POSTURAALINEN STABILITEETTI VAIKUTTAA POSTMENOPAUSAALISTEN NAISTEN MURTUMARISKIIN JA LUUN MENETYKSEEN

Elina Salonen

Opinnäytetyö

Lääketieteen koulutusohjelma

Itä-Suomen yliopisto

Lääketieteen laitos

Kliinisen lääketieteen yksikkö, kirurgia

Marraskuu 2012

Itä-Suomen yliopisto
Terveystieteiden tiedekunta
Lääketieteen koulutusohjelma
Elina Salonen: Posturaalinen stabiliteetti vaikuttaa postmenopausaalisten naisten murtumariskiin ja luun menetykseen (Postural body sway predicts fractures and bone loss in postmenopausal women – a 10 year follow up)
Opinnäytetyö, 19 sivua
Ohjaajat: professori Heikki Kröger, maisteri Toni Rikkonen
Marraskuu 2012

Pitkäaikaisia tutkimuksia murtumariskin ja posturaalisen stabiliteetin yhteyksistä on vähän. Murtumille altistavia tekijöitä ovat mm. matala luuntiheys (Bone mineral density, BMD), korkea ikä, kaatuminen viimeisten 12 kuukauden aikana ja aikaisempi murtuma. Noin neljännes kaatumisista aiheuttaa iäkkäille vakavan trauman ja heikentää näin elämänlaatua.

Tämä tutkimus perustuu OSTPRE-seurantatutkimuksessa vuonna 1994 tehdyn posturaalisen huojuntatestin (N=1568) ja postmenopausaalisen kohortin seurannassa rekisteröityjen murtumien väliseen yhteyteen vuosina 1994□2004. Keski-ikä tutkimuksen alussa oli 57,2 (vaihteluväli 52,4 □62,6) vuotta. Tiedot murtumista kerättiin kyselylomakkeen avulla ja ilmoitetut murtumat (N=251) validoitiin sairaaloiden asiakirjoista. Naiset, jotka palauttivat kyselyomakkeen täytettynä ja joiden luuntiheys- ja murtumatiedot oli saatavilla, valittiin tämän tutkimuksen lopulliseen populaatioon (N=1568).

Tutkittavien BMD mitattiin DXA-laitteella (Dual X-ray abrorbtiometry) reisiluun kaulasta (Lunar, GE Medical Healthcare, Wisconsin, USA). Posturaalinen stabiliteetti mitattiin huojumislaudalla (Pikosystems, Tampere, Finland). Tutkimuspopulaatio jaettiin mediolateraalisen huojuntatuloksen mukaan neljään ryhmään.

Posturaalinen stabiliteetti näytti olevan yhteydessä tutkittavien BMI:n kanssa, joiden keskiarvot poikkesivat merkittävästi verrattuna parhaimman stabiliteetin ryhmää huonoimman stabiliteetin ryhmään (27,6, 27,9, 28,2 ja 29,3, $p<.0001$ ANOVA). Huojuntatulokseen näytti vaikuttavan myös jalkojen ojennusvoima, jonka arvot olivat 32,8, 32,5, 30,8 ja 29,7 kg parhaimman stabiliteetin

ryhmästä huonoimman stabiliteetin ryhmään ($p<.001$ ANOVA). Seuranta-aikana ilmoitettiin 251 murtumaa, joista 87 oli ranne-, 51 nilkka-, 12 olkapää-, 3 proksimaalisen reisiluun- ja 98 muuta murtumaa. Distaalinen radiusmurtuma oli yleisin ja myös ainut murtuma, joka saavutti tilastollisen merkitsevyyden. Kapplan-Meierin adjustoimattomassa mallissa yleinen murtumariski oli merkittävästi suurempi verrattaessa alhaisimman stabiliteetin ryhmää korkeimman stabiliteetin ryhmään (HR=2.157, $p<.001$). Monimuuttujamallissa ryhmien murtumariskit olivat parhaimpaan ryhmään verrattuna 1,468-, 1,54- ja 2,3-kertaiset parhaimman huojuntatuloksen ryhmästä huonoimpaan. Coxin mallissa merkitsevyys säilyi, vaikka monimuuttujamallia adjustoitiin iällä, BMI:llä, menopaussistatuksella, reisiluun kaulan BMD:llä, aikaisemmalla estrogeenin käytöllä, tupakoinnilla ja jalkojen ojennusvoimalla.

Huojunta oli yhteydessä myös seurannan aikana tapahtuneeseen luun tiheyden menetykseen arvoilla -2,9, -4,0, -4,1 ja -5,1 prosenttia parhaimman stabiliteetin ryhmästä huonoimpaan (ANOVA $p<.01$).

Posturaalinen tasapaino ennustaa murtumariskiä ja suhteellista luuntiheyden menetystä postmenopausaalisilla naisilla. Mediolateraali huojunta tuntuisi olevan herkin huojuntasuunta murtumariskiä arvioitaessa ja on yhteydessä alaraajojen lihasvoimaan. Valitsemalla oikean kohderyhmän ja tekemällä sille posturaalisen tasapainotestin, voitaisiin osteoporoosin diagnostiikka, preventio ja hoito mahdollisesti paremmin kohdentaa suuremman murtumariskin ryhmille.

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO 5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT 7
2.1 OSTPRE-projekti 7
2.2 Kyselylomake 7
2.3 Posturaalinen stabiliteetti ja lihasvoima 8
2.4 Tilastolliset menetelmät 8
3. TULOKSET 9
3.1 Tutkimuspopulaatio 9
3.2 Posturaalinen stabiliteetti ja murtumariski 9
3.3 Luun tiheyden menetys 10
4. POHDINTA 11
5. JOHTOPÄÄTÖS 13
6. TAULUKOT 14
7. KUVAAJAT 16
8. LÄHTEET 17

1. JOHDANTO

Luun lujuuteen vaikuttaa luuaineksen määrä, mikrorakenne sekä luun aineenvaihdunta (1). Osteoporoosi on luuston sairaus, jossa luun lujuuden heikentyminen altistaa murtumalle. Luun tiheys voidaan mitata käyttämällä DXA–laitteistoa, joka mittaa lannenikamien tai reisiluun kaulan kokonaismineraalitiheyden (g/cm²) röntgensäteiden absorboitumisen avulla. (2) Luun määrä kasvaa 20□30 ikävuoteen asti ja säilyy lähes muuttumattomana 40 ikävuoteen saakka, minkä jälkeen luun määrä pienenee. Naisilla luun tiheyden lasku kiihtyy menopaussissa, kun estrogeenin luuta suojaava vaikutus vähenee (1). Luun tiheyttä tarkasteltaessa sitä verrataan 20□40-vuotiaiden naisten keskimääräiseen luun tiheyteen. Mittaustulosten tulkinnassa käytetään keskihajontayksiköitä (SD eli ns. T-luku). WHO:n määritelmän mukaan kyseessä on osteoporoosi, kun luun tiheys on pienentynyt 2,5 SD (T-luku ≤ -2,5) tai enemmän 20□40-vuotiaiden naisten keskiarvosta. Osteopeniassa T-luku ≤ -1 eli luun tiheys on 1SD alle kyseisen keskiarvon, mutta suurempi kuin -2,5 SD (2). Osteoporoosissa luun lujuus on merkittävästi heikentynyt ja alttius luumurtumalle kasvaa (1).

Riittävä kalsiumin saanti kasvuiässä lisää luumassaa ja hidastaa sen vähenemistä ennen ja jälkeen menopaussin (2). D-vitamiini pitää veren kalsiumin ja fosfaatin tason riittävänä edesauttamalla niiden imeytymistä ruuansulatuskanavasta (1). Suurin osa D-vitamiinista saadaan auringon UV-säteilyn avulla. Esimerkiksi Suomessa tämä on kuitenkin vähäistä talviaikaan ja D-vitamiinin saanti voi jäädä vähäiseksi. Kalsiumin ja D-vitamiinin yhteiskäyttö saattaa ehkäistä murtumien syntymistä (3). D-vitamiini vaikuttaa positiivisesti myös lihasvoimaan (4) sekä posturaaliseen ja dynaamiseen huojuntaan (5).

Estrogeenin puutoksesta johtuvaa luun tiheyden laskua voidaan estää estrogeenikorvaushoidolla vaihdevuodet jo ohittaneilla naisilla. Näin vähennetään samalla myös nikama- ja lonkkamurtumariskiä (1). Hormonikorvaushoidon vaikutus lihasvoimaan ja posturaaliseen stabiliteettiin on vielä epäselvä (6).

Tupakointi vähentää luumassaa jo kasvuiässä ja lisää lonkkamurtumavaaraa jopa 50 %. Se myös vähentää oraalisen estrogeenihoidon tehoa ja voi heikentää kalsiumin vaikutusta (2). Mekanismia, jolla tupakointi edesauttaa osteoporoosin syntymistä, ei ole selvitetty (7).

Osteoporoottinen murtuma tarkoittaa luumurtumaa pienienergisen vamman seurauksena. Murtumille altistavia tekijöitä ovat mm. matala BMD, korkea ikä, kaatuminen viimeisten 12 kuukauden aikana ja aikaisempi murtuma (8). Alhainen lihasvoima vähentää posturaalisen stabiliteetin määrää ja kasvattaa siten kaatumis- ja murtumisriskiä (9). Ensimurtumina yleisimpiä

ovat radius- ja nikamamurtumat. Lonkkamurtumat taas ovat harvinaisia ensimurtumia (10). Niistä 90 % aiheutuu kaatumisen seurauksena. Noin neljännes kaatumisista aiheuttaa iäkkäille vakavan trauman ja heikentää näin elämänlaatua (11). Kaatumisen mahdollisuutta lisäävät mm. suurentunut posturaalinen ja dynaaminen huojunta ja alaraajojen heikentynyt lihasvoima (12). Liikunnalla saattaa olla osuus kaatumisten ja niistä johtuvien murtumien synnyn ehkäisyssä, koska fyysisesti aktiivisilla henkilöillä on yleensä parempi tasapaino ja voimakkaammat alaraajat. (13) Fyysisesti aktiiviset tosin saavat todennäköisemmin tyypillisiä kaatumavammoja, kuten distaalisen radiuksen murtumia (14).

Luuston haurastuminen on osallisena Suomessa vuosittain 30 000 □ 40 000:ssa murtumassa. Osteoporoottisen murtuman saaneilla on 2□4- kertainen riski saada uusi murtuma muuhun väestöön verrattuna (2).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, miten posturaalinen huojuntatesti ennustaa kymmenen vuoden murtumariskiä ja luun menetystä suomalaisilla peri- ja postmenopausaalisilla naisilla.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 OSTPRE-projekti

Kuopion Osteoporoosin Vaaratekijät ja Ehkäisy (OSTPRE) –projekti käynnistyi vuonna 1989. Tutkimuksen tarkoituksena on saada lisätietoa elintapojen, gynekologisten tekijöiden, sairauksien ja lääkkeiden merkityksestä sekä premenopausaalisessa luun tiheydessä ja murtumissa että peri- ja postmenopausaalisessa luun menetyksessä ja murtumissa. OSTPRE on vaihdevuosi-ikäisiin naisiin kohdistettu prospektiivinen kolmitasoinen seurantatutkimus, joka aloitettiin lähettämällä kaikille entisen Kuopion läänin 47□56-vuotiaille naisille kyselylomake. Seurantakysely toistettiin joka viiden vuoden välein. Osalle tutkittavista (N=3222) suoritettiin myös luun tiheysmittaukset DXA:lla reisiluun kaulasta heti tutkimuksen alussa sekä 5-, 10-, 15- ja 20-vuotisseurantamittaukset. 5-vuotiskyselyn aikaan vuonna 1994 suoritettiin kliinisiä tutkimuksia, joissa testattiin mm. huojumista (N=1568), luun tiheyttä (N=1564) sekä jalkojen ojennusvoimaa (N=1528). Naiset, jotka palauttivat kyselyomakkeen täytettynä ja joiden luuntiheys- ja murtumatiedot oli saatavilla, valittiin tämän tutkimuksen lopulliseen populaatioon. Tutkimuksen 20-vuotisseurannan analysointi on menossa (15).

2.2 Kyselylomake

Kyselylomake lähetettiin vuonna 1989 14 220:lle naiselle, joista 13 100 (92,8 %) vastasi. Samanlainen kyselylomake lähetettiin 5-, 10- ja 15-vuotisseurannoissa naisille, jotka olivat vastanneet kyselyyn tutkimuksen alussa ja olivat elossa.

Kyselylomakkeessa kysyttiin menopaussistatusta (kyllä/ei), joka kategorisoitiin WHO:n kriteereiden mukaan (puoli vuotta amenorreaa). Myös kyselyä edeltävä tupakointi, savukkeiden määrä päivässä sekä edeltävien kuuden vuoden estrogeenin käyttöä kuukausissa selvitettiin. Tiedot murtumista kysyttiin lomakkeen avulla ja ilmoitetut murtumat (N=251) validoitiin sairaalan asiakirjoista.

2.3 Posturaalinen stabiliteetti ja lihasvoima

Porturaalista stabiliteettia mitattiin huojumislaudalla (Pikosystems, Tampere, Finland). Tutkimuspopulaatio jaettiin mediolateraalisen (ML) huojuntatuloksen mukaan kvartiileihin. Isometrinen polven maksimaalinen ojennusvoima mitattiin istuma-asennossa jalan ollessa 60 asteen fleksiossa (Metitur, Tampere, Finland). Testiin osallistuneita henkilöitä rohkaistiin verbaalisesti pyrkimään maksimaaliseen suoritukseen.

2.4 Tilastolliset menetelmät

Varianssianalyysia (ANOVA), post hoc - ja Tukey'n tilastollisen eron testejä käytettiin identifioimaan eroja huojuntaryhmien välillä. Murtumaluokkien (ranne, nilkka, olkapää, proksimaalinen reisiluu, muut murtumat ja kaikki murtumat) ja huojuntaryhmien tulosten välisiä eroja tutkittiin myös käyttämällä edellä mainittuja testejä. Kaplan-Meier (KM) -riskianalyysiä käytettiin laskemaan absoluuttinen murtumariski huojuntaryhmien välillä. Coxin suhteellisen riskin mallia sekä monimuuttujamallia käytettiin vertailemaan murtumariskiä eri murtumatyyppien kesken huojuntaryhmittäin. Kaikissa testeissä oli merkitsevyystasona $p<.05$. Tilastolliset analyysit suoritettiin käyttäen SPSS 14.0 -ohjelmistoa (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

3. TULOKSET

3.1 Tutkimuspopulaatio

Tutkimuspopulaatiosta 80,5 % ilmoitti olevansa menopaussissa tutkimuksen alussa. Posturaalinen stabiliteetti näytti olevan yhteydessä tutkittavien BMI:n kanssa, joiden keskiarvot poikkesivat merkittävästi parhaimman stabiliteetin ryhmästä huonoimpaan (27,6, 27,9, 28,2 ja 29,3, $p<.0001$ ANOVA). Huojuntatulokseen näytti vaikuttavan myös jalkojen maksimaalinen ojennusvoima, jonka arvot olivat 32,8, 32,5, 30,8 ja 29,7 kg parhaimman stabiliteetin ryhmästä huonoimpaan ($p<.001$ ANOVA). Tutkimuskohortista 13,1 % käytti estrogeenivalmistetta ja 10,7 % tupakoi. Tutkimuspopulaation yksityiskohtainen kuvaus löytyen taulukossa 1.

3.2 Posturaalinen stabiliteetti ja murtumariski

Seuranta-aikana (keskimäärin 7,2 vuotta seurannan aloituksesta murtumaan) raportoitiin yhteensä 251 murtumaa, joista 87 oli ranne-, 51 nilkka-, 12 olkapää-, 3 proksimaalisen reisiluun- ja 98 muuta murtumaa. Distaalinen radiusmurtuma oli kaikkein yleisin ja myös ainut murtumatyyppi, joka saavutti tilastollisen merkitsevyyden kaikkien murtumien ohella.

Kapplan-Meierin adjustoimattomassa mallissa posturaalinen stabiliteetti oli tilastollisesti merkittävä riskitekijä verrattaessa parhaimman huojuntatuloksen saanutta ryhmää huonoimpaan (HR=2.157, $p<.001$). Monimuuttujamallissa ryhmien murtumariskit olivat parhaimpaan ryhmään verrattuna 1,47-, 1,54- ja 2,3-kertaiset parhaimman huojuntatuloksen ryhmästä huonoimpaan. Coxin monimuuttujamallissa merkitsevyys säilyi, vaikka riskiä adjustoitiin iällä (HR=0.999, $p>.05$), BMI:llä (HR=1.012, $p>.05$), premenopaussistatuksella (HR=0.767, $p>.05$), reisiluun kaulan BMD:llä (HR=0.091, $p<.001$), tutkimusta edeltäneellä estrogeenin käytöllä (HR=0.780 $p>.05$), tupakoinnilla (kyllä/ei) (HR=1.539, $p>.05$) ja jalkojen ojennusvoimalla (HR=1.001, $p>.05$). Monimuuttujamallissa posturaalisella stabiliteetilla oli jopa suurempi vaikutus murtumariskiin kuin Kapplan-Meierin adjustoimattomassa mallissa, koska Coxin mallissa ryhmien I (paras kvartiili) ja III välinen vertailu oli tilastollisesti merkitsevä (HR=1.540, $p<.05$) ja vertailu ryhmien I ja IV välillä saavutti vieläkin suuremman tilastollisen merkitsevyyden (HR=2.30, $p<.001$).

3.3 Luun tiheyden menetys

Heikko tulos huojuntatestissä oli yhteydessä myös suhteelliseen luun menetykseen. Huojuntaryhmät menettivät reisiluun kaulan tiheydestä seuranta-aikana -2,9, -4,0, -4,1 ja -5,1 prosenttia parhaimman stabiliteetin ryhmästä huonoimpaan (ANOVA $p<.01$).

4. POHDINTA

Pitkäaikaisia tutkimuksia perimenopausaalisen murtumariskin ja posturaalisen stabiliteetin yhteyksistä on vähän. Huojuntaa on tutkittu mm. vanhuksilla (N=19) (16), ylipainoisilla 18□53-vuotiailla naisilla (17), 20□70-vuotiailla naisilla ja miehillä (18) sekä terveillä nuorilla, keski-ikäisillä ja vanhoilla henkilöillä (19). Osassa tutkimuksista oltiin kiinnostuneita ainoastaan posturaalisesta stabiliteetista (16,17,18) ja osa otti huomioon myös dynaamisen huojunnan (19,20). Jotkin randomisoidut kontrolloidut tutkimukset ehdottavat, että tasapainoharjoittelu saattaisi vähentää kaatumisriskiä osteoporoottisilla vanhemmilla naisilla (19,20). Tutkimuksissa posturaalista stabiliteettia havainnoitiin tasapainolaudan avulla (16,17,18). Vaikka tutkimuksista kolmessa oli mukana vanhoja henkilöitä, kattavaa seurantatutkimusta, joka keskittyisi ainoastaan postmenopausaalisiin naisiin, ei kirjallisuudesta löydy. Seurantatutkimuksien populaatio on myös suppea ja yhtään pitkäkestoista murtumariskitutkimusta ei löytynyt, mikä olisi vahvistanut posturaalisen huojunnan yhdeksi murtumien riskitekijäksi laajassa postmenopausaalisessa aineistossa.

Tämän tutkimuksen vahvuuksia oli suuri tutkittava aineisto sekä pitkä kymmenen vuoden seuranta-aika. Myös murtumien määrä oli kohtalainen ja kaikki tapaukset validoitiin sairaalan asiakirjoista. Analyyseissä käytettiin itse ilmoitettua hormonihoidon käyttöaikaa, mikä on saattanut heikentää käytön todellista vaikutusta. Itse ilmoitetun hormonin käytön on kuitenkin havaittu olevan luotettava suhteessa todelliseen hormonin käyttöön, joten niiden välille ei pitäisi syntyä tilastollista harhaa (21).

Lopullisissa analyyseissä käytettiin mediolateraalista (ML) stabiliteettia. Tulokset analysoitiin myös käyttäen anteroposteriorista (AP) stabiliteettia sekä mediolateraalisen ja anteroposteriorisen resultanttia. Mediolateraalisen stabiliteetin havaittiin kuitenkin olevan sensitiivisempi analyyseissä ja ennustavan murtumia tarkemmin. Myös muissa posturaalista stabiliteettia tutkineissa tutkimuksissa on havaittu mediolateraalisen huojunnan olevan sensitiivisempi kuin anteroposteriorisen suunnan (16,17).

Tässä tutkimuksessa jalkojen ojennusvoima ei ollut merkitsevä tekijä ennustettaessa murtumariskiä kokonaisuudessaan, vaikka huonoimman huojuntatuloksen saaneen ryhmän jalkojen ojennusvoima olikin merkittävästi heikompi kuin parhaimman ryhmän. Toisessa tutkimuksessa on kuitenkin havaittu, että jalkojen ojennusvoima voisi olla posturaalisen ja dynaamisen huojunnan tärkeä ennustaja (22). On myös näyttöä siitä, että posturaalista ja dynaamista tasapainoa voidaan parantaa harjoittelemalla. Tätä on tutkittu 20 viikon ajan postmenopausaalisilla naisilla (ikä 65□75 vuotta), joilla on diagnosoitu osteoporoosi. Naiset osallistuivat kahdesti viikossa liikuntatunnille ja

kehittyivät posturaalisessa huojunnassa (keskimääräinen muutos 4,8 %), dynaamisessa huojunnassa (keskimääräinen muutos 3,3 %) ja polven ojennusvoimassa (keskimääräinen muutos (7,8 %). Muutos ei kuitenkaan saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä (23).

Alhaisen BMD:n ja heikon posturaalisen stabiliteetin on havaittu olevan merkittäviä riskitekijöitä kaatumisia seuraaville murtumille (24). Posturaalista huojuntaa mittaavan testin on havaittu diskriminoivan henkilöitä, joilla on kohonnut kaatumis- ja murtumariski (25). Sivuttaissuuntaisen kaatumisen aiheuttamia murtumia on esitetty voitavan estää käyttämällä lonkkasuojaimia (26), mutta komplianssi lonkkasuojien käytössä on osoittautunut vaatimattomaksi.

Tässä tutkimusaineistossa elämäntapamuuttujat, kuten tupakointi ja estrogeenin käyttö, eivät nousseet merkittäviksi, vaikka tupakoinnilla onkin trendi murtumien riski- ja estrogeenilla suojatekijäksi. Tutkimuksia estrogeenin vaikutuksesta posturaaliseen stabiliteettiin on tehty. Merkitsevyyttä ei ole havaittu postmenopausaalisilla naisilla (N=38), joilla tutkittiin 17 beta-estradiolin (50 mg/vrk) vaikutusta dynaamiseen huojuntaan suhteessa plaseboon (27). Sama tutkimus tehtiin vasomotorisia oireita omaavilla naisilla, joilla huojunta väheni neljän viikon seurannan jälkeen merkittävästi ($p<.01$) (28). Estrogeenin pitkäaikaisen käytön on havaittu vaikuttavan positiivisesti posturaaliseen tasapainoon. Tätä on tutkittu 17 beta-estradiolin (20mg) käyttäjillä (N=16) ja verrokeilla (N=16), joiden keski-ikä oli 67,9 ja 68,3 vuotta. Posturaalinen stabiliteetti mitattiin huojuntalaudalla. Pitkäaikainen (keskimäärin 17,3 vuotta) 17 beta-estradiolin käyttö vähensi staattista huojuntaa merkittävästi verrattuna verrokkeihin ($p<.01$). Verrokkeina käytettiin myös fertiili-ikäisiä naisia (keski-ikä 25,3 vuotta). Pitkäaikaista estrogeenihoitoa käyttävien naisten huojuntatulos oli samalla tasolla fertiili-ikäisten verrokkien kanssa. (29).

Tässä tutkimuksessa parempi alaraajojen lihasvoima sekä stabiilimpi huojuntatestitulos näyttäisivät hidastavan luun menetystä. On myös muita tutkimuksia lihasvoiman ja luun menetyksen välisistä yhteyksistä. Eräät tutkimukset mittasivat käden puristusvoimaa ja sen kehittymistä ja havaitsivat sillä olevan vaikutusta luun menetykseen (30, 31). Toisessa tutkimuksessa ehdotetaan, että laihduttamiseen pitäisi liittää lihasvoiman kohentaminen, koska tällä tavalla laihduttamisen aiheuttama luun tiheyden menetys voitaisiin välttää (32). Hormonikorvaushoidon yhdistämisellä lihasvoiman kohentamiseen näyttäisi olevan mahdollista saavuttaa jopa positiivinen BMD-muutos. Tätä on tutkittu peri- ja postmenopausaalisilla naisilla (N=622), joista 310 käytti hormonikorvaushoitoa. Tutkittavat jaettiin ryhmiin sen mukaan, väheneikö heidän lihasvoimansa, pysyikö se samana vai kohentuiko se. Lihasvoimaansa kohentaneella ryhmällä luun tiheyden menetys oli merkittävästi pienempää kymmenen vuoden seurannassa kuin muilla ryhmillä ($p<.01$). Kun lihasvoiman parantamiseen yhdistettiin hormonikorvaushoito, saatiin BMD-muutoksesta positiivinen (+0,11 %/vuosi) (33).

5. JOHTOPÄÄTÖS

Posturaalinen stabiliteetti ennustaa murtumariskiä ja luuntiheyden muutosta reisiluun kaulassa ja voisi siten toimia apuvälineenä niitä arvioitaessa. Mediolateraalinen huojunta vaikuttaisi olevan sensitiivisin muuttuja tasapainoa ja murtumariskiä arvioitaessa. Valitsemalla oikean kohderyhmän ja tekemällä sille posturaalisen tasapainotestin, voitaisiin osteoporoosin diagnostiikka, preventio ja hoito mahdollisesti paremmin kohdentaa riskiryhmille.

Posturaalinen stabiliteetti on itsenäinen, luuntiheydestä riippumaton tekijä arvioitaessa murtumariskiä ja luun menetystä postmenopausaalisilla naisilla.

6. TAULUKOT

Taulukko 6.1 Tutkimuspopulaatio (N= 1568) huojuntaryhmissä (I= vähiten huojuva ryhmä)

	Keskiarvo (SD)	I	II	III	VI
Ikä vuosissa	59.5(2.9)	59.2	59.6	59.3	59.8*
Pituus, cm	160.0(5.5)	159.7	159.6	160.3	160.3
Paino, kg	72.2(12.8)	70.4	71.1	72.4	75.2****
Body mass index, kg/m²	28.2(4.9)	27.6	27.9	28.2	29.3****
Menopaussissa,%	80.5	79.2	83.9	84.6	87.9*
Reisiluun kaulan BMD (g/cm²)	0.90(0.126)	0.898	0.894	0.902	0.907
Posturaalinen stab., mm	23.8(12.3)	14.2	19.5	24.3	38.2
Estrogeenin käyttö, kk	60.3(11.42)	60.5	61.2	60.7	58.9
Tupakoivia, %	10.7	9.8	11.8	11.8	9.5
Jalkojen ojennusvoima, kg	31.5 (11.6)	32.8	32.5	30.8	29.7***

ANOVA (post hoc) vertailu vähiten huojuvaan ryhmään (I) *p<.05; **p<.01; ****p<.0001

Taulukko 6.2 Seuranta-aikana 1994□2004 tutkimuspopulaatiolle (N=1568) sattuneet murtumat huojuntaryhmissä (I-IV)

Tyyppi	Murtumat (%)	I	II	III	IV
Ranne	87(34.6)	18	22	15	32
Nilkka	51(20.3)	14	9	13	15
Olkapää	12(4.8)	2	2	5	3
Reisiluun kaula	3(1.2)	1	0	2	0
Muut	98(39.0)	12	22	29	35
Kaikki	251 (100)	47	55	64	85

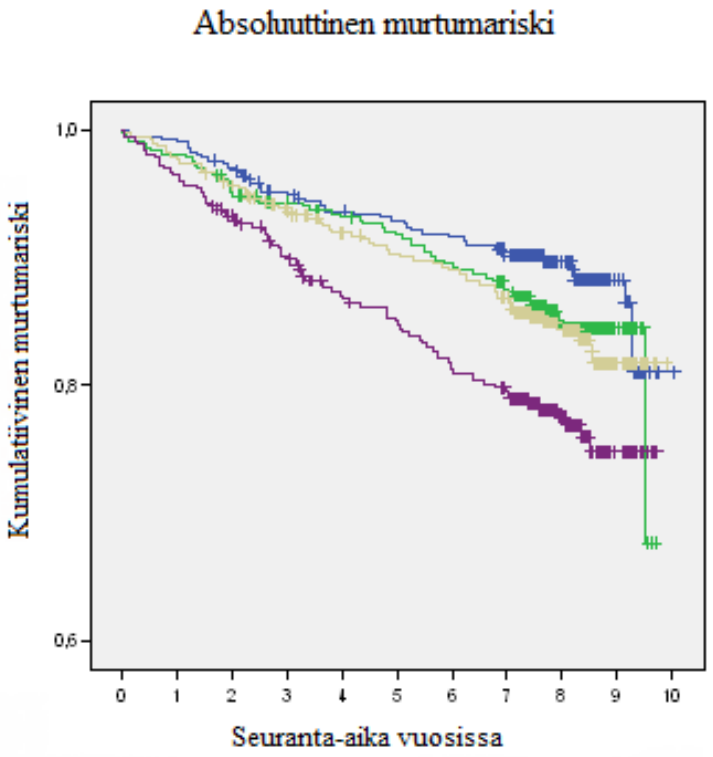
Murtumien määrä ryhmien välillä

Taulukko 6.3 Coxin adjustoimaton ja monimuuttujamalli

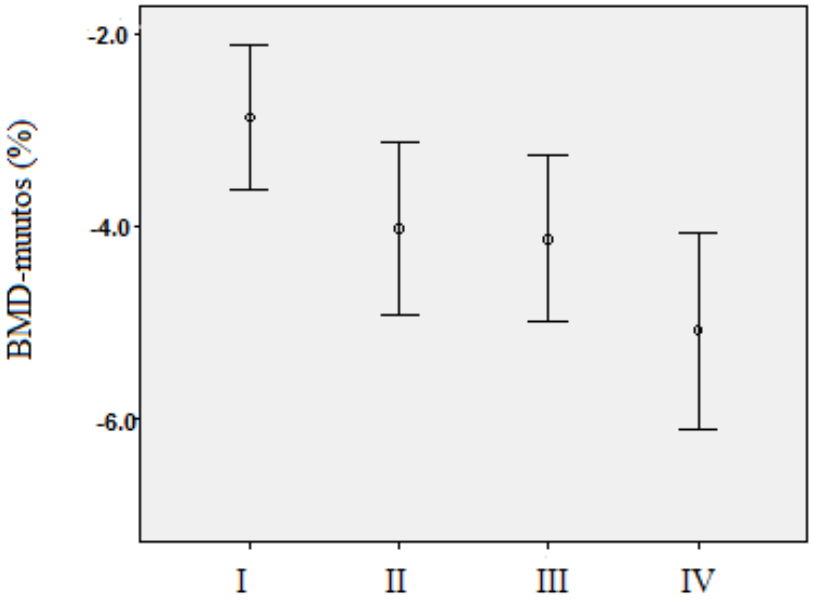
Muuttuja	HR	95%CI (min-max)	*p*-arvo
Adjustoimaton malli			
Posturaalinen stabiliteetti (QI)	1.0		
Body sway (Q II)	1.305	0.879-1.937	.187
Body sway (QIII)	1.408	0.959-2.068	.081
Body sway (QIV)	2.157	1.502-3.097	.000**
Monimuuttujamalli			
Body sway (QI)	1.0		
Body sway (QII)	1.468	0.960-2.245	.076
Body sway (QIII)	1.540	1.011-2.346	.045*
Body sway (QIV)	2.300	1.533-3.451	.000**
BMI	1.012	0.979-1.046	.471
Premenopaussissa (kyllä/ei)	0.767	0.489-1.204	.248
Ikä baselinessa (vuosissa)	0.999	0.950-1.051	.976
Reisiluun kaulan BMD (g/cm²)	0.091	0.024-0.348	.000**
Estoreenin käyttö (kyllä/ei)	0.780	0.534-1.140	.199
Tupakointi (kyllä/ei)	1.539	0.935-2.532	.090
Jalkojen ojennusvoima (kg)	1.001	0.988-1.013	.935

*p<.05; **p<.001

7. KUVAAJAT



Kuvaaja 7.1 Huojuntaryhmien absoluuttinen murtumariski kymmenen vuoden seurannassa (I=sininen, II=vihreä, III=keltainen, IV=violetti)



Kuvaaja 7.2 Luun tiheyden suhteellinen muutos (%) kymmenen vuoden seuranta-aikana

8. LÄHTEET

1. Käypä hoito -suositus (Duodecim): Osteoporoosi, 11.10.2006 päivitys

2. Endokrinologia / toimittajat Matti Välimäki, Timo Sane, Leo Dunkel ; [kirjoittajat Leo Dunkel … et al.] Helsinki : Duodecim, 2000

3. Salovaara K, Tuppurainen M, Kärkkäinen M, Rikkonen T, Sandini L, Sirola J, Honkanen R, Alhava E, Kröger H: Effect on vitamin D3 and calcium on fracture risk in 65- to 71-year old women- a population- based 3-year randomized controlled trial: OSTPRE-FPS study

4. Moreira-Pfrimer LD, Pedrosa MA, Teixeira L, Lazaretti-Castro M 2009: Treatment of vitamin D deficiency increases lower limb strength in institutiomalized older people ondependently of regular physical activity: a randomized double-blinded controlled trial. Ann Nutr Metab 54:291-300

5. Bischoff-Ferrari Ha, Canzelmann M, Stahelin HB, Dick W, Carpenter MG, Adkin AL, Theiler R, Pfeifer M, Allum JH 2006: Is fall prevention by vitamin D mediated by a change in postural or dynamic balance? Osteoporosis Int 17:656-663

6. Brooke-Wavell K, Prelevic GM, Bakridan C, Ginsburg J 2001: Effects of physical activity and menopausal hormone replacement therapy on postural stability in postmenopausal women – a cross sectional study. Maturitas 37:167-172

7. Giampietro PF, McCarty C, Mukesh B, McKiernan F, Wilson D, Shuldiner A, Liu J, LeVasseur J, Ivacic L, Kitchner T, Ghebranious N 2010: The role of cigarette smoking and statins in the development of postmenopausal osteoporosis: a pilot study utilizing the Marshfield Clinic Personalized Medicine Cohort. Osteoporosis Int 21:467-477

8. Nguyen N, Eisman J, Center J, Nguyen T 2007: Risk factors for fracture in nonosteoporotic men and women. The journal of clinical endocrinology & metabolism 92:955-962

9. Kasukawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, Ishikawa Y, Noguchi H, Kamo K, Sasaki Y, Murata K, Shimada Y 2010: Relationship between falls, spinal curvature, spinal mobility and back extensor strength in elderly people. J Bone Miner Metab 28:82-87

10. Sontag A, Krege J 2009: First fracture among postmenopausal women with osteoporosis. J Bone Miner Metab

11. Tinetti ME, Doucette J, Claus E, Marottoli R. Risk factors for serious injury during falls by older
persons in the community. J am Geriatr Soc (1995) Nov; 43(11):1214-21

12. Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Kannus P 2005: Factors predicting dynamic balance and quality of life in home-dwelling elderly women. Gerontology 51:116-121

13. Brooke-Wavell K, Athersmith LE, Jones PRM, Masud T 1998: Brisk walking and postural stability: a cross-sectional study in postmenopausal women. Gerontology 44:288-292

14. Rikkonen T, Salovaara K, Sirola J, Kärkkäinen M, Tuppurainen M, Jurvelin J, Honkanen R, Alhava E, Kröger H: Physical activity slows femoral bone loss but promotes wrist fractures in postmenopausal women: a 15-year follow-up of the OSTPRE study. J Bone Miner Res. 2010 Nov;25(11):2332-40

15. Honkanen R, Tuppurainen M, Alhava E, Saarikoski S. Kuopio osteoporosis risk factor and prevention study, Kuopion yliopiston julkaisuja, Kuopio 1991
. Nagy E, Feher-Kiss A, Barnai M, Domján-Peszner A, Angyan L, Horvath G: Postural control on elderly subjects participating in balance training. Eur J Appl Physiol (2007) 100:97-104

16. Blaszczyk J W, Cieslinska-Swider J, Plewa M, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A: Effects of excessive body weight on postural control. Journal of Biomechanics (2009) 1295-1300

17. Rogind H, Lykkegaard J J, Bliddal H, Danneskiold-Samsoe B: Postural sway in normal subjects aged 20-70 years. Clin Physiol & Func Im (2003) 23, pp 171-176

18. Mei-Yun L, Chia-Ling C, Yu-Cheng P, Chau-Peng L, Yiu-Chung L: Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged and elderly healthy people. Chanh Gung Med J (2009) Vol.32 No3 297-303

19. Madureira M M, Takayama L, Gallinaro A L, Caparbo V F, Costa R A, Pereira R M R: Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. Osteoporosis Int (2007) 18:419-425

20. Carter N D, Khan K M, Petit M A, Heinonen A, Waterman C, Donaldsol M G, Janssen P A, Mallison A, Riddell L, Kruse K, Prioi J C, Flicker L, McKay H A: Results of a 10 week community based strength and balane training programme to reduce fall risk factors: a randomised controlled trial in 65-75 year old women with osteoporosis. Br Sport Med (2001) 35:348-351

21. Sandini L, Pentti K, Tuppurainen M, Kröger H, Honkanen R: Agreement of self-reported estrogen use with prescription data: an analysis of women from Kuopio Osteoporosis Risk Factor and Prevention Study. Menopause (2008) Mar-Apr;15(2):282-9

22. Carter N D, Khan K M, Mallison A, Janssen P A, Heinonen A, Petit M A, McKay H A: Knee extenson strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis. Gerontology (2002) Nov-Dec;48(6):360-8

23. Carter D, Khan KM, McKay HA, Petit MA, Waterman C, Heinonen A, Janssen PA, Donaldson MG, Mallison A, Riddell L, Kruse K, Prior JC, Flicker L: Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65- to 75-year-old women with osteoporosis: randomized controlled trial. CMAJ. 2002 Oct 29;167(9):997-1004

24. Winters KM, Snow CM: Bode composition predicts bone mineral density and balance in premenopausal women, J Womens Health Based Med. 200 Oct;9(8):865-72

25. Lord SR, Sambrook PN, Gilbert C, Kelly PJ, Nguyen T, Webster IW, Eisman JA: Postural stability, falls and fractures in the elderly: results from the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Stude. Med J Aust. 1995 Jun 6;160(11)684-5, 688-91

26. Sinaki M: Fall, fractures and hip pads. Curr Osteoporos Rep. 2004 Dec;2(4):131-7

27. Ekblad S, Lönnberg B, Berg G, Odkvist L, Ledin T, Hammar M: Estrogen effects on postural balance in postmenopausal women without vasomotor symptoms: a randomized masked trial. Obstet Gynecol. 2000 Feb;95(2):278-83

28. Hammar ML, Lindgren R, Berg GE, Möller CG, Niklasson MK: Effects of hormonal replacement therapy on the postural balance among postmenopausal women. Obstet Gynecol. 1996 Dec;88(6):955-60

29. Naessen T, Lindmark B, Larsen HC: Better postural balance in elderly women receiving estrogens. Am J Obstet Gynecol. 1997 Aug;177(2):412-6

30. Sirola J, Rikkonen T, Tuppurainen M, Jurvelin JS, Kröger H: Association of grip strength change with menopausal bone loss and related fractures: a population-based follow-up study. Calcif Tissue Int. 2006 Apr;78(4):218-26.

31. Dixon WG, Lunt M, Pye SR, Reeve J, Felsenberg D, Silman AJ, O'Neill TW; European Prospective Osteoporosis Study Group: Low grip strength is associated with bone mineral density and vertebral fracture in women. Rheumatology (Oxford). 2005 May;44(5):642-6

32. Sirola J, Rikkonen T, Tuppurainen M, Honkanen R, Jurvelin JS, Kröger H: Maintenance of muscle strength may counteract weight-loss-related postmenopausal bone loss—a population-based approach. Osteoporosis Int. 2006;17(5):775-82.

33. Sirola J, Tuppurainen M, Honkanen R, Jurvelin JS, Kröger H: Association between grip strength change and axial postmenopausal bone loss—a 10 year population-based follow-up study. Osteoporosis Int. 2005 Dec;16(12):1841-8