia tapahtuu astuttaessa erityisesti portaiden ensimmäiselle ja viimeiselle askelmalle. (Overstall ym. 1977, Prudham ja Evans 1981, Wild ym. 1981) Topperin ym. (1993) tutkimus osoitti, että niiden henkilöiden kehon huojunta oli suurempi, joiden kaatumisen oli aiheuttanut jokin dynaaminen liike kuten käsien nostaminen tai vartalon kiertoliike. Jyvaskyläläisiltä 80-vuotiailta mitattiin staattinen tasapaino.

Mikäli tutkimuksessa olisi mitattu dynaaminen tasapaino voisi mahdollisesti tasapainolla ja kaatumisilla olla selvempi yhteys.

Työskentelen fysioterapeuttina kuntoutumiskeskuksessa, johon ollaan lähiaikoina hankkimassa voimalevyä. Kun voimalevyn avulla mitataan seisomatasapainoa voidaan samanaikaisesti käyttää monitorin välittämää visuaalista palautetta. Palaute kannustaa sekä mitauksen suorittamiseen että motivoi niin asiakasta kuin kuntouttajaakin monipuolisiin tasapainoharjoituksiin.

Seisomatasapaino kaatumistapaturmien ennustajana vaatisi jatkotutkimusta. Kiinnostavaa olisi selvittää muiden kuin käyttämieni taustamuuttujien yhteyttä seisomatasapainon ja kaatumistapaturmien välillä. Esimerkiksi kognitiiviset toiminnot, sosiaalisuus ja alkoholin käyttö saattaisivat olla tutkimisen arvoisia iäkkäiden henkilöiden kaatumistapaturmaproblematiikan selkeyttämiseksi. Jatkotutkimuksissa olisi mielenkiintoista selvittää myös muita kaatumistapaturmiin liittyviä syytekijöitä kuin seisomatasapaino, esimerkiksi asuin- ja ympäristöolosuhteet sekä harrastukset.

## LÄHTEET:

Alexander NB: Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 93 - 108

Baloh RW, Fife TD, Zwerling L, Socotch T, Jacobson K, Bell T, Beykirch K:  
Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal  
people. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 405 - 412

Basmajian JV, DeLuca C: *Muscles alive*. 5. Painos. Williams and Wilkins. Baltimore  
1985

Berg K: Balance and its measure in the elderly. A review. *Physiotherapy Canada* 1989; 5:  
240 - 246

Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL: Clinical and  
laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med  
Rehabil* 1992; 73: 1073 - 1080

Bergström B: Morphology and the vestibular nerve. III. Analysis of the caliber of the  
myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages. *Acta Otolaryngol* 1973;  
76: 331 - 338

Blake JA, Morgan K, Bendall MJ, Dallosso H, Ebrahim SBJ, Arie THD, Fentem PH,  
Vassey EJ: Falls by elderly people at home: prevalence and associated factors. *Age  
Ageing* 1988; 17: 365 - 372

Brocklehurst JC, Robertson D, James-Groom P: Clinical correlates of sway in old age-  
sensory modalities. *Age Ageing* 1982; 11: 1 - 10

- Campbell AJ, Borrie MJ & Spears GF: Risk factors for falls in the community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol Med Sci* 1989; 44: M112 - 117
- Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF, Jackson SL, Brown JS & Fitzgerald JL: Circumstances and consequences of falls experiences by a community population 70 years and over during a prospective study. *Age Ageing* 1990; 19: 136 - 141
- Carnahan H, Vandervoort FW, Swanson LR: The influence of aging on motor skill learning, 41 - 56. Teoksessa Stelmach GE, Hömberg V (toim.) *Sensorimotor impairment in the elderly*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993; 41 - 56
- Diggles Buckles V: Age-related slowing. Teoksessa Stelmach GE, Hömberg V (toim.) *Sensorimotor impairment in the elderly*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993; 73 - 87
- Downton J, Andrews K: Prevalence, characteristics and factors associated with falls among the elderly living at home. *Aging Clin Exp Res* 1991; 3: 219 - 228
- Downton J: *Falls in the Elderly*. Arnold. London 1993
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S: Functional reach: A new clinical measure on balance. *J Gerontol Med Sci* 1990; 45: M192 - 197
- Era P: *Fyysinen toimintakyky, aistitoiminnat ja havaintomotoriikka*. Teoksessa Heikkinen R-L, Suutama T (toim.) *Iäkkäiden henkilöiden toimintakyvyn ja terveyden arviointi, Ikivihreät-projekti, osa II*, Helsinki, Valtion painatuskeskus. Sosiaali- ja terveysministeriö, Kehittämisosaston julkaisuja 1991; 10: 40 - 69, 1992
- Era P: *Kehon huojunta seistessä ja odottamattoman horjautuksen aikana eri ikäisillä miehillä*. *Liikuntafysiologian laudatur-tutkielma*, Jyväskylän yliopisto 1984

- Era P, Heikkinen E: Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol* 1985; 40: 287 - 295
- Fernie GR, Gryte CI, Holliday PJ, Llewellyn A: The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. *Age Ageing* 1982; 11: 11 - 16
- Frändin K, Sonn U, Svantesson U, Grimby G: Functional balance tests in 76-years-olds in relation to performance, activities on daily living and platform tests, *Scand J Rehab Med* 1995; 27: 231 - 241
- Galley PM, Forster AL: *Liikkuva ihminen*. Valtion painatuskeskus, Helsinki, 1988
- Gehlsen GM, Whaley MH: Falls in the elderly: Part II, balance, strength and flexibility. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 739 - 741
- Grimby G: Physical activity and muscle training in the elderly: *Acta Med Scand* 1986; Suppl 711: 233 - 237
- Hale W, Delaney M & McGaghie W: Characteristics and predictors of falls in the elderly patients. *J Fam Prac* 1992; 34 : 577 - 581
- Hawken MB, Jäntti P, Kennard C: Postural control in normal subjects and older women who have fallen. Teoksessa Stelmach GE, Hömberg V (toim.) *Sensorimotor impairment in the elderly*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993: 175 - 191
- Heikkinen R-L, Suutama T: Iäkkäiden henkilöiden toimintakyvyn ja terveyden arviointi. Ikivihreät-projekti, osa II, Helsinki, Valtion painatuskeskus. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 1991: 10, 1992.

- Hernesniemi P: Vanhusten kaatumistapaturmat ja niiden yhteys masentuneisuusoireisiin. Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto, 1996
- Hinchcliffe R: Investigation of balancing function. Teoksessa Hinchcliffe R (toim.) Hearing and balance in the elderly. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1983: 336 - 346
- Honkanen R, Komulainen J: Vanhusten ja keski-ikäisten henkilöiden tapaturmien yleisyys Mikkelin seudulla 1980 - 1981. Sosiaalilääketieteellinen Aikakauslehti 1985; 22: 146 - 151
- Horak FB: Clinical measurement of postural control in adults, Physical Therapy 1987; 67: 1881 - 1885
- Horak FB, Nashner LM: Central programming of postural movements: adaption to altered support-surface configuration, J Neurophys 1986; 55: 1369 - 1381
- Horak FB, Shubert CH, Mirka A: Components of postural dyscontrol in elderly: A review. Neurobiology of Aging 1989; 10: 727 - 738
- Jarnlo G-B: Hip fracture patients: Background factors and function, Scand J Rehab Med 1991; Suppl 24: 5 - 27
- Jäntti PO, Pyykkö VI, Hervonen ALJ: Falls among elderly nursing home residents. Publ Health 1993; 107: 89 - 96
- Kannus P, Parkkari J, Vuori I: Reisiluun yläosan murtumien ehkäisy. Duodecim 1994; 110: 27 - 33
- Kannus P, Heiskanen M, Koskela K & Taimela S: Vapaa-ajan tapaturmat. Suomen Lääkärilehti 1995; 50: 3558 - 3563

Kauppinen M: Aineistot ja menetelmät sekä tutkittujen taustatietoja. Teoksessa: Heikkinen R-L, Suutama T (toim.) Iäkkäiden henkilöiden toimintakyvyn ja terveyden arviointi. Ikivihreät-projekti osa II, Helsinki, Valtion painatuskeskus. Sosiaali- ja terveysministeriön kehittämissosaston julkaisuja 1991: 10, 1992

Kennedy TE (toim.): The prevention of falls in later life. A report of the Kellogg international work group on the prevention of falls by the elderly. *Dan Med Bull* 1987; 34: 1 - 24

Kokmen E, Bossemeyer RW, Williams WJ: Quantitative evaluation of joint motion sensation in an aging population. *J Gerontol Med Sci* 1978; 3: M 69 - 76

Larsson L: Aging in mammalian skeletal muscle. Teoksessa Mortimer JA, Pirozzolo FJ, Maletta GJ (toim.) *The aging motor system*. Praeger Publishers, New York, 1983: 60 - 97

Lilley JM, Arie T, Chilvers CED: Accidents involving older people: A review of the literature. *Age and Ageing* 1995; 24: 346 - 365

Lord SR, Clark RD: Simple physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people. *Gerontol* 1996; 42: 199 - 203

Lord SR, Clard RD, Webster IW: Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol Med Sci* 1991; 46: M 69 - 76

Luukinen H: Kaatuileva vanhus. *Duodecim* 1992; 108: 408 - 418

Luukinen H, Koski K, Laippala P & Kivelä SL: Risk factors for recurrent falls in the elderly in long-term institutional care. *Publ Health* 1995; 109: 57 - 65



- Maki BE, Holliday PJ, Fernie GR: Aging and postural control, a comparison on spontaneous- and induced-sway balance tests. *J Am Geriatr Soc* 1990; 38: 1 - 9
- Maki BE, Holliday PJ, Topper AK: A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol Med Sci* 1994; 49: M 72 - 84
- Manchester D, Wollacott M, Zederbauer-Hylton, Marin O: Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in older adult. *J Gerontol Med Sci* 1989; 44: M 118 - 127
- Nashner LM: Strategies for organization of human posture. Teoksessa Igarashi M, Black FO (toim.) Vestibular and visual control on posture and locomotor equilibrium. 7. International society of posturography. International symposium. Houston. Tex. 1983: 1 - 8
- Nickens H: Intrinsic factors in falling among the elderly, *Arch Intern Med* 1985; 145: 1089 - 1093
- Noback CR, Demarest RJ: The human nervous system, 3. painos, McGraw-Hill, Tokio 1981
- Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FI, Johnson AL: Falls in the elderly related to postural imbalance. *Br Med J* 1977; 1: 185 - 195
- Palovaara T, Sipponen E: 75-vuotiaiden jyvaskyläläisten miesten ja naisten seisomatasa-paino. Fysioterapian pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto, 1990
- Prudham D, Evans JG: Factors associated with falls in the elderly: a community study. *Age Ageing* 1981; 10: 141 - 146

- Pyykkö I, Aalto H, Hytönen M, Starck J, Jäntti P, Ramsey H: Effect of age on postural control, 95 - 104. Teoksessa Armlard B, Berthoz A, Clarac F (toim.) Posture and gait: Development, adaptation and modulation. Elsevier science publishers, BV, Biomedical division. Amsterdam 1988: 95 - 104
- Pyykkö I, Jäntti P, Aalto H: Postural control in elderly subjects. Age Ageing 1990; 19: 215 - 221
- Ring C, Nayak L, Isaacs B: Balance function in elderly people who have and who have not fallen. Arch Phys Med Rehabil 1988; 69: 261 - 264
- Ruikka I: Vanhusten huimaus. Teoksessa Mattila M (toim.) Geriatria. Recallmed. Imatra 1985: 19 - 30
- Ryynänen O-P, Kivelä S-L, Honkanen R, Laippala P, Soini P: Incidence of falling injuries leading to medical treatment in the elderly. Publ Health 1991; 105: 373 - 386
- Ryynänen O-P: Vanhusten kaatumistapaturmien vaaratekijät. Gerontologia 1992; 6: 211 - 219
- Sandström M: Käsitys pystyasennon säätelystä on muuttunut. Fysioterapia 1994; 4: 16 - 19
- Sattin RW: Falls among older persons: A public health perspective. Ann Rev Publ Health 1992; 13: 489 - 508
- Sehested P, Severin-Nielsen T: Falls by hospitalized elderly patients: causes, prevention. Geriatrics 1977; 4: 101 - 108

- Shumway-Cook A, Woollacott M: Motor control, theory and practical applications. Williams & Wilkins. Baltimore 1995
- Spirduso WW: Physical dimension of aging. Human Kinetics. Champaign 1995
- Stelmach GE, Worringham CJ: Sensorimotor deficits related to postural stability. Clin Geriatr Med 1985; 679 - 694
- Studenski S, Duncan PW, Chandler J: Postural responses and effector factors in persons with unexplained falls: results and methodologic issues, J Am Geriatr Soc 1991; 39: 229 - 234
- Suvikorpi S: Liikuntakykyisyys ja lihasvoima tapaturmien ennustajina 80-vuotiailla naisilla ja miehillä. Fysioterapian pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto 1992
- Svensson M-L, Rundgren Å, Larsson M, Oden A, Sund V, Lundahl S: Accidents in the institutionalized elderly a risk analysis. Aging Clin Exp Res 1991; 3: 181 - 192
- SVT. Suomen Virallinen Tilasto: Tapaturmat. Tilastokeskus. Helsinki 1995: 448, 618 - 619
- Teno J, Kiel DP & Mor V: Multiple Stumbles: A risk factor for falls in community-dwelling elderly. J Am Geriatr Soc 1990; 38: 1321 - 1325
- Thapa PB, Gideon P, Brockman KG, Fought RL, Ray WA: Clinical and biomechanical measures of balance as fall predictors in ambulatory nursing home residents. J Gerontol Med Sci 1996; 51A: M 239 - 246
- Tinetti M, Speedley M, Ginter S: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. J New Engl Med 1988; 319: 1701 - 1707

- Topper AK, Maki BE, Holliday PJ: Are activity-based assessments of balance and gait in the elderly predictive of risk of falling and/or type of fall? *J Am Geriatr Soc* 1993; 41: 479 - 487,
- Vellas BJ, Wayne SJ, Romero LJ, Baumgartner RN, Garry PJ: Fear of falling and mobility in elderly falls. *Age Ageing* 1997; 26: 189 - 193
- Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM: The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 1987; 35: 13 - 20
- Wild D, Nayak USL, Isaacs B: Description, classification and prevention of falls to old people at home. *Rheumatol Rehabil* 1981; 20: 153 - 159
- Wickham C, Cooper C, Margetts BM & Barker DJP: Muscle strength, activity, housing and the risks of falls in elderly people. *Age Ageing* 1989; 18: 47 - 51
- Wolfson L: Falls and gait. Teoksessa Katzman R, Rowe FA (toim.): *Principles of geriatric neurology*. Davis Company. Philadelphia 1992: 281 - 294
- Wolley SM, Czaja SJ, Drury CG: An assessment of falls in elderly men and women. *J Gerontol Med Sci* 1997; 52A: M 80 - 87
- Woollacott MH, Shumway-Cook A: Concepts and methods for assessing postural instability. *J Aging and Phys Activ* 1996; 4: 214 - 233
- Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM: Postural reflex and aging. Teoksessa Mortimer JA, Pirozzolo FJ, Maletta GJ (toim.): *The aging motor system*. Praeger publishers. New York 1982: 98 - 118

JOS AJATTELETTE KULUNUTTA VUOTTA, MIKÄ SEURAAVISTA SOPII PARHAITEN KUVAAMAAN VAPAA-AJAN TOIMINTAANNE?

**1. Pääsiassa tekemistä paikallaan istuen**

- Istutte yleensä lukemassa, katsotte televisiota ja vietätte aikaa puuhaillen istualtaan. Ainoat fyysiset toimintonne liittyvät päivittäisten tehtävien suorittamiseen (pesu, pukeutuminen).

**2. Kevyttä ruumiillista toimintaa**

- Teette kevyitä taloustöitä (esim. lämmitätte tuokaa, pyyhitte pölyjä) tai puutarhatöitä ja/tai käytte kävelyllä kerran tai kahdesti viikossa.

**3. Kohtuullista ruumiillista toimintaa noin 3 tuntia viikossa**

- Teette tavallisia kotitöitä (sängynpetaus ja ruoanlaitto) ja/tai tavallisia puutarhatöitä (leikkaatte nurmikkoa ruohonleikkuukoneella) ja/tai käytte pidemmällä kävelyretkillä tai pyöräilette.

**4. Kohtuullista ruumiillista toimintaa enemmän kuin 4 tuntia viikossa tai raskasta ruumiillista toimintaa enintään 4 tuntia viikossa**

- Harrastatte kohtuullista ruumiillista toimintaa (katso yllä) vähintään 4 tuntia, tai harrastatte urheilua 1 - 2 tuntia viikossa, tai raskaampia puutarha/kotitöitä, sillä seurauksella että hikoilette tai hengästyttte.

**5. Harrastatte aktiivisesti urheilua vähintään 3 tuntia viikossa**

- Juoksette, uitte, pelaatte tennistä tai sulkapalloa vähintään 3 tuntia viikossa. Jos ette urheile, mutta teette yhtä usein raskaita puutarha- tai vapaa-ajan töitä, kuulutte myös tähän ryhmään.

**6. Harrastatte kilpaurheilua**

- Joko uitte tai pelaatte jalkapalloa tai juoksette pitkiä matkoja useita kertoja viikossa.