

TASAPAINON JA SIINÄ VIIDEN VUODEN SEURUUAIKANA
TAPAHTUNEIDEN MUUTOSTEN YHTEYS KÄVELYNOPEUTEEN 80-85-
VUOTIAILLA

- ennustaako tasapaino kävelynopeuden muuttumista ?

Gerontologian ja kansanterveyden
pro gradu –tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Terveystieteiden laitos
Kevät 2000
Päivi Saari
psaari@pallo.jyu.fi

TIIVISTELMÄ

Saari, Päivi

TASAPAINON JA SIINÄ VIIDEN VUODEN SEURUUAIKANA TAPAHTUVIEN MUUTOSTEN YHTEYS KÄVELYNOPEUTEEN 80-85-VUOTIAILLA

• ennustaako tasapaino kävelynopeuden muuttumista ?

Jyväskylän yliopisto, Terveystieteiden laitos

Kevät 2000

Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu –tutkielma

Ikääntyessä tasapainon ja kävelynopeuden heikkeneminen ovat varsin yleisiä ilmiöitä. Yksilölliset erot ovat suuria ja taustalla olevien tekijöiden määrä mittava. Elinajan kasvaessa ikääntyneiden suhteellinen ja määrällinen osuus kasvaa jatkuvasti, joten toimintakyvyn säilymistä ennustavien ja sitä säilyttävien tekijöiden tunnistaminen on yhä tärkeämpää niin yksilön kuin yhteiskunnankin tasolla.

Tässä tutkielmassa on tarkasteltu Jyväskylässä Ikivihreät –projektiin osallistuneiden, vuonna 1910 –syntyneiden henkilöiden tasapainoa, kävelynopeutta sekä niissä viiden vuoden seuruaikana tapahtuneita muutoksia vuosina 1990 ja 1995. Tasapainomittauksiin osallistui vuonna 1990 196 80-vuotiaasta henkilöä, 56 miestä ja 140 naista, ja näistä edelleen vuoden 1995 mittauksiin osallistui 85 henkilöä, 25 miestä ja 60 naista. Tasapainomittauksiin 80-vuotiaana osallistuneista kuoli 55, osa kieltäytyi osallistumasta vedoten joko heikkoon terveydentilaan tai haluttomuuteen osallistua mittauksiin. Tasapainoa tarkasteltiin seisoma-asennossa jalat rinnakkain silmät auki ja silmät kiinni tapahtuvan voimalevyllä mitatun huojunnan perusteella. Kävelyä kuvasi 10 metrin maksimaalinen kävelynopeus.

Tuloksista ilmeni, että 80-vuotiaana mitatulla tasapainolla sekä miehillä että naisilla oli yhteys maksimaaliseen kävelynopeuteen 80-vuotiaana ja että tasapainon muutoksella viiden vuoden kuluessa ja hitaalla kävelynopeudella 80 vuoden iässä oli yhteys. Lisäksi miehillä 80-vuoden iässä mitatulla huojunnalla oli merkitsevä yhteys viiden vuoden kuluessa tapahtuvaan kävelynopeuden muutokseen siten, että sellaisten henkilöiden kävelynopeus hidastui enemmän, joilla huojunta oli 80-vuotiaana suurempaa.

Sellaiset henkilöt, jotka kuolivat ennen 85. ikävuottaan huojuivat sivusuuntaan ja eteen- taakse -suuntaan enemmän sekä silmät auki että silmät kiinni jalat rinnakkain suoritettussa tasapainotestissä kuin vain 80- tai sekä 80-että 85-vuotiaana tasapainomittauksiin osallistuneet henkilöt.

Johtopäätöksenä tässä tutkielmassa voidaan todeta, että 80-vuotiaana mitatulla tasapainolla on yhteys 80-vuotiaan maksimaaliseen kävelynopeuteen ja että 80-vuotiaana mitatulla hitaammalla kävelynopeudella on yhteys huojunnan suurempaan lisääntymiseen viiden vuoden kuluessa. Lisäksi 80-vuotiaana lisääntynyt huojunta ja hidastunut kävely olivat yhteydessä kuolleisuuteen.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	1
1. JOHDANTO	4
2. ASENNON HALLINNAN YHTEYS TASAPAINOON JA TOIMINTAKYKYYN.....	7
3. TASAPAINO JA KEHON HUOJUNTA	9
3.1. Sensorisen informaation yhteys tasapainoon ja kehon huojuntaan.....	9
3.1.1. Näköaisti	10
3.1.2 Somatosensorinen järjestelmä	10
3.1.3. Vestibulaarijärjestelmä	11
3.2. Sensorisen järjestelmän muutokset ikääntyessä.....	11
3.3. Motoriset asennonhallintamekanismit	13
3.3.1. Pystyasennon hallinta	13
3.3.2. Motoriset asennonkorjausstrategiat.....	13
3.4. Muskuloskeletaarisen järjestelmän muutokset ikääntyessä	14
3.4.1. Ikään liittyvät muutokset lihassynergioissa.....	15
3.5. Keskushermosto ja tasapainon säätely	16
3.5.1. Keskushermoston ikääntymisen vaikutukset.....	16
4. KÄVELYKYKY JA SEN MERKITYS IKÄÄNTYNEILLÄ	17
4.1. Kävelyssä tapahtuvat muutokset ikääntyneillä	18
4.2. Kävelynopeus.....	18
4.3. Askelpituus ja -leveys	19
5. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT.....	21
6. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT.....	22
6.1. Tutkimuksen kohdejoukko.....	22
6.2. Tasapainon mittaus	24
6.3. Maksimaalisen kävelynopeuden mittaaminen	25
6.4. Aineiston tilastollinen käsittely	25
7. TULOKSET	26
7.1. Tasapainon yhteys kävelynopeuteen	33
7.2. Terveystilan yhteys tasapainoon ja kävelynopeuteen	40

7.3. Tasapainon ja kävelynopeuden yhteys kuolleisuuteen.....	43
8. POHDINTA.....	44
LÄHTEET	49
LIITETAULUKOT	54

1. JOHDANTO

Ikääntymisen myötä kävelyvaikeuksien määrä ja avun tarve kävellessä lisääntyvät. 46 % 85 –vuotiaista – lähes puolet – kokee tasapainovaikeudet kävelyn vaikeutumisenä liikkueensa kaupunkimaisessa ympäristössä (Alexander 1994). Kävelynopeuden hidastumisen on oletettu olevan seurausta adaptaatiosta, jonka tarkoitus on tuottaa turvallisempaa ja vähemmän horjuttavaa liikkumista. Kävelynopeuden yhteys toimintakykyyn on vahva. Ikääntyneillä yksi liikuntakyvyn avaintekijöistä on kävelynopeus (Guralnik ym. 1995). Ympäristön asettamat vaatimukset voivat toisinaan koitua vanhukselle ylittse pääsemättömiksi esteiksi. Esimerkiksi valo-ohjatun risteuksen ylittäminen tulisi tapahtua vähintään nopeudella 1.22 m/s, mikä monelle vanhukselle kävelynopeuden hidastumisen vuoksi on ylivoimainen suoritus. Langloisin ym. (1997) tutkimuksessa alle 1 %:lla yli 72-vuotiaista itsevalittu kävelynopeus oli suurempi kuin mitä liikennevaloissa jalankulkijan vihreän valon palaessa on varattu kadun ylitykseen. Heikentynyt tasapaino voi lisätä myös kaatumisen pelkoa. Seurauksena saattaa olla ulkona liikkumisen välttäminen ja sitä kautta edelleen inaktiivisuuden lisääntyminen.

Odotettavissa oleva elinvuosien lisääntyminen ja ikääntyneiden lukumäärän ja suhteellisen osuuden kasvaminen, ja toisaalta tasapainon ja kävelyn ongelmien lisääntyminen iän myötä antavat aiheita pyrkimyksiin tunnistaa niitä tekijöitä, jotka aiheuttavat toimintakyvyn muutoksia. Tiedossa ja käytössä on nykyisinkin monia menetelmiä, joilla jo menetettyä kykyä tai taitoa voidaan lisätä tai joiden avulla ylläpidetään olemassa olevia taitoja tai hidastetaan taitojen heikkenemistä. Sellaisten tekijöiden löytäminen, jotka saattavat ennakoita jonkin tietyn ominaisuuden muuttumista on myös tärkeää, jotta toimenpiteet voitaisiin kohdistaa juuri oikeaan kohtaan ja oikeaan aikaan.

Tasapainoksi kutsutaan yleensä sitä kokonaisuutta, johon kuuluvat kyky pitää yllä haluttu asento sekä estää siinä ei-toivotut muutokset. Tasapainon säilyttäminen on edellytys suoriutua onnistuneesti päivittäisistä toiminnoista. Keskushermosto säätelee tasapainoa perifeeristen aistijärjestelmien tuottaman informaation avulla (Hytönen ym. 1993, Palovaara ym. 1992, Shumway-Cook & Woollacott 1997). Tasapainon säätely

voidaan määritellä myös kehon massakeskipisteen säilyttämiseksi kulloistenkin tasapainorajojen puitteissa. Siten tasapainon säätely ilmentää myös kykyä säädellä pystyasentoa tai palautumista ennalta arvaamattoman tasapainon horjumisesta, kuten esimerkiksi tapahtuu seisoessa liikkeelle lähtevässä linja-autossa. (Alexander 1994, Shumway-Cook & Woollacott 1995)

Tasapainoa tarkastellaan usein staattisena ja dynaamisena tasapainona. Staattinen tasapaino tarkoittaa kykyä ylläpitää haluttu, sama staattinen asento. (Era 1997, Shumway-Cook & Woollacott 1995)

Staattisen tasapainon lisäksi aikuisen henkilön on kyettävä säilyttämään tasapainonsa useissa eri toiminnoissa päivittäisten toimien aikana, esimerkiksi kävellessä, jolloin kehon massakeskipiste liikkuu eteenpäin yli tasapainorajojen, eli puhutaan dynaamisesta tasapainosta. Tällainen tasapainon säätelyn integrointi tahdonalaisessa toiminnassa on olennaista useimpien tavoitteellisten toimintojen suorittamiseksi ja se edellyttää hyvää kykyä ja taitoa vastata tehtävän ja ympäristön muuttuviin vaatimuksiin (Shumway-Cook & Woollacott 1995). Näin ollen voi ajatella dynaamisen tasapainon olevan relevantimpi tarkasteltaessa päivittäisiä toimintoja. Toisaalta jako on myös keinotekoinen, sillä sekä staattisen että dynaamisen tasapainon säätely perustuu lähes kokonaan saman aistitiedon lähteisiin ja korjausmekanismeihin. Toiminnallisesti ne ovat usein samanaikaiset, dynaaminen liikesuoritus edellyttää aina tiettyjen kehon osien samanaikaista staattista stabilointia, jotta dynaamiselle suoritukselle muodostuisi tukeva perusta.

Myös staattisen tasapainon voi ajatella olevan suhteellista asennossa jatkuvasti tapahtuvan korjauksen ja eteen-taakse sekä sivusuunnassa tapahtuvan huojunnan perusteella. (Palovaara ym. 1992, Hytönen ym. 1993, Era 1997, Kinney La Pier ym. 1997, Slobounov ym. 1998)

Ikääntyneillä havaittu tukivaiheen keston pidentyminen ja leveäraiteisuuden lisääntyminen kävelyssä saattavat olla yritys laajentaa tukipintaa ja siten kompensoida tasapainon menetystä kävelyssä (Gabell & Nayak 1984) . Kävelynopeuden hidastuminen toisaalta antaa mahdollisuuden sopeutua eteneviin sisäisiin muutoksiin,

kuten sensorisen informaation tarkkuuden muutokset, tasapainon heikentyminen, motivaation aleneminen sekä ulkoisiin olosuhteisiin ja niiden muutoksiin (valaistuksen vaihtelut, esteet). Nämä muutokset saattavat lisätä kävelyn varmuutta ja kohentaa turvallisuuden tunnetta ikääntyneellä. (Ferrandez ym. 1990, Maki 1997)

Lihassoiman alenemisen ja tasapainon heikkenemisen on todettu yhdessä aiheuttavan kävelyongelmia. Jos vain joko voima tai tasapaino on heikentynyt, niin kävelyvaikeuksien todennäköisyys on vain noin 10 % verrattuna siihen että molemmat olivat heikentyneet. Rantasen ym. (1999) tutkimuksessa runsaasti kävelyvaikeuksia kokeneilla naisilla oli huonompi tasapaino ja polven ojentajalihasten voima verrattuna naisiin, joilla oli vain lieviä kävelyvaikeuksia.

Sekä kävely että tasapaino ovat monimutkaisia, monien eri järjestelmien yhteistoimintaa edellyttäviä toimintoja. Tasapainon ja kävelynopeuden välillä on todettu olevan yhteyttä varsinkin laitoksessa asuvilla vanhuksilla. Willemsin ja Vandervoortin (1996) tutkimuksessa tasapainon ja kävelynopeuden yhteyttä tutkittiin 20 laitoksessa asuvalla, iältään keskimäärin 79,8 vuotiaalla koehenkilöllä. Tasapainoa mitattiin Bergin tasapainoasteikolla, joka mittaa sekä staattisia että dynaamisia tasapaino-ominaisuuksia. Tutkimuksessa todettiin, että Bergin tasapainoasteikolla saadulla pistemäärällä oli yhteys kävelynopeuteen. Tasapainon heikkeneminen ilmeni kävelynopeuden hidastumisena.

Toisaalla Ringsberg ym. (1998) vertailivat maaseudulla ja kaupungissa asuvan väestön tasapainoa ja kävelyä. Koehenkilöt kävelivät 30 metriä käytävällä maksimaalisella nopeudella. Tutkimuksessaan he tulivat siihen tulokseen, että maaseudulla asuvat lähes poikkeuksetta kävelivät hitaammin, mutta heillä oli parempi tasapaino ja askeleet olivat pidemmät. Lisäksi he totesivat kävelynopeuden hidastuvan iän myötä, mutta mikäli tutkittavat olivat aktiivisia, heillä oli hyvä tasapaino ja jos he olivat miehiä, kävelynopeus oli merkitsevästi parempi. Painolla ja pituudella ei todettu olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta, joskin lievä positiivinen yhteys oli havaittavissa.

2. ASENNON HALLINNAN YHTEYS TASAPAINOON JA TOIMINTAKYKYYN

Yleisesti ollaan sitä mieltä, että kehon huojunta seisoma-asennossa kuvaa staattisen tasapainon hallintaa. Mikäli huojunta on vähäistä ja hidasta, on asennon hallinta hyvä, ja asennon säilyttäminen ei siten vaadi suuria ponnisteluja. (Era ym. 1996)

Tasapainoa tutkitaan usein mittaamalla kehon huojuntaa voimalevyjen avulla, jossa kehon voimakeskipeen horisontaalinen liike kuvaa kokonaisvaltaisesti kehon asennon muutoksia. Voimalevymenetelmällä voidaan mitata sekä staattista että dynaamista asennon hallintaa. Testi on hyvin toistettavissa ja paljon käytetty. Tasapainoa tutkitaan usein kolmella eri testillä; silmät auki jalat rinnakkain seisoen, jolloin kehon pääasiallinen liike on eteen-taakse suunnassa. Huojunta tapahtuu nilkan pääliikesuunnassa. Silmät kiinni testissä on näön osuus tasapainon ylläpidossa eliminoitu. Jalat peräkkäin testissä tukipinta kapenee, jolloin tasapainon ylläpitäminen vaikeutuu ja sivusuuntainen huojunta lisääntyy. Tukipinnan kaventuessa kehon painopiste joudutaan pitämään pienemmällä alueella jolloin jalkapohjan reuna-alueiden tuntoaistimuksen merkitys kasvaa. Liikeakseli siirtyy todennäköisesti nilkan alueelta lonkan alueelle. Tukipinnan pienetessä ikääntyneillä lisääntyy ylävartalon liike tasapainon ylläpitämiseksi. (Era & Heikkinen 1985, Palovaara ym. 1992, Era ym. 1996, Era ym. 1997)

Era ym. (1997) tutkivat tasapainon suhdetta itse-raportoituun toimintakykyyn ja yleiseen fyysiseen toimintakykyyn ikääntyneillä kolmella eri paikkakunnalla Pohjoismaissa. Verrattaessa suoriutumista tasapainotesteissä päivittäisistä toiminnoista selviytymiseen (PADL), osoittautui, että kehon voimakeskipeen korostunut liike oli yhteydessä koehenkilöiden lisääntyneeseen avun tarpeeseen PADL-toiminnoissa, esim. juuri ulkona liikkumisessa. Fyysinen aktiivisuus oli vahvasti yhteydessä tasapainotesteistä suoriutumiseen. Fyysisesti aktiivisemmilla koehenkilöillä oli parempi kehon hallinta mitattaessa sekä silmät auki että silmät kiinni. Siten voitaneen olettaa, että fyysinen aktiivisuus edesauttaa tasapainon säilyttämistä ja hyvä tasapaino mahdollistaa fyysisen aktiivisuuden. (Era ym. 1997, Ringsberg ym. 1998.)

Lihassoiman on myös katsottu olevan tärkeä tekijä tasapainon suhteen, useissa tutkimuksissa on raportoitu lihasheikkouden olevan tasapainon heikkenemisen kannalta riskitekijä, lähinnä ennustaen kaatumisriskiä (Era ym. 1996).

Toiminnan vajeen syntymiseen voi olla monia eri syitä. Se voi olla monien eri tekijöiden yhteisvaikutusta, joillakin se voi olla lihasvoiman heikkous, toisilla sensorinen heikkous tai reaktioajan pituus. Kuitenkin tasapainon hallinnan ja liikkumiskyvyn on todettu olevan yhteydessä toisiinsa. (Duncan ym. 1993)

3. TASAPAINO JA KEHON HUOJUNTA

Mitattaessa tasapainoa kehon huojunnan määrän perusteella, on todettu että huojunta ikääntyessä lisääntyy, varsinkin jos näköaistin tuottama informaatio suljetaan pois. Sukupuolten välisiä eroja on raportoitu, ja useimmissa tutkimuksissa on tultu siihen tulokseen, että miehet huojuvat naisia enemmän. Selittävänä tekijänä saattaa olla antropometria, tässä tapauksessa henkilöiden pituus (Era & Heikkinen 1985, Palovaara ym. 1992).

Tasapainon ja asennon hallinnan on todettu olevan parhaimmillaan 30-60 -vuotiailla. Lapsilla ja vanhuksilla huojunnan määrä on suurin, mutta lapsilla toiminnallinen tasapaino on kuitenkin parempi kuin vanhuksilla. (Hytönen ym. 1993)

Huojunnan lisääntymisen ja tasapainomuutosten taustalla ovat muutokset psykomotorisissa ja sensorisissa toiminnoissa sekä lihasvoimassa (Era & Heikkinen 1985, Stelmach ym. 1989, Duncan ym. 1993, Palovaara ym. 1992, Era ym. 1996)

3.1. Sensorisen informaation yhteys tasapainoon ja kehon huojuntaan

Asennon ylläpitoon liittyvät elinjärjestelmät voidaan jakaa eri aistitiedon lähteisiin: silmien välittämä näköinformaatio, kehon ja raajojen asennosta tietoa antava somatosensorinen asentotunto sekä sisäkorvan tasapainoelin. (Shumway-Cook & Woollacott 1995, Era 1997). Asennon hallinnan ja aistitiedon välinen hierarkia muuttuu iän myötä. Lapsilla ovat proprioseptinen sekä vestibulaarinen järjestelmä etusijalla, aikuisiässä visuaalisen informaation merkitys lisääntyy, mutta myös proprioseptinen sekä vestibulaarinen informaatio ovat edelleen tärkeitä. Vanhuudessa on visuaalisen informaation todettu olevan tärkeässä asemassa asennon hallinnan sekä tasapainon suhteen. (Sheldon 1963, Pyykkö ym. 1990, Hytönen ym. 1993)

3.1.1. Näköaisti

Näköaistin avulla tapahtuva tasapainon säätely on joidenkin tutkijoiden mukaan jopa tärkein tarkasteltaessa eri häiriötekijöitä asennon- ja tasapainon säätelyn suhteen (Pyykkö ym. 1990, Shumway-Cook & Woollacott 1995, Era 1997; Lord ym. 1996, Slobounov ym. 1998). Näköaisti välittää informaatiota pään asennosta ja suhteesta ympäristöön, luoden yhteyden vertikaalisiin suhteisiin. Lisäksi näköinformaatio antaa tietoa pään liikkeistä ja esimerkiksi kävellessä näköaistin avulla saadaan tietoa suunnasta ja nopeudesta (Ferrandez ym. 1990).

Tutkittaessa näön yhteyttä kehon huojuntaan todettiin, että visuaalisen informaation heiketessä tai kokonaan puuttuessa kehon huojunta lisääntyi varsinkin iäkkäillä henkilöillä. Näköaistin merkitystä tasapainolle ei tutkimusten mukaan voi täysin korvata millään muulla asennon säätelyyn osallistuvalla mekanismilla (Era & Heikkinen 1985).

3.1.2 Somatosensorinen järjestelmä

Somatosensorinen järjestelmä välittää keskushermostoon tietoa kehon asennosta ja liikkeestä tilassa suhteessa tukipintaan. Lisäksi se välittää tietoa kehon eri osien suhteesta toisiinsa. Somatosensoriseen järjestelmään kuuluvat nivelten ja lihasten proprioceptorit sekä ihon ja ihonalaisen kudoksen mekanoreseptorit. Proprioceptorit ovat asentoja ja liikkeitä aistivia hermopäätteitä, jotka välittävät keskushermostoon tietoa lihasten pituudesta ja jänteistä, jänteiden venytystilasta ja nivelten taivutuskulmista sekä niiden muutoksista. Mekanoreseptorit toimivat mekaanisen ärsyksen vaikutuksesta. (Shumway-Cook & Woollacott 1995, Era 1997)

3.1.3. Vestibulaarijärjestelmä

Vestibulaarinen eli sisäkorvan tasapainoelimen (kaarikäytävät, maculat ja otoliittijyvät) välittämä tieto on myös tärkeä tekijä orientaation suhteen. Vestibulaarinen järjestelmä välittää keskushermostolle tietoa pään liikkeistä suhteessa paino- ja inertiaivoimiin. (Ferrandez ym. 1990, Shumway-Cook & Woollacott 1995)

Vestibulaarijärjestelmässä on kahdenlaisia reseptoreja, jotka aistivat eri aspekteja pään liikkeissä ja asennoissa. Kaarikäytävät aistivat pään angulaarista kiihtyvyyttä, ollen erityisen herkkiä pään nopeille liikkeille esimerkiksi kävelyssä tai horjahduksissa. Otoliittien lineaarista asentoa ja kiihtyvyyttä välittämä informaatio antaa tietoa pään asennosta suhteessa painovoimaan. Otoliitit vastaavat useimmiten hitaisiin pään liikkeisiin, kuten esimerkiksi kehon huojunnassa. (Shumway-Cook & Woollacott 1995)

Vestibulaarinen järjestelmä siis ilmoittaa pään liikkeet ja asennon suhteessa paino- ja inertiaivoimiin. Mutta myöskään vestibulaarinen järjestelmä ei yksin voi luoda keskushermostolle todellista kuvaa kehon liikkeistä tilassa. Esimerkiksi pään nyökkäystä ja vartalon eteentaivutusta on vaikea erottaa toisistaan pelkästään vestibulaarisen informaation pohjalta. (Shumway-Cook & Woollacott 1995)

3.2. Sensorisen järjestelmän muutokset ikääntyessä

Tutkittaessa somatosensorisen, vestibulaarisen sekä näköaistin muutoksia on niissä havaittu merkitsevää heikkenemistä iän myötä. Keskushermoston prosessointinopeus hidastuu ja reaktioaika pitenee. Vestibulaarijärjestelmässä on yli 70-vuotiailla todettu jopa 40 % vähenemistä sensoristen solujen lukumäärässä. Vestibulaarijärjestelmän heikkeneminen lisää huojuntaa ja kaatumisriskiä tilanteissa, joissa visuaalinen ja somatosensorinen tieto on estynyt tai epätarkkaa. (Woollacott 1993)

Silmän verkkokalvolle pääsevän valon määrä vähenee silmässä tapahtuvien ikämuutosten seurauksena. Silmien kontrastiherkkyys vähenee, syvyysnäkö heikkenee, näkökenttä saattaa supistua, silmän mukautumiskyky hidastuu. Näköaistin heikkenemisen yhteyttä huojuntaan ja tasapainoon on tutkittu paljon, ja yleisesti ollaan sitä mieltä, että näköaistin merkitys tasapainon kannalta on suuri. Kun näköaistin kautta saatava informaatio estyy, esimerkiksi seisottaessa silmät suljettuina, huojunnan määrä lisääntyy selvästi. Myös iän vaikutus huojunnan määrässä tulee selkeämmin esille kuin seisottaessa silmät auki, ikääntyneemmällä huojunta lisääntyy enemmän. (Whipple ym. 1993, Era 1997, Lord ym. 1996, Slobounov ym.1998)

Somatosensoriset häiriöt, kuten heikentynyt asentotunto ja kosketustunto sekä värinätunto ovat yhteydessä asentohallinnan heikkouteen ja kaatumisiin (Lord ym. 1996). Somatosensoristen muutosten taustalla varsinkin alaraajojen osalta on ajateltu olevan seurausta lihassukkuloiden, nivelreseptorien ja ihoreseptorien (varsinkin jalkapohjassa) muutoksista. (Pyykkö ym. 1988). Jalkapohjan värinätunnon heikkeneminen on tärkeä selittävä tekijä tasapainon suhteen. Värinätuntoon vaikuttavaa paitsi ikä myös pituus. Pitkillä henkilöillä on distaalisten osien (jalkapohjan) värinätunnon todettu olevan heikompi kuin lyhyemmällä henkilöillä. (Era & Heikkinen 1985, Woollacott & Shumway-Cook 1995, Era ym. 1996)

Vestibulaarijärjestelmän heikkenemisen yhteys tasapainoon ja asennonhallintaan osin vielä epäselvä. Vestibulaarijärjestelmän eräs tehtävä on pään stabiloiminen, mikä ikääntyneillä näyttäisi tutkimusten mukaan olevan vaikeampaa kuin nuorilla tasapainon horjuessa. (Alexander 1994).

Asennon säilymisen ja tasapainon kannalta yksikään aistijärjestelmä ei täysin itsenäisesti voi taata keskushermostolle tarkkaa tietoa kehon asennosta ja liikkeestä, vaan hyvä asennonhallinta edellyttää kaikkien aistijärjestelmien yhteistoimintaa (Shumway-Cook & Woollacott 1995). Aistijärjestelmien toiminta asennon ja tasapainon hallinnassa on integroitunutta, ja muutos yhdessä informaatiolähteessä lisää riippuvuutta toisista aistijärjestelmistä (Alexander 1994)

3.3. Motoriset asennonhallintamekanismit

3.3.1. Pystyasennon hallinta

Pystyasennon ylläpitäminen on itse asiassa varsin monimutkainen ja vaativa toimitus. Pystyasennon säätelyyn osallistuu noin 700 eri lihasta ja noin 200 nivelten eri vapausastetta, joiden ohjaus tapahtuu keskushermoston välityksellä. (Era 1997, Wu 1998).

Tämän järjestelmän monimutkaisuuden huomioon ottaen ei ole lainkaan vaikeaa ymmärtää, että ihmisen ensimmäisten elinvuosien aikana suurin osa ajasta kuluu pelkästään pystyasennon harjoitteluun yrityksen ja erehdyksen kautta, ennen kuin monimutkaisempia toimintoja voi alkaa edes harjoitella. Pienten lasten on todettu käyttävän pystyasennon hallintaan enemmän lihasaktiiviteettia kuin aikuisten (Shumway-Cook & Woollacott 1995). Toisaalta tältä pohjalta on myös helppo ymmärtää, miksi ikääntymisen vaikutukset näkyvät helposti tasapainon heikentymisenä. Keskushermoston yleinen prosessointinopeuden lasku saattaa olla eräs taustatekijä ikääntyneiden tasapainovaikeuksille. (Shumway-Cook & Woollacott 1995, Era 1997)

Seisoma-asennolle on tyypillistä pieni huojunta. Tasapainon ylläpitämiseen osallistuu useita tekijöitä. Vartalon ojennus minimoi painovoiman vaikutukset, toisaalta lihastonus estää vartaloa romahtamasta kasaan maan vetovoiman vaikutuksesta. Seisoma-asennossa lihastonukseen vaikuttaa pääasiassa kolme tekijää: lihakselle ominainen sisäinen jännteys, lihaksen neuraalisien tekijöiden aiheuttama jännteys sekä asentotonus eli posturaalisten, painovoimaa vastustavien lihasten aktivoituminen. (Shumway-Cook & Woollacott 1995)

3.3.2. Motoriset asennonkorjausstrategiat

Useissa tutkimuksissa on selvitelty käytettyjen liikestrategioiden järjestäytymistä seisoma-alustan lyhytaikaisesta horjutuksesta johtuvassa asennon korjaamisessa.

Lisäksi on selvitelty asennon muutosstrategioihin yhteydessä olevia lihasten aktivoitumiskaavoja eli lihassynergioita. Tällaisia liikekaavoja ovat nilkka-, lonkka- ja askelstrategiat, joita käytetään sekä palautteen saamiseksi että ennakoivaan tarkoitukseen tasapainon säilymiseksi eri tilanteissa, esimerkiksi alustan äkkinäinen liike tai tahdonalaisen massakeskipisteen liikuttaminen pystyasennossa. Näiden liikekaavojen taustalla on todettu keskushermoston riippumaton, mutta toisaalta lihasten toimintaan yhteydessä oleva toiminta – lihassynergia. Synergia tarkoittaa lihasryhmien yhdistymistä toiminnalliseksi yksiköksi, mikä puolestaan helpottaa keskushermoston hallintatyötä. (Shumway-Cook & Woollacott 1995)

Asennon säätely on sensorimotorinen tehtävä, joka edellyttää sensorisen tiedon ja asennon hallinnan motorisen puolen koordinoitua. Tutkimuksissa on todettu eroja aistien käytössä riippuen asennon korjauksessa käytettävästä liikestrategiasta. Nilkkastrategian tehokas käyttö näyttäisi riippuvan somatosensorisen tiedonvälityksen moitteettomasta toiminnasta, joka ilmoittaa vartalon asennon suhteessa tukipintaan. Vestibulaarinen tieto on tärkeä lonkkastrategioiden kannalta. Näiden eri strategioiden valinta edellyttää aistien tuottaman informaation arvotuksen muuttamista, eli asennon hallintajärjestelmän adaptaatiokyvyn merkitys korostuu. (Whipple ym. 1993, Shumway-Cook & Woollacott 1995)

3.4. Muskuloskeletaarisen järjestelmän muutokset ikääntyessä

Alaraajojen lihasvoiman heikkeneminen lisää kävelyongelmia ja kaatumisriskiä varsinkin heikkokuntoisilla ja laitoksissa asuvilla vanhuksilla (Alexander 1994). Iän mukana on todettu isometrisen ja isokineettisen lihasvoiman heikkenevän varsinkin alaraajoissa, ja heikentyneen lihasvoiman katsotaan olevan yhteydessä lisääntyneeseen asentohuojuntaan ja heikentyneeseen tasapainoon (Palovaara ym. 1992, Rantanen ym. 1999). Huono lihasvoima ja heikko tasapaino taas puolestaan ovat välittömiä ja tärkeimpiä heikentyneen kävelykyvyn riskitekijöitä (Rantanen ym. 1999).

Lihaksen solujakauman muuttuminen ja lihaksen atrofioituminen sekä monet muut ikääntymiseen liittyvät vaikuttavat siten, että lihaksen maksimaalinen voima ja voimantuottonopeus alenevat (Era 1997).

3.4.1. Ikään liittyvät muutokset lihassynergioissa

Woollacott (1993) tutki ikääntyneillä lihassynergioiden aktivoitumista tasapainon horjuessa. Tutkimuksessa oli koehenkilöinä 12 iäkkäämpää (61-78-vuotiasta) sekä nuorempia (19-38 -vuotiaita) koehenkilöitä, joiden tasapainoa ennalta varoittamatta horjutettiin liikuttamalla seisoma-alustaa. Samalla rekisteröitiin gastrocnemius-, tibialis anterior-, hamstring- sekä quadriceps femoris -lihasten ja lihasryhmien vaste.

Alustan liikkeessä taakse päin ja koehenkilön vartalon kallistuessa eteenpäin gastrocnemius-lihas aktivoitui ensimmäisenä ja noin 20-40 ms myöhemmin hamstring-lihakset. Liikutettaessa alustaa eteenpäin ja kehon kallistuessa taaksepäin aktivoitui ensin tibialis anterior -lihas ja sitten quadriceps femoris. Siten alustan liike aktivoi lihassynergian, joka alkoi venyvistä lihaksesta säteillen proksimaalisempiin lihaksiin.

Vaikka perusmalli lihasvasteiden organisoitumisessa oli sama suurimmalla osalla sekä ikääntyneitä että nuoria koehenkilöitä, oli tietyissä parametreissa merkitseviä eroja, Ikääntyneillä todettiin absoluuttisen viiveen lisääntyvän distaalisten lihasten vasteissa, varsinkin tibialis anterior -lihaksessa. Lisäksi viidellä koehenkilöllä 12:sta vasteen ajoitus epäonnistui proksimaalisten lihasten aktivoituttua ennen distaalisia. (Woollacott 1993)

Ikääntyneillä antagonistilihakset nivelten ympärillä aktivoituvat suuremmalla todennäköisyydellä kuin nuoremmilla asentohuojunnan kompensoimiseksi, eli sekä agonisti- että antagonistilihakset aktivoituivat alustan liikkeessä. Tämä saattaa olla kompensatiokeino, jonka avulla ikääntyneiden nivelet ”jäykistyvät” liikkeen aikana muskuloskeletaarisen järjestelmän vapausasteiden vähentämiseksi. (Manchester ym. 1989)

3.5. Keskushermosto ja tasapainon säätely

Keskushermoston tehtävänä tasapainon säätelyssä on kartoittaa kehon massakeskipisteen sijaintia ja järjestellä asianmukaiset vasteet tasapainon horjuessa sentraalisen esiohjelmoinnin avulla. Keskushermosto aktivoi saatavilla olevan sensorisen informaation, kehon biomekaanisten rakenteiden, ympäristön vaatimusten sekä aikaisemman kokemuksen perusteella sopivan motorisen vasteen korjatakseen tilanteesta riippuen joko kehon massakeskipisteen aseman tai estääkseen sen liikkeen. (Horak ym. 1989, Shumway-Cook & Woollacott 1995)

Jos aisteista tulevan informaation kaava syystä tai toisesta muuttuu, keskushermoston on kyettävä tulkitsemaan muutoksen syy sekä tarpeen mukaan muuttamaan asennonkorjausstrategiaa. Esimerkiksi sentraalisissa häiriöissä (aivosairaudet, aivohalvaus) tarkan sensorisen referenssin valinta vaikeutuu.

3.5.1. Keskushermoston ikääntymisen vaikutukset

Ikääntyessä sentraalisen prosessoinnin nopeus hidastuu, erityisesti informaation integrointi ja/tai vasteiden valmisteluprosessi hidastuu. Motoristen taitojen hidastuminen tulee useimmin esiin hetkillä, jolloin liikkeen suhteen tulee tehdä ratkaisuja. Ikääntyneet henkilöt tekevät enemmän erehdyksiä yrittäessään tehdä nopeampia liikkeitä kuin taidot edellyttävät. Myös näiden virheiden korjaaminen tapahtuu usein liian hitaasti. Asentovasteet edellyttävät sekä tarkkuutta että nopeutta, jotka molemmat siis ikääntyessä heikkenevät. Ikään liittyvät muutokset sentraalisessa prosessoinnissa vaikuttavat myös alaraajojen liikkeisiin, mikä tulee esiin lähinnä nilkan koukistuksessa, lonkan ojennuksessa sekä polven ojennuksessa (Alexander 1994).

4. KÄVELYKYKY JA SEN MERKITYS IKÄÄNTYNEILLÄ

Useimpien päivittäisten toimintojen perusedellytys on kyky liikkua, tavallisimmin kävellen. Kyky kävellä itsenäisesti, ilman että se vie kaiken keskittymiskyvyn, on huomattava inhimillinen taito. Kävelykyky on yksi edellytys itsenäisen, omaehtoisen elämän jatkumiseen ikääntyneillä. Vapaus päättää milloin ja minne haluaa jalan mennä on elämänlaadun kannalta oleellista. (Judge ym. 1993, Nutt ym. 1993, Rubino 1993.) Monella vanhuksella iän myötä liikkumiskyky rajoittuu. Vaikka kotiympäristössä liikkuminen sujuisikin, ulkona liikkuminen saattaa tasapainon ja lihasvoiman heiketessä vaikeutua. (Woollacott 1993.) Omatoimisen liikkumisen edellytyksenä on tasapainon hallinta sekä kyky säilyttää tasapaino tahdonalaisissa liikkeissä (Palovaara ym. 1992).

Alaraajojen lihasvoima ja kyky pysyä pystyasennossa sekä säilyttää pystyasento liikkeessä ovat kävelyn perusedellytyksiä (Rantanen ym. 1999). Kävellessä asennonhallintaan vaikuttavat muskuloskeletaariset elementit pitäen kehon pystyasennossa, aistinelimistä tulevan sensorisen informaation, keskushermoston sekä efferenttien eli keskushermostosta poispäin suuntautuvien refleksien vuorovaikutus. Tasapainolla on poikkileikkaustutkimuksissa todettu olevan yhteyttä ikääntyneiden mitattuun ja itsearvioituun kävelykykyyn. (Lord ym. 1996, Era ym. 1997)

Kävelykyvyn menetys on suurin terveiden ikääntyneiden vammautumisen ja vaikeuksien seuraus (Nutt ym. 1993, Rubino 1993, Alexander 1996). Joidenkin tutkimusten mukaan 75-vuotiaista 36 % kärsii tasapaino-ongelmista kävellessä, 13 % 65-69- ja 46 % yli 85-vuotiaista kokee kävelyyn liittyviä tasapainovaikeuksia liikkeessään kaupunkimaisessa ympäristössä (Alexander 1994). Kävelyvaikeudet ja sitä kautta liikkumisen vaikeudet saattavat pahimmillaan johtaa ikääntyneen eristäytymiseen ja masentuneisuuteen, itsenäisyyden menettämiseen ja edelleen aktiivisuuden vähenemiseen, mikä puolestaan saattaa lisääntyvästi heikentää liikkumisen edellytyksiä, kuten lihasvoimaa, kestävyyttä sekä tasapainoa. Kaikki tämä voi vähitellen johtaa myös ikääntyvän elämän laadun heikkenemiseen. (Rubino 1993, Era & Rantanen 1997).

4.1. Kävelyssä tapahtuvat muutokset ikääntyneillä

Normaali kävely sekä siinä tarvittavat asennon hallinta ja tasapaino edellyttävät tarkkaa aisti-informaatiota sekä riittävää lihasvoimaa (Rubino 1993, Rantanen ym. 1999). Kävely on luonteeltaan syklistä ja se on eräs ihmisen automaattisimpia toimintoja. Normaalissa kävelyssä astuu kumpikin jalka vuorollaan toisen eteen ja samalla vartalo liikkuu eteenpäin. Paitsi alaraajoissa tapahtuu liikettä kävelyn aikana myös vartalossa ja yläraajoissa. Kaikki ihmiset noudattavat periaatteessa samaa liikekaavaa pienin persoonallisin poikkeuksin. Kävelyä tarkastellaan usein sen eri vaiheina ajan ja matkan perusteella. Kävelysykli, eli molempien jalkojen askellus, alkaa toisen jalan kantaiskusta, ja sitä seuraavasta jalan tukivaiheesta, samanaikaisesti vastakkaisessa jalassa tapahtuu varvastyöntö ja sitä seuraava heilahdusvaihe ja edelleen kantaisku, jolloin taas toisessa jalassa varvastyönnön jälkeen seuraa heilahdusvaihe. Heilahdusvaiheiden välissä saattaa olla lyhyt kaksoistukivaihe, jolloin kumpikin jalka koskettaa alustaan. Yhden jalan tukivaihe on kestoaltaan jonkin verran heilahdusvaihetta pidempi. (Smidt 1997)

4.2. Kävelynopeus

Kävelynopeuteen vaikuttavat useat tekijät, kuten esimerkiksi henkilön pituus, lihasvoima, tasapaino, kävelyn tavoite ja ympäristö. Normaaliksi kävelynopeudeksi on tutkimustilanteissa saatu 1.35 m/s. Bohannonin mukaan nopeus vaihteli välillä 1,27 m/s (70-vuotiailla naisilla) 1,46 m/s (40-vuotiaat miehet). Kävelynopeutta pidetään hyvänä toiminnallisen statuksen indikaattorina. (Alexander 1996, Bohannon 1997, Smidt 1997)

Kävelynopeutta voidaan mitata itse-valittuna tai maksimaalisena nopeutena. Itse-valittua nopeutta mitattaessa koehenkilöitä pyydetään kävelemään sillä nopeudella, millä he tavallisimmin kävelevät. Maksimaalinen nopeus on se nopeus, millä koehenkilöt kävelevät niin nopeasti kuin voivat mutta kuitenkin juoksematta.

Kävelynopeus hidastuu aikuisiässä iän myötä keskimäärin 0,2 % vuodessa 60 ikävuoteen saakka, jonka jälkeen vuosittainen nopeuden hidastuminen kiihtyy 1,6 %:iin henkilöillä, joilla ei ole merkittäviä tuki- ja liikuntaelimestön, sydän- ja verisuonten-, neurologisia sairauksia eikä kognitiivisia ongelmia (Alexander 1996). Bendall ym. (1989) raportoivat hitauden lisääntymisen olevan hieman pienempää, 65-90-vuotiailla 0,7 % vuodessa, mutta tähän tutkimukseen osallistuneiden yli 80-vuotiaiden henkilöiden lukumäärä oli pieni. Itse-valittu normaali kävelynopeus on 60-vuotiailla 4-8 % hitaampi kuin 20-vuotiailla. Eläkkeelle jäätyä ensimmäisen eläkevuoden aikana on kävelynopeuden todettu hidastuvan 4 %.

4.3. Askelpituus ja -leveys

Ikääntymisen myötä aiheutuva kävelynopeuden hidastuminen on ilmeisesti seurausta askelpituuden lyhentymisestä (Ferrandez ym. 1990, Lord ym. 1996). Tukivaiheen keston on todettu pidentyvän sekä kävelyn tulevan leveäraiteisemmaksi varsinkin sellaisilla henkilöillä, joilla on taustalla kaatumistapaturmia. Joissakin tutkimuksissa on todettu myös kaksoistukivaiheen (molemmat jalat yhtä aikaa alustalla) pidentyvän ikääntyneillä. Kaatumispelko vaikuttaa askelpituutta lyhentäen ja askeleen leveyttä lisäten (Smidt 1997, Maki 1997). Tutkittaessa 58 keski-ikältään 76-vuotiasta sairaalapotilasta todettiin, että luistamattomalla alustalla askelpituus oli pitempi, kun taas vinyylimatolla, joka oli liukkaampi, askeleet olivat lyhyemmät (Smidt 1997).

Kävelyn tahdonalaisen nopeuden säätelyn on useissa tutkimuksissa arvioitu säilyvän vanhemmilla koehenkilöillä lähes muuttumattomana verrattuna nuorempiin koehenkilöihin. Vaikka nopeus hidastuu ja tukivaiheen kesto pitenee, kävelyn ulkoiset piirteet säilyvät silti normaaleina, varsinaisessa kävelysyklissä ei alle 80-vuotiailla ole suuria muutoksia todettu. (Ferrandez ym. 1990.) Kävelynopeuden kasvaessa ikääntyneillä askelfrekvenssi (askelten määrä) lisääntyy kun taas nuoremmat (alle 60-vuotiaat) lisäävät askelpituuttaan. Tämä saattaa olla osittain seurausta keskushermon tai lihasten kollageenirakenteiden ikämuutoksista (esim. lonkan etuosan

nivelrakenteissa). Nivelten liikelaajuuksien pienenemisestä johtuen askeleita on hankala pidentää, ja silloin kävelynopeuden lisääminen käy helpommin askeleita tihentämällä.(Smidt 1997).

5. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tässä pro gradu -tutkielmassa oli tarkoitus selvittää, onko 80-vuotiaana mitatulla tasapainolla ja siinä viiden vuoden aikana tapahtuvilla muutoksilla yhteyttä kävelynopeuteen ja sen viiden vuoden seuranta-ajan kuluessa tapahtuviin muutoksiin. Lisäksi halusin ikään kuin tarkistuksen vuoksi selvittää, onko pitkäaikaissairauksilla yhteyttä tasapainoon ja kävelynopeuteen sekä niiden viiden vuoden kuluessa tapahtuneisiin muutoksiin. Alkumittausten tulosten perusteella halusin myös selvittää, onko tasapainolla ja kävelynopeudella kuolleisuutta ennustavaa merkitystä.

Tutkimusongelmat

1. Onko 80-vuotiaana mitatulla tasapainolla alkumittaustilanteessa yhteyttä 80-vuotiaana mitattuun kävelynopeuteen?
2. Onko alkutilanteessa 80-vuotiaana mitatulla tasapainolla yhteyttä mahdolliseen kävelynopeuden muutokseen viiden vuoden seurannan aikana.
3. Onko tasapainon muutoksella yhteyttä kävelynopeuden muutokseen viiden vuoden seuruaikana?
4. Mikä on pitkäaikaissairauksien yhteys sekä tasapainoon että kävelynopeuteen?
5. Poikkeako seurannan aikana kuolleiden tasapaino ja kävelynopeus sellaisten henkilöiden tasapainosta ja kävelynopeudesta, jotka osallistuivat mittauksiin myös 85-vuotiaana ?

6. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

6.1. Tutkimuksen kohdejoukko

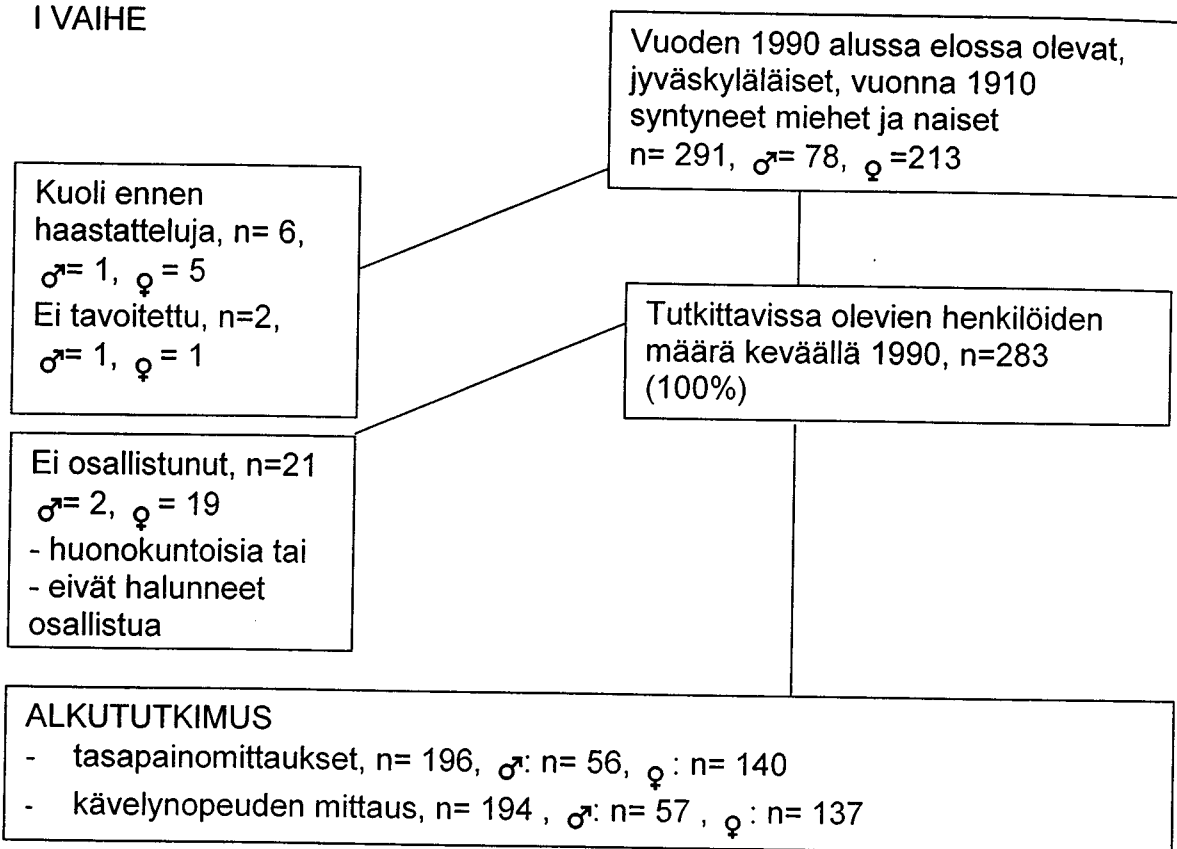
Tutkimuksen aineistona on Jyväskylässä edelleenkin meneillään olevan Ikivihreät -projektin yhteydessä vuosina 1990 ja 1995 suoritettu 80-85 -vuotiaiden (1910 – syntyneiden) Jyväskylässä tutkimusaikana asuneiden henkilöiden terveys- ja toimintakykytutkimus.

Ikivihreät -tutkimuksen mittaukset on tehty Jyväskylän yliopiston Liikunta- ja terveyslaboratoriossa. Näihin kuuluivat lääkärintarkastus, kuulon ja näön mittaukset, fyysisen kunnon ja lihasvoiman mittaukset, kehon rakenteen mittaukset, psykologinen tutkimus sekä tasapainon ja havaintomotoriikan mittaukset. (Heikkinen ja Suutama 1992)

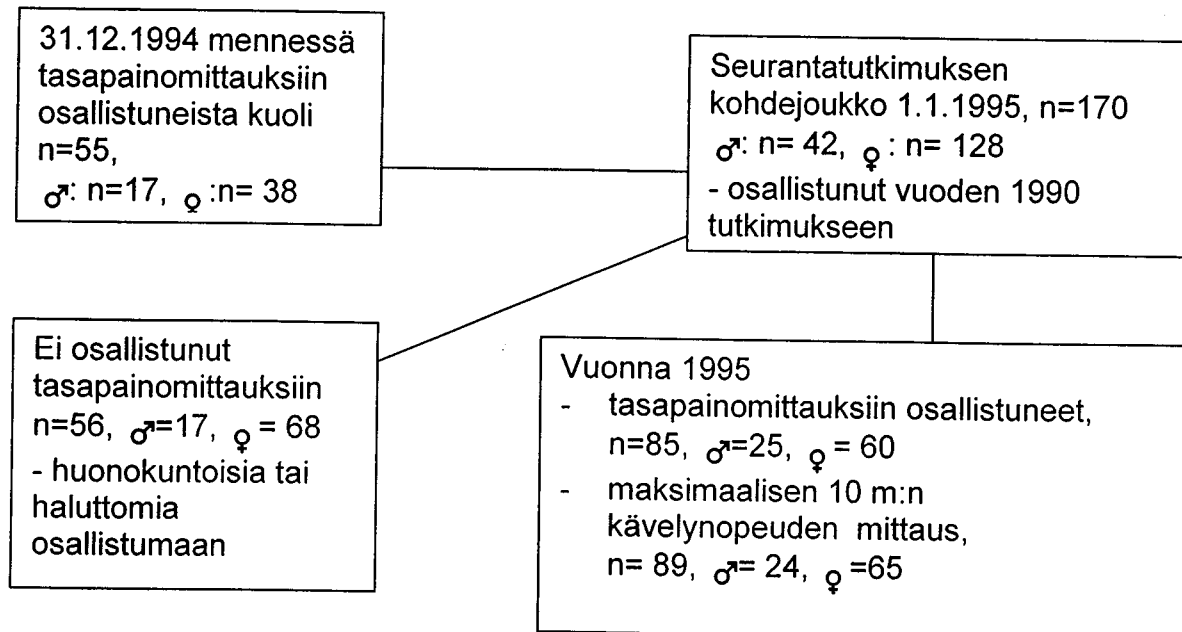
Alkututkimuksen tasapainomittauksiin osallistui 196 80-vuotiasta henkilöä, 56 miestä ja 140 naista ja kävelynopeuden mittauksiin 194 henkilöä, 57 miestä ja 137 naista. Loppumittauksissa oli tasapainotesteissä mukana 85 henkilöä ja kävelynopeustestissä 89 henkilöä. (Kuva 1)

TUTKIMUSASETELMA

I VAIHE



II VAIHE



Kuva 1. Osallistuminen tasapaino- ja kävelynopeusmittauksiin

6.2. Tasapainon mittaus

Ikivihreät –projektiin liittyvissä tasapainomittauksissa tutkittiin koehenkilöiden seisomatasapainoa kolmen erilaisen testin avulla, joista tähän tutkielmaan on valittu kaksi testiä; tasapainotesti jalat rinnakkain seisten silmät auki, josta jatkossa käytetään termiä ”testi 1” sekä tasapainotesti jalat rinnakkain seisten silmät kiinni, joka jatkossa mainitaan nimellä ”testi 2”.

Kehon huojuntaa tutkittiin mittaamalla kehon voimakeskapisteen horisontaalista liikettä voimalevytekniikan avulla, jossa huojunnan aikaansaamat signaalit ohjataan vahvistimen (Kistler 9861A) kautta suoraan tietokoneelle, missä ne muutetaan numeeriseen muotoon. Otanta tehtiin taajuudella 100 näytettä/sekunti. Signaalit tallennettiin ja analysoitiin mittauksia varten kehitetyn ohjelman avulla. Signaaleille tehtiin tarvittaessa aikarajaus sekä kolmen pisteen mediaanisuodatus häiriöiden eliminoimiseksi. Voimasignaalien avulla laskettiin johdannaistiedosto, josta ilmeni voimavaikutusten keskipisteen sijainti kullakin hetkellä. Tämäkin paikkatiedosto suodatettiin digitaalisesti kolmen pisteen mediaanisuodatinta käyttäen. Kustakin paikkatiedostosta laskettiin voimakeskapisteen horisontaalisen liikkeen nopeus, vauhtimomentti ja huojunnan suurin amplitudi. Huojunnan suurin amplitudi määriteltiin laskemalla sivun pituus sellaiselle neliölle, jonka sisäpuolelle kaikki mittapistet mahtuvat. (Palovaara ym. 1992)

Kussakin testissä koehenkilön tuli seistä mahdollisimman vakaasti ja huojumatta. Testi 1:ssä koehenkilön oli seistävä 40 sekunnin ajan voimalevyllä jalat vierekkäin niille merkityissä paikoissa, kädet lantiolla ja katse kohdistettuna vastapäisellä seinällä olevaan merkkiin. Testi 2 suoritettiin samassa asennossa, silmät suljettuina. (Era 1992)

Tasapainoa mitattiin eteen-taakse- ja sivusuuntaisen huojunnan keskimääräisen nopeuden ja matkan tuloksena (y-nopeus, x-nopeus, keskimääräinen vauhtimomentti sekä neliön sivun pituus). (Era 1992)

Tasapainon muutosta kuvaamaan käytetyt erotusmuuttujat on laskettu vähentämällä 85-vuotiaana saaduista tasapainotestien tuloksista 80-vuotiaana saadut tulokset.

6.3. Maksimaalisen kävelynopeuden mittaaminen

Maksimaalinen kävelynopeus mitattiin vakioiduissa olosuhteissa laboratorion käytävällä kymmenen metrin matkalla. Kävelynopeustesti suoritettiin niin sanotulla lentävällä lähdöllä, eli mittapistettä edelsi noin viiden metrin pituinen osuus, jolla koehenkilö kiihdytti kävelyvauhtinsa mahdollisimman nopeaksi silti juoksematta. Aika mitattiin sekuntikellolla, tutkija kulki koehenkilön mukana ja käynnisti ja pysäytti kellon 10 metrin alku- ja loppumerkkien kohdalla. (Era 1992)

Kävelynopeuden muutokset on laskettu vähentämällä 85-vuotiaana saadusta tuloksesta nopeus 80-vuotiaana.

6.4. Aineiston tilastollinen käsittely

Tutkimusaineiston analyysissä käytettiin SPSS/PC for Windows 9.0 ohjelmaa. Jatkuvien muuttujien jakaumien normalisuutta testattiin Kolmogorov-Smirnov – yhteensopivuustestillä. Tulosten analyysistä poistettiin maksimissaan kuuden henkilön tulokset poikkeavien tasapainotestin tulosten vuoksi. Muuttujien välisen eron merkitsevyyden tarkastelu tehtiin kaksisuuntaisella t-testillä sekä muuttujien välisiä riippuvuuksia tarkasteltiin korrelaatioanalyysin (Pearsonin tulomomenttikorrelaatio-kerroin) avulla. Pearsonin korrelaatiokerroimen ollessa negatiivinen on huojunta lisääntynyt ja kävelynopeus hidastunut ja korrelaation ollessa positiivinen ovat molemmat tarkasteltavat arvot muuttuneet samaan suuntaan, esimerkiksi huojunnan ollessa 80-vuotiaana nopeaa on se nopeaa myös 85-vuotiaana. Osittaiskorrelaation avulla pyrittiin selvittämään voitaisiinko tasapainon ja kävelynopeuden yhteyttä selittää joidenkin muiden muuttujien avulla, tässä tapauksessa diagnoosien lukumäärällä 80- ja 85-vuotiaana.

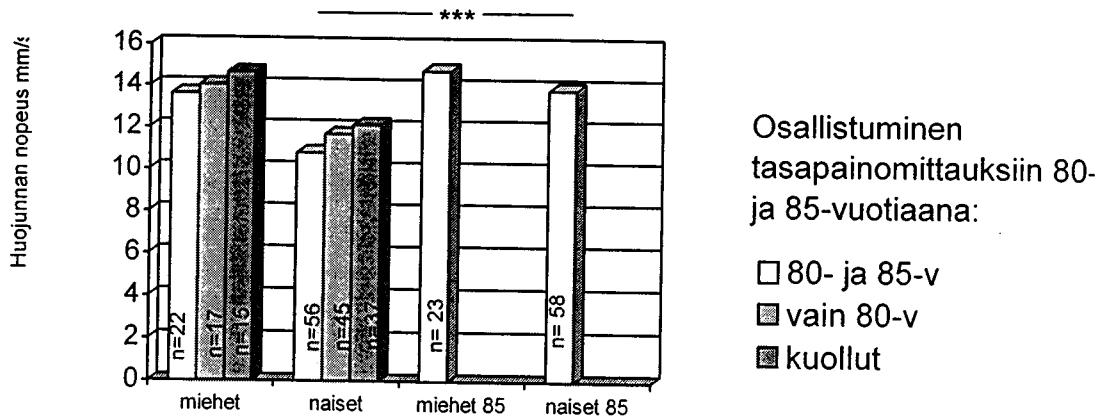
7. TULOKSET

Tasapainon huojuntanopeudet sekä 10 metrin maksimaalinen kävelynopeus 80- ja 85 -vuotiailla miehillä ja naisilla on esitetty kuvissa 2 - 10. Miehillä 80-vuotiaana sekä sivu- että eteen-taaksesuuntainen huojunta sekä huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti olivat tilastollisesti merkitsevästi suurempia ja huojunnan neliön sivun pituus tilastollisesti merkitsevästi pitempi kuin naisilla. 85-vuotiaana mitatussa tasapainossa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa sukupuolten välillä.

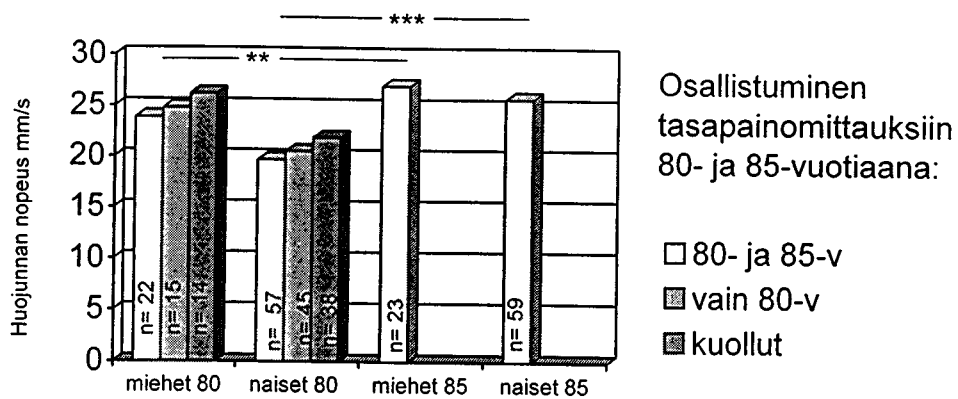
Huojuntanopeudet lisääntyivät viiden vuoden kuluessa sekä miehillä että naisilla kaikissa mitatuissa muuttujissa, ja naisilla huojunta lisääntyi enemmän kuin miehillä lukuun ottamatta testi 2:n keskimääräistä vauhtimomenttia ja neliön sivun pituutta.

Miehillä tasapainon muuttuminen oli tilastollisesti merkitsevä testi 1:n eteen-taaksesuuntaisen huojunnan sekä testi 2:n sivusuuntaisen huojunnan suhteen ja keskimääräisen vauhtimomentin osalta. Naisilla tasapainon muutos oli tilastollisesti merkitsevä kummassakin tasapainotestissä sivu- ja eteen-taaksesuuntaisen huojunnan ja keskimääräisen vauhtimomentin osalta sekä testi 1:ssä tapahtuvan huojunnan neliön sivun pituuden osalta.

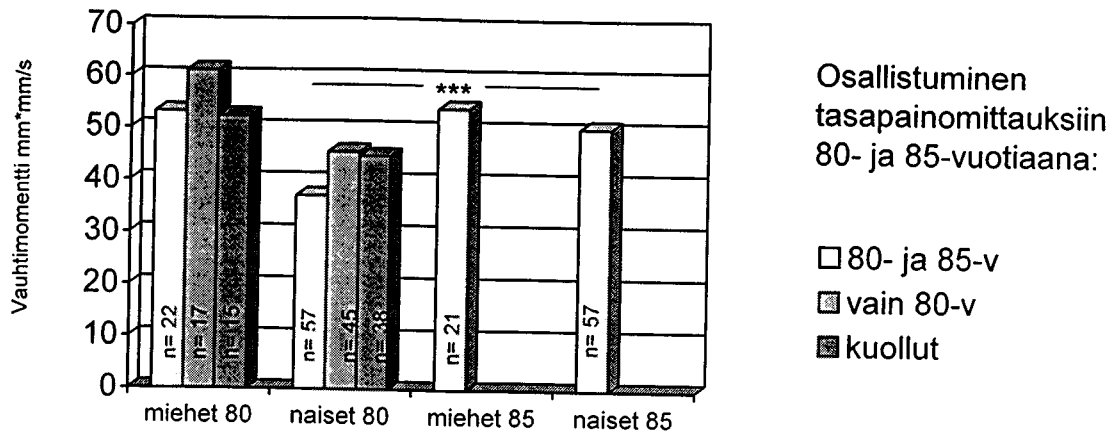
Sekä miehillä että naisilla huojuntanopeudet olivat suuremmat niillä henkilöillä, jotka osallistuivat tasapainomittauksiin vain 80-vuotiaina ja edelleen suurempia niillä henkilöillä, jotka olivat kuolleet ennen 85-vuoden ikää verrattuna niihin henkilöihin, jotka osallistuivat tasapainomittauksiin sekä 80- että 85-vuotiaina. Sekä 80- että 85-vuotiaina tasapainomittauksiin osallistuneiden ja ennen 85 vuoden ikää kuolleiden erot huojuntanopeuksien suhteen olivat testi 2:ssa miehillä sivu- ja eteen-taaksesuuntaisen huojunnan ja naisilla sivusuuntaisen huojunnan osalta tilastollisesti merkitsevät. (Liitetaulukot 4 ja 6)



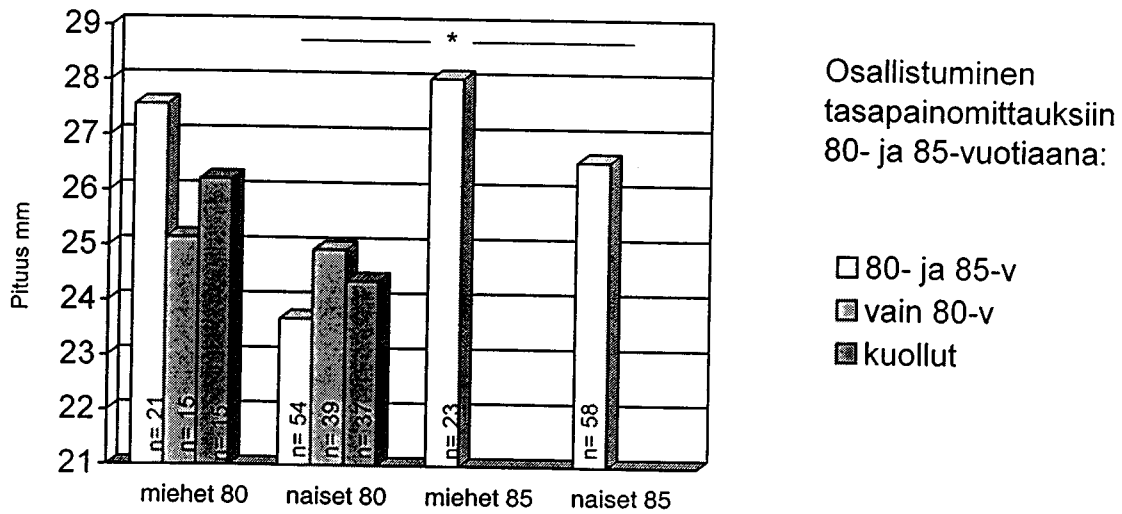
Kuva 2. Sivusuuntainen huojunta (mm/s) 80- ja 85-vuotiailla, testi 1: jalat rinnakkain ja silmät auki seistessä



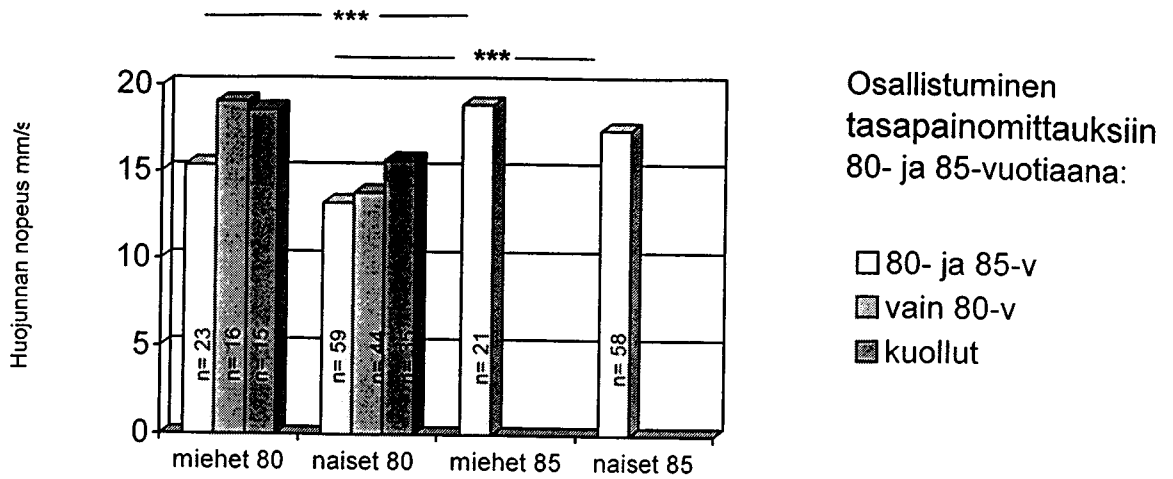
Kuva 3. Eteen - taaksesuuntainen huojunta (mm/s) 80- ja 85-vuotiailla, testi 1: jalat rinnakkain ja silmät auki seistessä



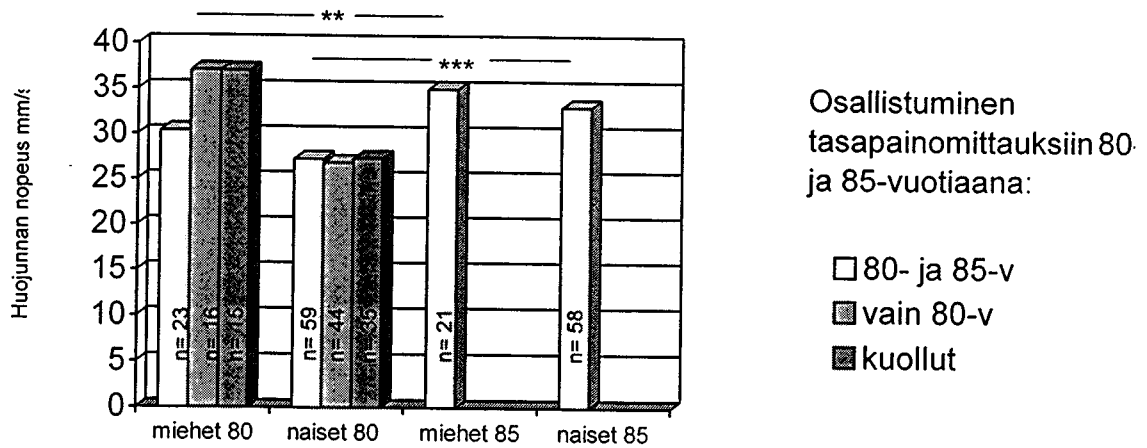
Kuva 4. Huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti (mm*mm/s) 80- ja 85-vuotiailla, testi 1: jalat rinnakkain ja silmät auki seistessä



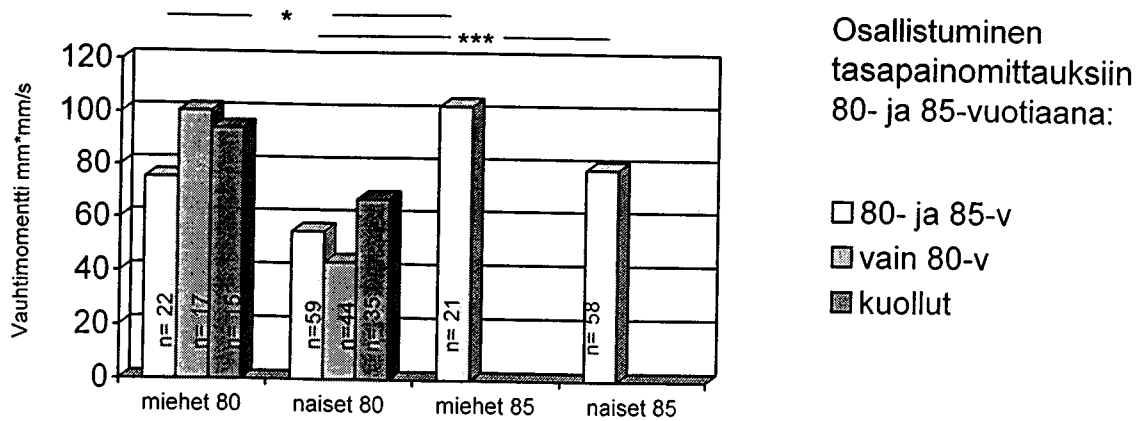
Kuva 5. Huojunnan neliön sivun pituus (mm) 80- ja 85-vuotiailla, testi 1: jalat rinnakkain ja silmät auki seistessä



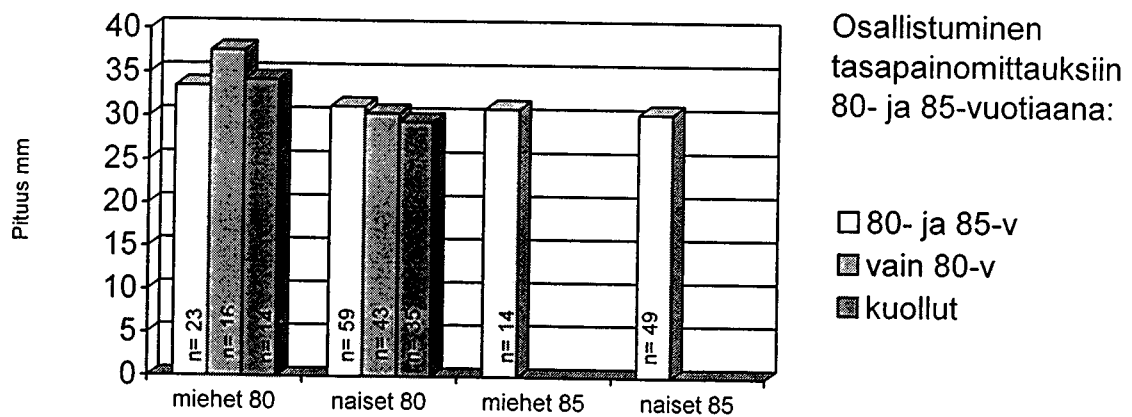
Kuva 6. Sivusuuntainen huojunta (mm/s) 80- ja 85-vuotiailla , testi 2: jalat rinnakkain ja silmät kiinni seistessä



Kuva 7. Eteen - taaksesuuntainen huojunta (mm/s) 80- ja 85-vuotiailla, testi 2: jalat rinnakkain ja silmät kiinni seistessä



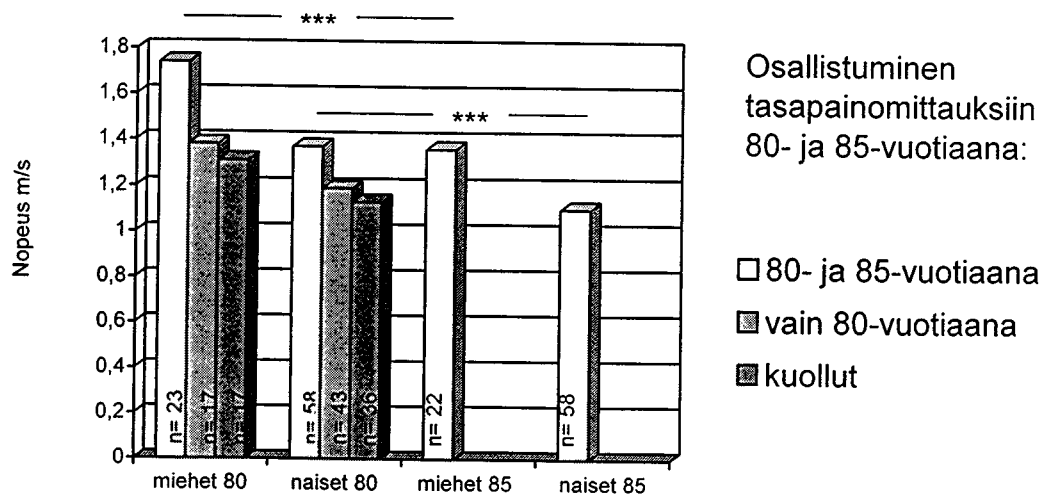
Kuva 8. Huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti ($\text{mm} \cdot \text{mm/s}$) 80- ja 85-vuotiailla jalat rinnakkain ja silmät kiinni seistessä



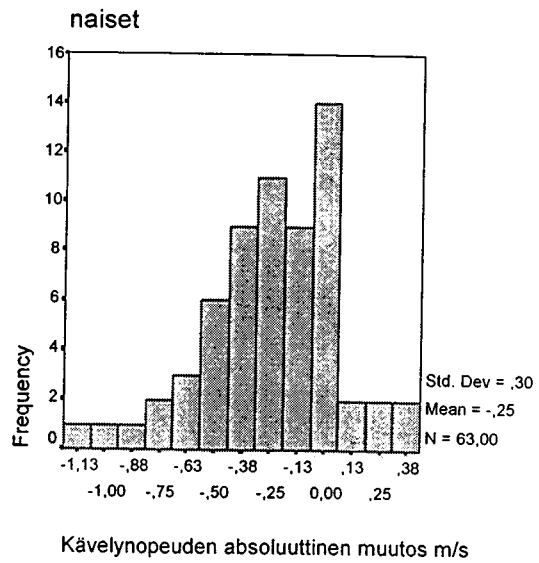
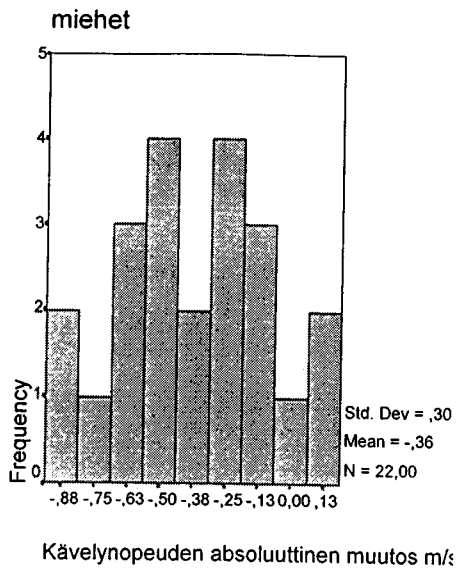
Kuva 9. Huojunnan nelion sivun pituus (mm) 80- ja 85-vuotiailla, testi 2: jalat rinnakkain ja silmät kiinni seistessä

Miehet kävelivät naisia nopeammin (kuva 10). Maksimaalinen kävelynopeus oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi miehillä kuin naisilla sekä 80- että 85-vuotiaana. Ne henkilöt, jotka osallistuivat tasapainomittauksiin vain 80-vuotiaana tai kuolivat ennen 85. ikävuottaan kävelivät hitaammin kuin sellaiset henkilöt, jotka osallistuivat tasapainomittauksiin sekä 80- että 85-vuotiaana. 80-vuotiaana mitatun maksimaalisen kävelynopeuden ero kuolleiden ja sekä 80- että 85-vuotiaana osallistuneiden välillä oli sekä miehillä että naisilla tilastollisesti merkitsevä. (Liitetaulukot 4 ja 6)

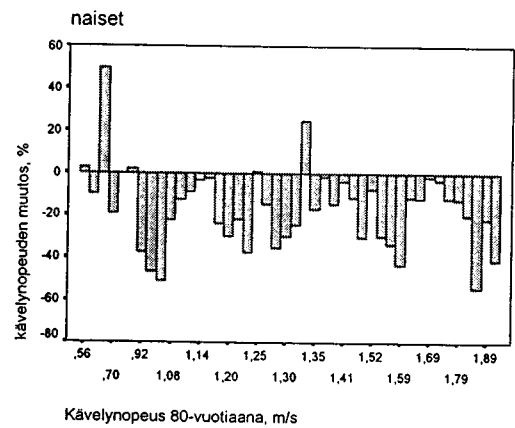
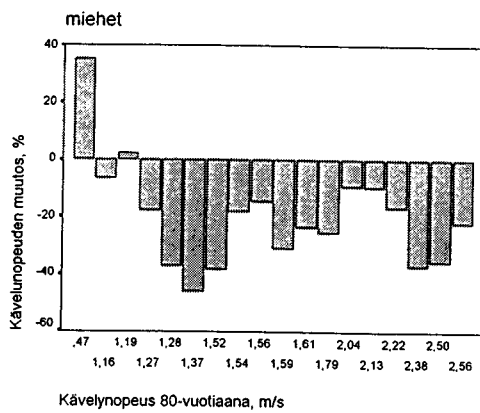
Kävelynopeuden muutos viiden vuoden kuluessa oli tilastollisesti merkitsevä sekä miehillä että naisilla. Maksimaalinen kävelynopeus hidastui miehillä 0.37 m/s ja naisilla 0.25 m/s. Suhteellinen kävelynopeuden muutoksen keskiarvo miehillä oli 19% ja naisilla 17% ja mediaani miehillä 18% ja naisilla 15 % (kuvat 11 ja 12).



Kuva 10. Maksimaalinen 10 m:n kävelynopeus 80- ja 85-vuotiailla miehillä ja naisilla



Kuva 11. Maksimaalisen kävelynopeuden absoluuttinen muutos (m/s) viiden vuoden kuluessa 85-vuotiailla miehillä ja naisilla.



Kuva 12. Kävelynopeuden muutos m/s viiden vuoden kuluessa 80-vuotiailla miehillä ja naisilla alkutilanteen kävelynopeuden mukaan.

7.1. Tasapainon yhteys kävelynopeuteen

Naiset kävelivät miehiä hitaammin sekä 80- että 85-vuotiaana, mutta miehillä absoluuttinen kävelynopeuden hidastuminen (0.37 m/s) oli suurempaa kuin naisilla (0.27 m/s). Tasapainon yhteyksiä kävelynopeuteen ja siinä tapahtuviin viiden vuoden kuluessa tapahtuviin muutoksiin tarkasteltiin osittaiskorrelaatioanalyysin avulla, joka on esitetty taulukoissa 1-4.

Tasapainotestien yhteydet kävelynopeuteen vaihtelivat eri testien ja sukupuolten välillä. 80-vuotiailla miehillä testi 1:n (silmit auki jalat rinnakkain) heikoilla tuloksilla voidaan todeta olevan yhteyttä 80-vuotiaana mitattuun kävelynopeuteen, eli ne henkilöt, joilla huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti sekä neliön sivun pituus oli suuri kävelivät hitaammin. Niillä miehillä, joilla testi 1:n huojunnan neliön sivu oli suuri myös kävelynopeus hidastui eniten.

Naisten osalta oli havaittavissa 80-vuotiaana testi 2 suuren sivusuuntaisen huojunnan olevan yhteydessä hitaaseen kävelynopeuteen 80-vuotiaana. Lisäksi naisilla, joilla testi 1:n keskimääräinen vauhtimomentti ja neliön sivun pituus 85-vuotiaana olivat suuremmat, myös kävelynopeus hidastui enemmän.

Taulukko 1. Miesten 80- ja 85-vuotiaana mitattujen tasapainotestien väliset Pearsonin osittaiskorrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyydet, kovariaattina diagnoosien lukumäärä 80- ja 85 vuotiaana.

	Sivusuuntainen huojuunta silmät auki 80-v mm/s	Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät auki 80-v mm/s	Keskimääräinen vauhtimomentti silmät auki 80-v mm•/s	Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät auki 80-v mm	Sivusuuntainen huojuunta silmät kiinni 80-v mm/s	Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät kiinni 80-v mm/s	Keskimääräinen vauhtimomentti silmät kiinni 80-v mm•/s	Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät kiinni 80-v mm
Sivusuuntainen huojuunta silmät auki 85-v., mm/s, n=22-23	,6626 p=,037	,7416 p=,014	,4036 p=,247	-,3645 p=,300	,6045 p=,064	,6805 p=,030	,3174 p=,372	,3321 p=,349
Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät auki 85-v., mm/s, n= 22-23	-,0464 p=,899	,3714 p=,291	-,4042 p=,572	-,4950 p=,146	,0283 p=,938	,4412 p=,202	-,0542 p=,882	-,4605 p=,180
Keskimääräinen vauhtimomentti silmät auki 85v., mm•/s, n= 21-23	,2537 p=,479	-,1088 p=,765	,4687 p=,172	,3762 p=,284	,3692 p=,294	-,0471 p=,897	,5990 p=,067	,5598 p=,092
Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät auki 85-v., mm, n=19-21	,4293 p=,216	,0756 p=,836	,6357 p=,048	,4953 p=,145	,4784 p=,162	,1074 p=,768	,6306 p=,051	,7817 p=,008
Sivusuuntainen huojuunta silmät kiinni 85-v., mm/s, n=19-21	,3360 p=,343	,1595 p=,660	,3735 p=,288	-,2971 p=,404	,5023 p=,139	,1455 p=,688	,2789 p=,435	,2199 p=,542
Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät kiinni 85-v., mm/s, n=19-21	,2169 p=,547	,2458 p=,494	,1457 p=,688	-,4387 p=,205	,3849 p=,272	,2806 p=,432	,2233 p=,535	,0599 p=,869
Keskimääräinen vauhtimomentti silmät kiinni 85-v., mm•/s, n= 19-21	,1010 p=,781	-,0016 p=,997	,2419 p=,501	-,1223 p=,736	,3259 p=,358	,0344 p=,925	,3393 p=,338	,2255 p=,531
Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät kiinni 85-v., mm, n=13-14	-,2396 p=,505	-,3663 p=,298	,3361 p=,298	,6567 p=,039	,0183 p=,960	-,2565 p=,474	,2440 p=,497	,4120 p=,237

Taulukko 2. 80- ja 85-vuotiaiden miesten kävelynopeuksien ja kävelynopeuden muutosten sekä tasapainon (jalat rinnakkain silmät auki ja silmät kiinni seistessä) väliset osittaiskorrelaatiokerroimet ja niiden merkitsevyydet. Kävelynopeuksien 80- ja 85-vuotiaana kovariaattina on käytetty diagnoosien lukumäärää 80-vuotiaana ja kävelynopeuden muutoksen kovariaattina maksimaalista kävelynopeutta 80-vuotiaana.

Tasapainotesti 80- ja 85 –vuotiaana	Kävelynopeus 80-vuotiaana m/s	Kävelynopeus 85-vuotiaana m/s	Kävelynopeuden muutos m/s
Jalat rinnakkain, silmät auki 80 v.	n=47-50	n=17-18	n=17-18
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,2491 p=,075	-,2282 p=,333	-,0792 p=,740
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	,2233 p=,123	-,2175 p=,357	,0836 p=,726
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,3607 p=,009	-,4031 p=,078	-,0954 p=,689
Neliön sivun pituus	-,3820 p=,006	-,2783 p=,249	,6365 p=,003
Jalat rinnakkain, silmät kiinni 80 v.	n=49-50	n=18-19	n=18-19
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,1132 p=,424	-,1253 p=,599	-,0594 p=,809
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-,2165 p=,123	-,1462 p=,527	,2970 p=,191
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,2516 p=,072	-,1410 p=,553	,0719 p=,763
Neliön sivun pituus	-,1510 p=,290	-,1729 p=,454	,2756 p=,227
Jalat rinnakkain, silmät auki 85 v.	n=18-20	n=18-19	n=17-19
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,0974 p=,666	-,1092 p=,638	,0760 p=,743
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-,0905 p=,689	-,1038 p=,654	,3370 p=,135
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,1010 p=,672	-,2068 p=,382	,2149 p=,377
Neliön sivun pituus	-,4471 p=,037	-,4305 p=,051	,0667 p=,774
Jalat rinnakkain, silmät kiinni 85 v.	n=11-18	n=11-18	n=10-17
Sivusuuntainen huojunta mm/s	,0550 p=,818	-,0790 p=,741	-,0340 p=,890
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	,1679 p=,479	,0047 p=,984	,1989 p=,414
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,0806 p=,736	-,0524 p=,826	,1095 p=,655
Neliön sivun pituus	-,4912 p=,088	-,2382 p=,433	,4210 p=,173

Taulukko 3. 80- ja 85-vuotiaiden naisten tasapainotestien väliset Pearsonin osittaiskorrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyytasot. Kovariaattina on käytetty diagnoosien lukumäärää 80-vuotiaana.

	Sivusuuntainen huojuunta silmät auki 80-v mm/s	Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät auki 80-v mm/s	Keskimääräinen vauhtimomentti silmät auki 80-v mm•/s	Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät auki 80-v mm	Sivusuuntainen huojuunta silmät kiinni 80-v mm/s	Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät kiinni 80-v mm/s	Keskimääräinen vauhtimomentti silmät kiinni 80-v mm•/s	Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät kiinni 80-v mm
Sivusuuntainen huojuunta silmät auki 85-v., mm/s, n=56-58	,5444 p=,000	,3957 p=,010	,4500 p=,003	,0413 p=,798	,3695 p=,017	,2915 p=,064	,5705 p=,000	,3037 p=,054
Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät auki 85-v., mm/s, n= 54-59	,6409 p=,000	,6907 p=,000	,4572 p=,003	-,0263 p=,871	,4845 p=,001	,4558 p=,003	,4291 p=,005	,1545 p=,335
Keskimääräinen vauhtimomentti silmät auki 85-v., mm•/s, n=52-57	,4124 p=,007	,2712 p=,086	,4838 p=,001	,1644 p=,304	,2080 p=,192	,2519 p=,112	,2402 p=,130	,1291 p=,421
Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät auki 85-v., mm, n=53-58	,2095 p=,189	-,0372 p=,817	,4041 p=,009	,3842 p=,013	,1286 p=,423	,0897 p=,577	,2708 p=,087	,3067 p=,051
Sivusuuntainen huojuunta silmät kiinni 85-v., mm/s, n=53-58	,6520 p=,000	,4752 p=,002	,5675 p=,000	,2602 p=,100	,6039 p=,000	,4605 p=,002	,4367 p=,004	,2801 p=,076
Eteen-taaksesuuntainen huojuunta silmät kiinni 85-v., mm/s, n=53-58	,6960 p=,000	,7147 p=,000	,5604 p=,000	,1526 p=,341	,6750 p=,000	,5721 p=,000	,4590 p=,003	,2629 p=,097
Keskimääräinen vauhtimomentti silmät kiinni 85-v., mm•/s, n= 53-58	,5141 p=,001	,1343 p=,403	,5886 p=,000	,3788 p=,015	,3253 p=,038	,0802 p=,618	,4630 p=,002	,4304 p=,003
Huojunnan neliön sivun pituus mm silmät kiinni 85- v., mm, n=49-54	,2297 p=,149	-,0394 p=,807	,4472 p=,003	,3778 p=,015	,3253 p=,038	,0802 p=,618	,3782 p=,015	,4579 p=,003

Taulukko 4. 80- ja 85-vuotiaiden naisten kävelynopeuksien ja kävelynopeuden muutosten sekä tasapainon (jalat rinnakkain silmät auki ja silmät kiinni seistessä) väliset osittaiskorrelaatiokerroimet ja niiden merkitsevyydet. Kävelynopeuksien 80- ja 85-vuotiaana kovariaattina on käytetty diagnoosien lukumäärää 80-vuotiaana ja kävelynopeuden muutoksen kovariaattina maksimaalista kävelynopeutta 80-vuotiaana.

Tasapainotesti 80- ja 85 –vuotiaana	Kävelynopeus 80-vuotiaana m/s	Kävelynopeus 85-vuotiaana m/s	Kävelynopeuden muutos m/s
Jalat rinnakkain, silmät auki, 80 v.	n=120-130	n=56-59	n=55-58
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,1209 p=,170	-,0414 p=,754	-,0499 p=,708
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-,1122 p=,200	,1247 p=,338	,1639 p=,211
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,0896 p=,307	-,0368 p=,778	,0180 p=,892
Neliön sivun pituus	-,0168 p=,854	-,1035 p=,439	-,1061 p=,432
Jalat rinnakkain, silmät kiinni, 80 v.	n=128-129	n=55-61	n=59-60
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,2494 p=,004	-,1135 p=,380	,0745 p=,568
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-,0855 p=,332	,1447 p=,258	,1408 p=,275
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,1505 p=,086	-,0373 p=,772	,1679 p=,192
Neliön sivun pituus	-,0151 p=,865	-,0263 p=,839	-,0603 p=,644
Jalat rinnakkain, silmät auki 85 v.	n=53-55	n=54-56	n=52-54
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,0147 p=,915	-,1285 p=,341	-,1934 p=,157
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	,0477 p=,725	-,0790 p=,556	-,1274 p=,350
Keskimääräinen vauhtimomentti	,0635 p=,645	-,2061 p=,127	-,3071 p=,024
Neliön sivun pituus	,2603 p=,053	-,1022 p=,450	-,3053 p=,023
Jalat rinnakkain, silmät kiinni 85 v.	n=50-54	n=51-55	n=49-53
Sivusuuntainen huojunta mm/s	,0125 p=,927	-,0413 p=,760	-,0473 p=,732
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	,0567 p=,678	,0599 p=,658	,0350 p=,800
Keskimääräinen vauhtimomentti	,1437 p=,291	-,0258 p=,849	-,1182 p=,390
Neliön sivun pituus	,1123 p=,428	-,1298 p=,354	-,2159 p=,128

Viiden vuoden seuranta-ajan kuluessa tapahtuneilla tasapainomuutoksilla, eli huojunnan lisääntymisellä oli miesten osalta testi 1 huojunnan neliön sivun pituudella yhteys hitaampaan kävelynopeuteen 80-vuotiaana. Naisilla tasapainossa viiden vuoden kuluessa tapahtunut huojunnan suuri lisääntyminen oli yhteydessä hitaaseen kävelynopeuteen 85-vuotiaana, mikä on todettavissa testi 1:n eteen-taaksesuuntaisen huojunnan osalta. Lisäksi naisilla, jotka 80-vuotiaana kävelivät hitaammin, testi 2:n huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti lisääntyi enemmän.

Naisilla testi 1:n keskimääräisen vauhtimomentin ja neliön sivun pituuden suuri lisääntyminen oli puolestaan yhteydessä kävelynopeuden suurempaan hidastumiseen, eli niillä naisilla joilla huojunta lisääntyi enemmän myös kävelynopeus hidastui enemmän. (taulukot 5 ja 6). Miehillä ei vastaavaa yhteyttä kävelynopeuden ja tasapainon muutoksen suhteen voitu todeta.

Taulukko 5. Kävelynopeuksien ja tasapainon (jalat rinnakkain silmät auki ja silmät kiinni seistessä) viiden vuoden kuluessa miehillä tapahtuvien muutosten Pearsonin osittaiskorrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyydet. Kävelynopeuksien 80- ja 85-vuotiaana kovariaattina on käytetty diagnoosien lukumäärää 80-vuotiaana ja kävelynopeuden muutoksen kovariaattina ko. tasapainotestin tulosta 80-vuotiaana.

Tasapainotesti, muutos viiden vuoden kuluessa	Kävelynopeus 80-vuotiaana	Kävelynopeus 85-vuotiaana	Kävelynopeuden muutos
Jalat rinnakkain, silmät auki	n=17-19	n=16-18	n=16-18
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,2764 p=,225	-,3433 p=,138	-,2796 p=,233
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-,1375 p=,552	-,2048 p=,386	-,2893 p=,216
Keskimääräinen vauhtimomentti	,0664 p=,787	-,1333 p=,598	-,4027 p=,098
Neliön sivun pituus	,0221 p=,926	,2105 p=,387	,2763 p=,252
Jalat rinnakkain, silmät kiinni	n=11-18	n=10-17	n=10-17
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,0509 p=,831	-,0343 p=,889	,0428 p=,862
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-,0439 p=,854	,0324 p=,895	-,0298 p=,904
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,0287 p=,904	-,0583 p=,813	-,0348 p=,888
Neliön sivun pituus	,5603 p=,046	,3089 p=,329	-,1869 p=,561

Taulukko 6. Kävelynopeuksien ja tasapainon (jalat rinnakkain silmät auki ja silmät kiinni seistessä) viiden vuoden kuluessa naisilla tapahtuvien muutosten Pearsonin osittaiskorrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyytasot. Kävelynopeuksien 80- ja 85-vuotiaana kovariaattina on käytetty diagnoosien lukumäärää 80-vuotiaana ja kävelynopeuden muutoksen kovariaattina ko. tasapainotestin tulosta 80-vuotiaana.

Tasapainotesti muutos viiden vuoden aikana	Kävelynopeus 80-vuotiaana	Kävelynopeus 85-vuotiaana	Kävelynopeuden muutos
Jalat rinnakkain, silmät auki	n=49-51	n=49-53	n=48-50
Sivusuuntainen huojunta mm/s	,1013 p=,471	,1820 p=,192	,2110 p=,133
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	,0186 p=,893	-,3079 p=,022	,2110 p=,133
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,0317 p=,822	,2083 p=,134	,3677 p=,006
Neliön sivun pituus	-,2225 p=,117	,0489 p=,733	,2964 p=,033
Jalat rinnakkain, silmät kiinni	n=51-54	n=50-54	n=48-53
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-,1373 p=,318	,0816 p=,554	,1763 p=,202
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-,0493 p=,718	,1209 p=,375	,1731 p=,206
Keskimääräinen vauhtimomentti	-,2827 p=,035	,0552 p=,686	,2481 p=,068
Neliön sivun pituus	-,1742 p=,217	-,0127 p=,929	,0742 p=,605

Viiden vuoden kuluessa tapahtuvalla kävelynopeuden suhteellisella muutoksella ei myöskään todettu olevan systemaattista yhteyttä tasapainossa viiden vuoden kuluessa tapahtuvaan suhteellisen muutokseen kummankaan sukupuolen osalta. (liitetaulukot 1 ja 2)

7.2. Terveystilan yhteys tasapainoon ja kävelynopeuteen

Tutkimukseen osallistuneilla miehillä oli lääkärin määrittämien diagnoosien mediaani 80-vuotiaana kaksi diagnoosia ja naisilla kolme. 85-vuotiailla diagnoosien mediaani oli sekä miehillä että naisilla kolme.

Terveystilaa diagnoosien lukumäärän pohjalta arvioiden voidaan todeta, että mittausajankohtana suurempi diagnoosien lukumäärä oli yhteydessä heikkoon 10 m:n maksimaalisen kävelynopeustestin tulokseen. Lisäksi miehillä sivusuuntaisen huojunnan lisääntyminen viiden vuoden kuluessa oli yhteydessä diagnoosien lukumäärään 85-vuotiaana. Suurella diagnoosien lukumäärällä 80- sekä 85-vuotiaana on yhteys eteen- taaksesuuntaisen huojunnan lisääntymiseen jalat rinnakkain, silmät auki seisoen. (Taulukot 7 ja 8)

Naisilla diagnoosien lukumäärällä oli yhteys 80-vuotiaana mitattuun hitaampaan kävelynopeuteen sekä suurempaan huojuntaan sekä silmät auki että silmät kiinni seisoen. Lisäksi 80-vuotiaana diagnoosien lukumäärällä oli tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys testi 1:n huojunnan neliön sivun pituuden muutokseen siten, että niillä henkilöillä, joilla oli enemmän diagnooseja huojunnan neliön sivun pituuden muutos oli suurempi.

Diagnoosien lukumäärän muutoksella oli melkein merkitsevä yhteys 85-vuotiaiden miesten kävelynopeuteen, eli ne miehet, joiden diagnoosien lukumäärä lisääntyi enemmän, kävelivät hitaammin 85-vuotiaana. Samoin diagnoosien lukumäärän muutoksella oli miehillä yhteys silmät auki jalat rinnakkain seisoessa tapahtuvaan sivusuuntaiseen huojuntaan ja keskimääräiseen vauhtimomenttiin. Naisten osalta ei diagnoosien lukumäärän muutoksella voitu todeta yhteyttä tasapainoon eikä kävelynopeuteen.

Tarkasteltaessa lähemmin aineistosta tasapainomittauksissa saatujen erityisen poikkeavien tulosten saaneiden henkilöiden diagnoosien lukumäärää ja laatua ei selvää selitystä ollut todettavissa. Suurien huojuntanopeuksien saaneiden henkilöiden

diagnoosien lukumäärä vaihteli yhdestä viiteen diagnoosiin ja diagnoosien laatu lievistä tulehdus- ja ihosairauksista vakavampiin neurologisiin sekä tuki- ja liikuntaelinten sairauksiin.

Taulukko 7. Miehillä viiden vuoden aikana tapahtuvien kävelynopeuden ja tasapainon muutosten sekä diagnoosien lukumäärän ja niiden muutosten välisten yhteyksien Pearsonin korrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyystaso.

	Diagnoosien lukumäärä 80-vuotiaana	Diagnoosien lukumäärä 85-vuotiaana	Diagnoosien lukumäärän 5 v -muutos.
Kävelynopeus 80-vuotiaana	(n=57)	(n=22)	(n=32)
	-.297*	-.337	-,100
Kävelynopeus 85-vuotiaana	(n=22)	(n=24)	(n=22)
	-.282	-.537**	-,561**
Kävelynopeuden muutos viidessä vuodessa	(n=22)	(n=22)	(n=22)
	-,111	-,266	-,278
Tasapainon muutos viidessä vuodessa:			
Jalat rinnakkain, silmät auki	n=20-22	n=20-22	n=20-22
Sivusuuntainen huojunta mm/s	.390	.546**	,461*
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	.432*	.531*	,408
Keskimääräinen vauhtimomentti	.159	.450*	,500*
Neliön sivun pituus	-.178	-,021	,102
Jalat rinnakkain, silmät kiinni	n=14-21	n=14-21	n=14-21
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-.021	.179	,267
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	.255	.344	,286
Keskimääräinen vauhtimomentti	-.157	.069	,218
Neliön sivu	-.124	.013	,108

Taulukko 8. Naisilla viiden vuoden aikana tapahtuvien kävelynopeuden ja tasapainon muutosten sekä diagnoosien lukumäärän ja niiden muutosten välisten yhteyksien Pearsonin korrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyytaso.

	Diagnoosien lukumäärä 80-vuotiaana	Diagnoosien lukumäärä 85-vuotiaana	Diagnoosien lukumäärän 5 v –muutos.
Kävelynopeus 80-vuotiaana	n=137	n=88	n=88
	-.191*	-.169	-,037
Kävelynopeus 85-vuotiaana	n= 64	n= 66	n=64
	-.154	-.158	-,002
Kävelynopeuden muutos viidessä vuodessa	n=63	n=63	n=63
	,007	-,115	-,117
Tasapainon muutos viidessä vuodessa			
Jalat rinnakkain, silmät auki	n=53-57	n=53-57	n=53-57
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-.225	-.170	,047
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-.137	.030	,158
Keskimääräinen vauhtimomentti	-.261	-.138	,108
Neliön sivun pituus	-.412**	-.176	,216
Jalat rinnakkain, silmät kiinni	n=54-58	n=54-58	n=54-58
Sivusuuntainen huojunta mm/s	-.056	-.048	,005
Eteen-taaksesuuntainen huojunta mm/s	-.094	-.066	,024
Keskimääräinen vauhtimomentti	.031	.039	,009
Neliön sivu	-.028	.164	,181

7.3. Tasapainon ja kävelynopeuden yhteys kuolleisuuteen

Ne henkilöt, jotka kuolivat viiden vuoden seurannan aikana, saivat poikkeuksetta heikompia tuloksia sekä kävelynopeuden että tasapainon suhteen kaikissa muuttujissa verrattuna sekä 80- ja 85-vuotiaina tutkimukseen osallistuneisiin että sellaisiin henkilöihin, jotka osallistuivat vain 80-vuotiaina, mutta eivät 85-vuotiaina (Kuva 10). Miehillä kävelynopeus ennen 85. ikävuotta kuolleilla oli 0.43 m/s hitaampaa verrattuna sekä 80- että 85-vuotiaina osallistuneiden kävelynopeuteen ja 0.36 m/s hitaampaa kuin vain 80-vuotiaana osallistuneilla. Naisten osalta vastaavat erot ovat viiden vuoden seuruajan kuluessa kuolleilla 0.24 m/s ja vain 80-vuotiaana osallistuneilla 0.18 m/s.

Tasapainon osalta voidaan todeta huojuntanopeuksien olleen suurempia ennen 85-vuoden ikää kuolleilla silmät auki jalat rinnakkain seistessä tapahtuvan sivusuuntaisen huojunnan osalta sekä miehillä että naisilla verrattuna sellaisiin henkilöihin, jotka osallistuivat vain 80-vuotiaina tai sekä 80- ja 85-vuotiaina tasapainomittauksiin. (Liitetaulukot 3 ja 5)

8. POHDINTA

Viiden vuoden seuruaikana huojunta lisääntyi sekä miehillä että naisilla tilastollisesti merkitsevästi. Myös kävelynopeuden hidastuminen viiden vuoden kuluessa oli tilastollisesti merkitsevää kummallakin sukupuolella.

Miehillä testi 1:ssä mitatulla suurella neliön sivun pituudella oli tilastollisesti merkitsevä yhteys kävelynopeuden suurempaan hidastumiseen. Naisilla 80-vuotiaana mitattu testi 1:n suuri sivusuuntainen huojunta oli yhteydessä hitaaseen kävelynopeuteen 80-vuotiaana. Niillä naisilla, joilla kävelynopeus hidastui enemmän viiden vuoden kuluessa olivat 85-vuotiaana mitatut huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti ja neliön sivun pituus suurempia testi 1:ssä.

Ne miehet, joilla testi 1:n huojunnan neliön sivu lisääntyi enemmän kävelivät hitaammin 80-vuotiaana. Naisilla testi 1:n sivusuuntaisen huojunnan suuri lisääntyminen oli yhteydessä hitaampaan kävelynopeuteen 85-vuotiaana ja testi 2:n keskimääräisen vauhtimomentin suuri lisääntyminen yhteydessä hitaaseen kävelynopeuteen 80-vuotiaana. Lisäksi niillä naisilla, joilla testi 1:n keskimääräinen vauhtimomentti ja neliön sivu lisääntyivät enemmän myös kävelynopeus hidastui enemmän.

Ennen 85. ikävuottaan kuolleet henkilöt kävelivät hitaammin kuin vain 80-vuotiaana tasapainomittauksiin osallistuneet ja edelleen hitaammin kuin sellaiset henkilöt, jotka osallistuivat sekä 80- että 85-vuotiaana.

Yli 85-vuotiaaksi eläneillä tasapainotestien (testit 1 ja 2) sivusuuntainen ja eteen-taakse-suuntainen huojunta olivat hitaammat sekä miehillä että naisilla. Ne henkilöt, joilla oli enemmän lääkärin määrittämiä diagnooseja kävelivät hitaammin ja heillä oli heikompi tasapaino.

Miesten huojuntanopeudet osoittautuivat naisten huojuntanopeuksia suuremmiksi sekä 80- että 85-vuotiailla. Kirjallisuudessa on julkaistu samansuuntaisia tutkimustuloksia (Era ym. 1996) mutta myös päinvastaisia johtopäätöksiä on esitetty (Maki ym. 1990). Miesten kävelynopeudet olivat sen sijaan naisten nopeuksia suurempia. Tämän

taustalla saattavat olla muun muassa antropometriaan ja lihasvoimaan liittyvät tekijät. (Era & Heikkinen 1985)

Tässä tutkimuksessa tasapainon ja kävelynopeuden välillä ei kuitenkaan vahvaa yhteyttä voitu todeta. Mielenkiinnon vuoksi yhteyttä tarkasteltiin myös eteenpäin askeltavan logistisen regressioanalyysin avulla, mutta siinä ei selkeää selittävää tekijää ollut havaittavissa. Tasapainon ja kävelynopeuden yhteyttä on myös kirjallisuudessa esitelty varsin vähän ikääntyneen väestön osalta. Aikaisemmissa tutkimuksissa kävelynopeuden ja Bergin tasapainoasteikolla mitatun tasapainon on todettu olevan yhteydessä toisiinsa (Berg ym. 1989, Willems & Vandervoort, 1996). Willemsin ja Vandervoortin (1996) tutkimuksessa todettiin, että hyvä tasapaino on yhteydessä optimaaliseen kävelyyn. Myös tasapainon heikkenemisen ja kävelyn hidastumisen mainittiin olevan yhteydessä toisiinsa. Heidän tutkimuksessaan tasapainoa mitattiin Bergin asteikolla, jossa siis mitataan myös niin sanotun dynaamisen tasapainon säilyttämistä, ja siten myös kävelyssä tarvittavan yhden jalan tukivaiheen tasapainoa. Tältä pohjalta voisi päätellä, että tutkittaessa tasapainoa voimalevyllä paikallaan seisten ei välttämättä saada riittävästi viitteitä toiminnallisesta tasapainosta, eli niistä vaatimuksista mitä normaali liikkuminen edellyttää. Voimalevyllä mitatun tasapainon on todettu kuitenkin olevan validi suhteessa päivittäisistä toiminnoista suoriutumiseen (Era ym. 1997).

Fyysisen aktiivisuuden on aikaisemmissa tutkimuksissa todettu olevan yhteydessä hyvään tasapainoon sekä kävelynopeuteen (Era ym. 1997). Tässä tutkimuksessa ei selvitetty osallistujien fyysisen aktiivisuuden määrää, ja siten ei voida varmuudella sanoa, olivatko sekä 80- että 85-vuotiaana osallistuneet aktiivisempia liikkujia kuin vain 80-vuotiaana osallistuneet.

Aikaisemmissa tutkimuksissa tasapainon ja kävelyn yhteyksien selvittämiseksi on vaihtelevasti käytetty maksimaalisen ja itsevalitun kävelyn nopeuden mittaamista kävelyä kuvaavana muuttujana. Vaikka kävelyyn liittyy useita erilaisia tekijöitä, on nopeus se ominaisuus, jota monesti käytetään mittaamaan ja kuvaamaan kävelyn nykytilaa sekä siinä esimerkiksi harjoituksen aikaansaamaa muutosta. Nopeus on liikkumisen eräs tärkeä ominaisuus, joka usein takaa turvallisen liikkumisen erilaisissa

ympäristöissä (Bohannon 1997). Samoin kävelynopeutta pidetään usein hyvänä ikääntyneiden liikkumiskyvyn indikaattorina (Willems & Vandervoort 1996).

Bohannon (1997) on tutkinut maksimaalista ja itsevalittua kävelynopeutta. Hän totesi itsevalitun ja maksimaalisen kävelynopeuden mittaukset hyvin reliäabeleiksi. Maksimaalinen kävelynopeus väheni iän myötä enemmän kuin itsevalittu kävelynopeus.

Tämän tutkimuksen kohdejoukkona oli Jyväskylässä vuoden 1990 alussa kotona asuneet 291 80-vuotiasta henkilöä, 78 miestä ja 213 naista, joiden keskuudessa tapahtui valikoitumista viiden vuoden seuruaajan kuluessa vuoden 1990 tutkimuksesta 1995 tutkimukseen ja sen eri osiin. Tulosten yleistettävyyden kannalta on syytä ottaa huomioon se, että laitoksissa asuneita henkilöitä ei tutkimuksessa ollut mukana. Myös tutkimuksesta poisjääminen aiheutti valikoitumista siten, että mukaan tulivat vain terveimmät henkilöt, ne jotka jaksoivat ja pystyivät osallistumaan huonokuntoisempien jäädessä pois.

Tasapainomittauksiin osallistuneista henkilöistä kuoli viiden vuoden kuluessa 55 henkilöä (18,9 %), näistä 17 miehiä ja 38 naisia. 85-vuotiaiden tasapainomittauksista poisjäämisen syynä oli 55%:lla kuolema, naisilla 51,3 % ja miehillä 64,5 %, muita osallistumattomuuden syitä olivat huono kunto ja haluttomuus osallistua tutkimukseen.

Tutkimukseen osallistuneiden naisten ja miesten lukumäärä vaihtelee eri mittausten osalta. Molemmilla tutkimuskerroilla osallistuneilta puuttui kolmelta henkilöltä, kahdelta mieheltä ja yhdeltä naiselta tiedot 80-vuotiaana tehdystä tasapainomittauksesta. 10 metrin maksimaalisen kävelynopeustestin osalta vastaavat puuttuvat luvut olivat miehillä kaksi ja naisilla kolme. Koehenkilöiden määrän vaihtelu johtuu myös osaksi siitä, että jakaumien normaalisuuden aikaansaamiseksi tulosten analyysistä poistettiin 80-vuotiaana osallistuneista 9 miestä ja 3 naista eli yhteensä 12 henkilöä poikkeavan suurien huojuntanopeuksien vuoksi. Tarkemmin muuttujia tarkastellessa saattoi olettaa, että osalla analyysistä poistetuista poikkeavan tuloksen aiheutti mittaus- tai kirjaamisvirhe. Diagnoosien lukumäärän tai laadun suhteen ei selitystä huomattavan poikkeaville tuloksille löytynyt.

Ikivihreät –projektissa seisoma-asennon huojuntaa mitattiin kolmella eri testillä, jalat rinnakkain, silmät auki ja jalat rinnakkain silmät kiinni sekä jalat peräkkäin silmät auki testeillä. Tarkasteltaessa näiden eri mittausten tuloksia analyysiä varten voisi olettaa jalat peräkkäin testin olleen liian vaativa 80- ja 85-vuotiaille henkilöille, ja juuri siinä havaittavan jakauman suuren hajonnan vuoksi tähän tutkielmaan tasapainoa kuvaaviksi muuttujiksi valittiin jalat rinnakkain silmät auki ja jalat rinnakkain silmät kiinni suoritettut tasapainomittaukset.

Kävelyä ja siinä ikääntymisen myötä tapahtuvia muutoksia voidaan kuvata myös muilla kävelyn komponenteilla, kuten askelpituus ja -leveys sekä tukivaiheen kesto. Nämä ominaisuudet saattaisivat olla tasapainon kannalta myös relevantteja tarkastelun kohteita, ajatellen esimerkiksi yhden jalan tukivaiheen edellyttämiä tasapainovaatimuksia.

Kävelyä Ikivihreät –tutkimuksessa mitattiin tasaisella, suoralla radalla sisätiloissa. Tällaisissa olosuhteissa eivät kaikki kävelyyn normaaliympäristössä vaadittavat edellytykset ja ominaisuudet tule esiin. Esimerkiksi kääntyminen edellyttää kävelijältä aivan erilaisia tasapainon ja liikkeen hallintaan liittyviä taitoja kuin vain suoraan eteenpäin kulkeminen. Esteettömässä ja suojaisassa sisätilassa kävellessä ei myöskään esiinny samoja häiriötekijöitä kuin normaaliympäristössä ulkona liikkuesssa, ja joiden merkitys varsinkin ikääntyneelle kulkijalle on suuri (Oxley ym. 1997).

Tässä tutkimuksessa tutkittiin 80- ja 85-vuotiaiden tasapainon ja kävelyn yhteyttä. 85-vuotiaiden tasapaino- ja kävelymittauksiin osallistuivat vain parempikuntoiset, jolloin mahdollisesti sellaisten loppumittauksista poisjääneiden henkilöiden, joilla 80-vuotiaana oli huono tasapaino tai jotka kävelivät hitaammin, tuloksia ei ollut käytettävissä. Kiinnostavaa olisi myös selvittää, millainen on nuorempien ikäryhmien, esimerkiksi 60- ja 70-vuotiaiden tasapainon ja kävelyn yhteys, sillä sellaisten henkilöiden osuus, joilla on vaikeuksia PADL-toimissa tai sisä- ja ulkotiloissa liikkumisessa kasvaa selvästi vanhemmissa ikäryhmissä (Laukkanen ym. 1991) ja 80-85 –vuotiaiden joukossa toiminnanvajausten syntyminen on useimmin jo tapahtunut, mikä varmasti tässäkin tutkimuksessa on osasyynä tutkimuksesta poisjääneiden määrään. Nuorempien ikäryhmien tuloksia tarkastelemalla voitaisiin ehkä aikaisemmin havaita toimintakyvyn

heikkenemistä ennustavia tekijöitä ja siten paremmin ehkäistä toimintakyvyn heikkenemistä.

Eri ikäisten henkilöiden maksimaalisen ja itsevalitun kävelynopeudelle on laadittu viitearvoja, joiden avulla voidaan pyrkiä määrittämään mm. henkilön toimintakykyisyyttä (Willems & Vandervoort 1996). Olisi mielenkiintoista pohtia voitaisiinko vastaavia viitearvoja määrittää myös tasapainon ja kävelyn eri komponenttien suhteen, ja siten paitsi arvioida ikääntyvän henkilön toimintakykyä myös ennustaa siinä tapahtuvia muutoksia. Näin voitaisiin luoda uusia mahdollisuuksia toimintakyvyn heikkenemistä hidastavien tai ehkäisevien toimien suunnitteluun, toteuttamiseen ja ajoittamiseen.

LÄHTEET

- Alexander, N. B. 1994. Postural control in older adults. *Journal of American Geriatrics Society*, 42: 93-108.
- Alexander, N. B. 1996. Gait disorders in older adults. *Journal of American Geriatrics Society*, 44: 434-451.
- Bendall, M. J., Bassey, E. J., Pearson, M. B. 1989. Factors affecting walking speed of elderly people. *Age and Ageing*, 18: 327-332.
- Berg, K., Wood-Dauphinée, S., Williams, J. I., Gayton, D. 1989. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41: 304-311.
- Bohannon, R. W. 1997. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age and Ageing*, 26: 15-19.
- Duncan, P. W., Chandler, J., Studenski, S., Hughes, M., Prescott, B. 1993. How do physiological components of balance affect mobility in elderly men? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74: 1343-1349.
- Era, P., Heikkinen, E. 1985. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *Journal of Gerontology*, 40: 287-295.
- Era, P. 1992. Fyysinen toimintakyky, aistitoiminnot ja havaintomotoriikka. Teoksessa R-L. Heikkinen, T. Suutama (toim.) läkkäiden henkilöiden toimintakyvyn ja terveyden arviointi. Ikivihreät -projekti, Osa II. Sosiaali- ja terveysministeriö, Kehittämisosaston julkaisuja 1991:10. Yliopistopaino, Jyväskylä. 40-69.

- Era, P., Schroll, M., Ytting, H., Gause-Nilsson, I., Heikkinen, E., Steen, B. 1996. 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: M53-63.
- Era, P. 1997. Havaintomotoriikan ja kehon asennon hallintakyvyn muutokset vanhetessa ja liikunta. Teoksessa P. Era (toim.) *Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja* 108. Jyväskylä. 49-62.
- Era, P., Avlund, K., Jokela, J., Gause-Nilsson, I., Heikkinen, E., Steen, B., Schroll, M. 1997. Postural balance and self-reported functional ability in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. *Journal of American Geriatrics Society*, 45: 21-29.
- Era, P., Rantanen, T. 1997. 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, Suppl*, 53: 25-43.
- Ferrandez, A. M., Pailhous, J., Durup, M. 1990. Slowness in elderly gait. *Experimental Aging Research*, 16: 79-89.
- Gabell, A., Nayak, U. S. L. 1984. The effect of age on variability in gait. *Journal of Gerontology*, 39: 662-666.
- Guralnik, J.M., Ferrucci, L., Simonsick E.M., Salive, M.E., Wallace, R.B. (1995). Lower-extremity function in persons over the age 70 years as a predictor of subsequent disability. *New England Journal of Medicine*, 332: 556-561.
- Heikkinen, R-L, Suutama, T. (toim.) 1992: läkkäiden henkilöiden toimintakyvyn ja terveyden arviointi. *Ikävihreät -projekti, Osa II. Sosiaali- ja terveysministeriö, Kehittämissosaston julkaisuja* 1991:10. Yliopistopaino, Jyväskylä.

- Horak, F. B., Shupert, C. L., Mirka, A. 1989. Components of postural dyscontrol in the elderly: A Review. *Neurobiology of Aging*, 10: 727-738.
- Hytönen, M., Pyykkö, I., Aalto, H., Starck, J. 1993. Postural control and age. *Acta Otolaryngologica (Stockholm)*, 113: 119-122.
- Judge, J., Underwood, M., Gennosa, T. 1993. Exercise to improve gait velocity in older persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74: 400-406.
- Kinney La Pier, T., Liddle, S., Bain, C. 1997. A comparison of static and dynamic standing balance in older men versus women. *Physiotherapy Canada*, 49: 207-213.
- Langlois, J.A., Keyl, P.M., Guralnik, J.M., Foley D.J. Marottoli, R.A., Wallace, R.B. 1997. Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street. *American Journal of Public Health*, 87: 393-397.
- Laukkanen, P., Heikkinen, E., Ruoppila, I. 1992. Päivittäisistä toiminnoista selviäminen. Teoksessa R-L. Heikkinen, T. Suutama (toim.) Iäkkäiden henkilöiden toimintakyvyn ja terveyden arviointi. Ikivihreät -projekti, Osa II. Sosiaali- ja terveysministeriö, Kehittämisosaston julkaisuja 1991:10. Yliopistopaino, Jyväskylä, 132-162.
- Lord, S. R., Lloyd, D. G., Li, K. 1996. Sensori-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling women. *Age and Ageing*, 25: 292-299.
- Maki, B. E., Holliday, P. J., Fernie, G. R. 1990. Aging and postural control. *Journal of American Geriatrics Society*, 38: 1-9.
- Maki, B.E. 1997. Gait changes in older adults: Predictors of falls or indicators of fear. *Journal of American Geriatrics Society*, 45: 313-320.
- Manchester, D., Woollacott, M. H., Zederbauer-Hylton, N., Mann, O. 1989. Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 44: M118-M127.

- Nutt, J. G., Marsden, C. D., Thompson, P. D. 1993. Human walking and higher-level gait disorders, particularly in the elderly. *Neurology*, 43: 268-279.
- Oxley, J., Fildes, B., Ihsen, E., Charlton, J., Day, R. 1997. Differences in traffic judgements between young and old adult pedestrians. *Accident analysis and prevention*, 29: 839-47.
- Palovaara, T., Sipponen, E., Era, P. 1992. Tasapaino ja eräitä siihen liittyviä tekijöitä 75-vuotiailla miehillä ja naisilla. *Gerontologia*, 6: 185-195.
- Pyykkö, I., Aalto, H., Hytönen, M., Starck, J., Jäntti, P., Ramsay, H. 1988. Effect of age on postural control. Teoksessa B. Amblard, A. Berthoz, F. Clarac (toim), *Posture and gait: Development, adaptation and modulation*. Elsevier Science B.V. Amsterdam. 95-104.
- Pyykkö, I., Jäntti, P., Aalto, H. 1990. Postural control in elderly subjects. *Age and Ageing*, 19: 215-221.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Leveille, S., Fried, L. P. 1999. Coimpairments: Strength and balance as predictors of severe walking disability. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 54 A: M1-M5.
- Ringsberg, K. A .M., Gärdsell, P., Johnell, O, Jónsson, G., Obrant, K. J., Sernbo, I. 1998. Balance and gait Performance in an urban and a rural population. *Journal of American Geriatrics Society*, 45: 65-70.
- Rubino, F. A. 1993. Gait disorders in the elderly. Distinguishing between normal and dysfunctional gaits. *Postgraduate Medicine*, 93: 185-190.
- Sheldon, J. H. 1963. The Effect of age on the control of sway. *Gerontologia Clinica*, 5: 129-138.

- Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. 1995: Motor control. Theory and practical applications. Baltimore (Md). Williams & Wilkins.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. 1997. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 52A: M232-M240.
- Slobounov, S. M., Moss, S. A., Slobounova, E. S., Newell, K. M. 1998. Aging and time to instability in posture. *Journal of Gerontology : Biological Sciences*, 53A: B71-B78.
- Smidt, G. L. 1997. Aging and Gait. Teoksessa G.L. Smidt (ed.) *Gait in rehabilitation*. Churchill Livingstone. New York. 185-196.
- Stelmach, G. E., Teasdale, N., DiFabio, R. P., Phillips, J. 1989. Age related decline in postural control mechanisms. *International Journal of Aging and Human Development*, 29: 205-223.
- Whipple, R., Wolfson, L., Derby, C., Singh, D., Tobin, J. 1993. Altered sensory function and balance in older persons. *Journal of Gerontology*, 48 (Special Issue): 71-76.
- Willems, D. A., Vandervoort, A. A. 1996. Balance as a contributing factor to gait speed in rehabilitation of the elderly. *Physiotherapy Canada*, 48: 179-185.
- Woollacot, M. H. 1993. Age-related changes in posture and movement. *The Journals of Gerontology*, 48 (Special Issue): 56-60.
- Wu, G. 1998. The relation between age-related changes in neuromuscular system and dynamic postural responses to balance disturbance. *Journals of Gerontology, Medical Sciences*, 53A: M320-M326

LIITETAULUKOT

Liitetaulukko 1

Correlations^a

		KSUHT
Kävelynopeuden suhteellinen muutos 5 v	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1,000 , 22
Silmät auki sivuttaishuojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,091 ,694 21
Silmät auki edestakaisen huojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,017 ,940 21
Silmät auki huojunnan keskimääräisen vauhtimomentin muutos 5 v, mm*mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,139 ,570 19
Silmät auki, huojunnan neliön sivun pituuden suhteellinen muutos 5 v, mm	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,178 ,452 20
Silmät kiinni sivuttaishuojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,006 ,980 20
Silmät kiinni edestakaisen huojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,053 ,825 20
Silmät kiinni huojunnan keskimääräisen vauhtimomentin muutos 5 v, mm*mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,071 ,765 20
Silmät kiinni, huojunnan neliön sivun pituuden suhteellinen muutos 5 v, mm	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,096 ,756 13

a. Sukupuoli = mies

Liitetaulukko 2

Correlations^a

		KSUHT
Kävelynopeuden suhteellinen muutos 5 v	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1,000 , 63
Silmät auki sivuttaishuojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,148 ,291 53
Silmät auki edestakaisen huojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,385** ,004 55
Silmät auki huojunnan keskimääräisen vauhtimomentin muutos 5 v, mm*mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,264 ,056 53
Silmät auki, huojunnan neliön sivun pituuden suhteellinen muutos 5 v, mm	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,166 ,245 51
Silmät kiinni sivuttaishuojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,166 ,227 55
Silmät kiinni edestakaisen huojunnan suhteellinen muutos 5 v, mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,195 ,149 56
Silmät kiinni huojunnan keskimääräisen vauhtimomentin muutos 5 v, mm*mm/s	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,221 ,101 56
Silmät kiinni, huojunnan neliön sivun pituuden suhteellinen muutos 5 v, mm	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,068 ,632 52

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. Sukupuoli = nainen

Liitetaulukko 3

80-vuotiaana mitatut huojuntanopeudet: 80- ja 85-vuotiaana tasapainomittauksiin osallistuneet ja ennen 85-vuoden ikää kuolleet miehet

	Osallistuminen tasap.mitt.	N	Mean
Maksimaalinen 10 m kävelynopeus 80-v, m/s	90 ja 95 kuollut	23 17	1,74 1,32
TESTI 1:			
sivusuuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	22 15	13,6 14,6
eteen-taakse –suuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	22 14	23,9 26,2
Huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti mm ² /s	90 ja 95 kuollut	22 15	53,23 52,40
Huojunnan neliön sivun pituus mm	90 ja 95 kuollut	21 15	27,6 26,2
Testi 2			
Sivusuuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	22 15	15,4 18,5
Eteen-taakse –suuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	23 15	30,4 36,9
Huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti mm ² /s	90 ja 95 kuollut	22 15	75,32 94,00
Huojunnan neliön sivun pituus mm/s	90 ja 95 kuollut	23 14	33,5 34,2

Liitetaulukko 4

10- ja 85-vuotiaina tasapainotestiin osallistuneiden ja ennen 85. vuoden ikää kuolleiden kävelynopeus ja tasapaino, miehet

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
kävelynopeus 80-v	Equal variances assumed	3,74	,061	2,252	38	,030	,4212	,1870	,043	,800
	Equal variances not assumed			2,179	30	,037	,4212	,1933	,026	,816
Sivusuuntainen huojunta, silmät auki jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,211	,649	-,698	35	,490	-1,03	1,473	-4,0	1,96
	Equal variances not assumed			-,695	30	,492	-1,03	1,479	-4,1	1,99
Eteen-taakse-suuntainen huojunta silmät auki jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,430	,516	-,997	34	,326	-2,31	2,314	-7,0	2,40
	Equal variances not assumed			-,965	25	,344	-2,31	2,392	-7,2	2,62
Huojuunnan keskimääräinen vauhtimomentti silmät auki jalat	Equal variances assumed	5,25	,028	,088	35	,930	,83	9,41	-18	19,9
	Equal variances not assumed			,082	22	,936	,83	10,15	-20	21,8
Huojuunnan neliön sivun pituus silmät auki jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,786	,381	,455	34	,652	1,349	2,963	-4,7	7,37
	Equal variances not assumed			,465	32	,645	1,349	2,899	-4,6	7,25
Sivusuuntainen huojunta, silmät kiinni jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,486	,490	-1,940	35	,061	-3,18	1,638	-6,5	,148
	Equal variances not assumed			-1,877	27	,072	-3,18	1,693	-6,7	,298
Eteen-taakse-suuntainen huojunta silmät auki jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,367	,549	-2,015	36	,051	-6,58	3,264	-13	,043
	Equal variances not assumed			-1,960	27	,060	-6,58	3,356	-13	,305
Huojuunnan keskimääräinen vauhtimomentti silmät kiinni jalat	Equal variances assumed	2,89	,098	-1,171	35	,250	-18,7	15,96	-51	13,7
	Equal variances not assumed			-1,129	26	,269	-18,7	16,55	-53	15,3
Huojuunnan neliön sivun pituus silmät kiinni jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,026	,874	-,167	35	,868	-,693	4,144	-9,1	7,72
	Equal variances not assumed			-,168	28	,868	-,693	4,132	-9,2	7,77

a. Sukupuoli = mies

Liitetaulukko 5

80-vuotiaana mitatut huojuntanopeudet: 80- ja 85-vuotiaina tasapainomittauksiin osallistuneet ja ennen 85-vuoden ikää kuolleet naiset

	Osallistuminen tasap.mitt.	N	Mean
Maksimaalinen 10 m kävelynopeus 80-v, m/s	90 ja 95 kuollut	58 36	1,3666 1,1277
TESTI 1:			
sivusuuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	56 37	10,780 12,135
eteen-taakse –suuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	57 38	19,707 21,882
Huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti mm ² /s	90 ja 95 kuollut	57 38	37,12 44,76
Huojunnan neliön sivun pituus mm	90 ja 95 kuollut	54 37	23,681 24,373
Testi 2			
Sivusuuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	58 36	13,205 15,608
Eteen-taakse –suuntainen huojunta mm/s	90 ja 95 kuollut	59 35	27,239 27,343
Huojunnan keskimääräinen vauhtimomentti mm ² /s	90 ja 95 kuollut	59 35	55,00 67,23
Huojunnan neliön sivun pituus mm/s	90 ja 95 kuollut	59 35	31,203 29,491

Liitetaulukko 6

10- ja 85-vuotiaina tasapainotestiin osallistuneiden ja ennen 85. vuoden ikää kuolleiden kävelynopeus ja tasapaino, naiset

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Kävelynopeus 80-v	Equal variances assumed	1,139	,289	3,547	92	,001	,2389	,067	,1051	,3726
	Equal variances not assumed			3,478	69,587	,001	,2389	,069	,1019	,3759
Sivusuuntainen huojunta, silmät auki jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,589	,445	-2,029	91	,045	-1,355	,668	-2,7	-,028
	Equal variances not assumed			-1,937	64,995	,057	-1,355	,699	-2,8	,042
Eteen-taakse-suuntainen huojunta, silmät auki jalat	Equal variances assumed	2,629	,108	-1,678	93	,097	-2,175	1,30	-4,7	,400
	Equal variances not assumed			-1,601	66,576	,114	-2,175	1,36	-4,9	,537
Huojuksen keskimääräinen vauhtimomentti, silmät auki jalat	Equal variances assumed	2,457	,120	-1,627	93	,107	-7,64	4,69	-17	1,68
	Equal variances not assumed			-1,524	61,654	,133	-7,64	5,01	-18	2,39
Huojuksen neliön sivun pituus, silmät auki jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,039	,844	-,457	89	,649	-,691	1,51	-3,7	2,315
	Equal variances not assumed			-,456	77,126	,649	-,691	1,52	-3,7	2,326
Sivusuuntainen huojunta, silmät kiinni jalat rinnakkain	Equal variances assumed	3,721	,057	-2,376	92	,020	-2,403	1,01	-4,4	-,394
	Equal variances not assumed			-2,224	59,308	,030	-2,403	1,08	-4,6	-,241
Eteen-taakse-suuntainen huojunta, silmät kiinni jalat	Equal variances assumed	,196	,659	-,055	92	,957	-,104	1,90	-3,9	3,676
	Equal variances not assumed			-,055	71,355	,957	-,104	1,90	-3,9	3,694
Huojuksen keskimääräinen vauhtimomentti, silmät kiinni jalat	Equal variances assumed	4,342	,040	-1,672	92	,098	-12,23	7,31	-27	2,30
	Equal variances not assumed			-1,492	49,976	,142	-12,23	8,20	-29	4,24
Huojuksen neliön sivun pituus, silmät kiinni jalat rinnakkain	Equal variances assumed	,418	,519	,708	92	,481	1,712	2,42	-3,1	6,517
	Equal variances not assumed			,696	67,752	,489	1,712	2,46	-3,2	6,624

a. Sukupuoli = nainen