

Tarja Lyytinen

LT
Terveyskeskuslääkäri/Erikoistuva
lääkäri
Palokan terveysasema/JYTE
Jyväskylä



Ylipainoiset ja lihavat henkilöt kuormittavat kävelyn aikana alaraajojaan enemmän kuin normaali-painoiset henkilöt. Laihdutusleikkauksen jälkeinen painonpudotus vähentää polviniveleen kohdistuvaa iskukuormitusta. Samalla se muuttaa sekä yksinkertaista massaan suhteutettua että mekaanista kävelytapaa. Laihdutusleikkauksen jälkeinen painonpudotus parantaa itsearvioitua ja objektiivisesti mitattua suorituskykyä sekä ohentaa nelipäisen reisilihaksen ihonalaista rasvakudosta. Samalla se kuitenkin pienentää nelipäisen reisilihaksen lihaspaksuutta ja poikkipinta-alaa. Se vaikuttaa negatiivisesti myös lihaksen rasva-sidekudossuhteeseen. Kiihtyvyyssanturi ja pinta-elektromyografia ovat käytännöllisiä menetelmiä arvioitaessa polven nivelkuormitusta ja lihasten aktivoitumista tasamaakävelyn aikana terveillä koehenkilöillä. Kyseiset menetelmät eivät kuitenkaan ole toistettavia polvinivelrikkopotilailla. Polvinivelrikolla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta seisomatasapainoon.

Ylipainoisten aikuisten toimintakyky ja kävelyn biomekaniikka painon pudotuksen jälkeen

Aikuisten ylipaino on maailmanlaajuisesti merkittävä kansanterveysongelma. Maailman terveysjärjestön mukaan koko maailmassa peräti 39 % aikuisväestöstä on ylipainoisia (1) ja Suomessa peräti 56 % aikuisväestöstä on lihavia tai ylipainoisia (2). Ylipaino on yhteydessä useisiin tuki- ja liikunta-elinsairauksiin. Erityisesti se vaikuttaa polven nivelrikkoon, sen kehittymiseen ja etenemiseen (1). Ylipainoisilla, joiden painoindeksi (body mass index (BMI)) on 30–35 kg/m², on noin nelinkertainen polvinivelrikkon riski verrattuna normaalipainoisiin (BMI < 25 kg/m²) (3). Painoindeksi korreloi suoraan ja vahvasti riskiin saada häiritsevä nivelrikko (4). Päivittäisiin askareisiin liittyvän huonontuneen fyysisen toimintakyvyn ja psyykkisen hyvinvoinnin, heikentyneen lihasvoiman ja häiriintyneen kävelyn biomekaniikan on havaittu olevan yhteydessä sekä ylipainoon että polvinivelrikkoon (5–8).

Laihdutusleikkauksen vaikutuksista fyysisen toimintakykyyn ja alaraajojen rasva- ja lihaskoostumukseen on vain vähän tutkittua tietoa. Vaikka polvinivelrikkoisilla on aikaisemmissa tutkimuksissa osoitettu seisomatasapainon huonontuneen (9), mahdollista mekanismia ilmiön takana ei ole vielä täysin pystytty selittämään. Viimeaikainen mittausteknologian ja metodologian kehittyminen ovat

mahdollistaneet aiempaa kokonaisvaltaisemman kuvan saamisen kävelystä. Kävelyanalyysin avulla voidaan arvioida kävelyn patologiaa erilaisissa sairausryhmissä sekä arvioida terapian tai leikkaushoidon vaikutuksia. Analyysituloksia voidaan hyödyntää myös sopivan kuntoutusohjelman suunnittelussa (10,11). Moderni kävelyanalyysi mahdollistaa ihmisen liikkeen tutkimisen systemaattisesti erilaisia sensoreita, kuten esimerkiksi kiihtyvyyssantureita, elektromyografiaa (EMG), painepohjallisia, voimalevyjä ja goniometriä hyödyntämällä. Kiihtyvyyssantureilla voidaan mitata kävelyn kiihtyvyyksiä, EMG:llä rekisteröidä ja analysoida lihastoimintaa levon ja liikumisen aikana useasta eri lihaksesta samanaikaisesti. Painepohjallisilla taas voidaan arvioida jalkaterien toimintaa kävelyn aikana mittaamalla jalkapohjiin kohdistuvia paineita, ja voimalevyillä voidaan mitata reaktiovoimia ja goniometrillä nivelkulmia (12).

Edellä mainittujen menetelmien avulla kerättyä tietoa voidaan yhdistää kolmiulotteisella kehon kinematiikalla, mikä voidaan saavuttaa käyttämällä optista liikkeentallennusjärjestelmää (10,11). Lopuksi useita spatio-temporaalisia (kävelynopeus, askelpituus, askeltiheys ja kontaktajat), kinemaattisia (nivelkulmat, kulmanopeudet ja kiihtyvyydet) ja kineettisiä (kehon kiihtyvyydet, reakti-

tiovoimat, nivelmomentit, teho) sekä myös biomekaanisia muuttujia (lihasaktiivisuus, energiankulutus) voidaan analysoida ja raportoida (12). Vaikka kävelyanalyysilaboratoriot ja biomekaaniset mittaukset ovat yleisiä, vertailevia tutkimuksia ylipainoisten kävelystä verrattuna normaalipainoisten kävelyyhyn on hyvin vähän. Myöskään laihdutusleikkauksen ja sen jälkeisen painonpudotuksen vaikutuksista kävelyyhyn, etenkin nivelkuormitukseen ei ole laajasti tutkittu.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli ensimmäiseksi selvittää ylipainon ja painonpudotuksen vaikutuksia kävelyn biomekaniikkaan ja painoindeksin vaikutusta kävelyn iskukuormitukseen. Toisena tavoitteena oli selvittää painonpudotuksen vaikutuksia objektiivisesti mitattuun ja subjektiivisesti arvioituun fyysiseen toimintakykyyn ja nelipäisen reisilihaksen rakentamiseen sekä polvinivelen iskutyypin kuormitukseen tasamaa- ja porraskävelyn aikana laihdutusleikkauksen jälkeen. Kolmanneksi tavoitteena oli selvittää kiihtyvyyssanturin ja elektromyografian toistettavuutta kävelyn iskutyypin kuormituksen ja alaraajojen lihasaktiivisuuden mittaamisessa sekä polvinivelrikon vaikutusta seisomatasapainoon ja nelipäisen reisilihaksen toimintaan (13).

Menetelmät

Tutkimus käsitti kolme eri tutkimusaineistosta, joista ensimmäisen aineiston muodostivat 54 polvinivelrikkoista henkilöä ja 53 ikä- ja sukupuolivakioitua tervettä verrokkia, joille tehtiin kävelyn liikeanalyysi ja tasapainomittaukset. Erityisesti tutkittiin painoindeksin vaikutusta nivelen iskukuormitukseen tasamaakävelyn aikana ja seisomatasapainoa eri tilanteissa voimalevyllä sekä nelipäisen reisilihaksen aktivoitumista pinta-EMG:n avulla. Toisen aineiston muodostivat

yhdeksän polvinivelrikkoista miestä ja yhdeksän tervettä naista ja miestä. Molemmille ryhmille tehtiin kävelyn liikeanalyysi ja selvitettiin iholle kiinnitettävän kiihtyvyyssanturin ja EMG:n käytettävyyttä, kun tarkoituksena oli arvioida polviniveleen kohdistuvaa iskukuormitusta ja polvinivelen alueen lihasten aktivoitumista kävelyn aikana. Kolmannen tutkimusaineiston muodostivat kahdeksantoista vapaaehtoista sairaalloisesti ylipainoista (painoindeksi yli 40 kg/m²) aikuista, joille tehtiin kävelyanalyysi, nelipäisen reisilihaksen rakenneanalyysi ultraäänellä sekä fyysisen toimintakyvyn mittaukset ennen ja keskimäärin 8,8 kk laihdutusleikkauksen jälkeen. (13)

Kävelyä tutkittiin sekä tasamaalla että portaissa. Kävelyanalyysissa suoritusten aikana mitattiin kävelynaikaisia kiihtyvyyksiä alaraajojen iholle kiinnitettyjen kiihtyvyyssanturien avulla. Reaktiivoimia taas mitattiin voimalevyillä ja alaraajojen EMG-lihasaktiivisuuksia bipolaaristen pintaelektrodien avulla. Selkään kiinnitettävä kannettava biosignaalien mittaussyksikkö keräsi suoritusten aikana kertyvää dataa. Kävelynopeus mitattiin valokennoparilla. Kävelyanalyysi suoritettiin sekä kävelylaboratoriossa että sairaalan poliklinikalla (13).

Fyysistä toimintakykyä mitattiin seuraavalla taulukossa 1 esitetyllä testipatteristolla.

Subjektiivista toimintakykyä arvioitiin RAND-36-kyselylomakkeella, joka muodostuu 36 kysymyksestä ja joista muodostetaan kahdeksan terveyteen liittyvän elämänlaadun asteikkoa. Kyselylomakkeella arvioidaan koetua terveyttä, fyysistä toimintakykyä, psyykkistä hyvinvointia, sosiaalista toimintakykyä, tarmokkuutta, kivuttomuutta sekä fyysistä ja psyykkistä roolitoimintaa. Polvinivelrikon oirekuvaa arvioitiin WOMAC-kyselylomakkeella, joka arvioi kipua, jäykkyyttä ja fyysis-

Taulukko 1. Fyysisen toimintakyvyn mittaamiseen käytetty testipatteristo

Sukkatesti
Istumasta ylös -testi
Porraskävely ylös ja alas -testi
Istumasta liikkeelle -testi
6 minuutin kävelytesti

tä toimintakykyä. Lisäksi koehenkilöt täyttivät kyselylomakkeen, jolla kerättiin tietoa työn fyysisestä kuormittavuudesta, kipua lievittävien lääkkeiden käytöstä ja vapaa-ajan fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä. (13)

Ultraäänitutkimuksen avulla määritettiin nelipäisen reisilihaksen paksuus ja pinta-ala sekä ihonalaisen rasvakudoksen paksuus. Lisäksi määritettiin ns. lihaskudoksen harmaasävyt, joiden perusteella arvioitiin lihaksen koostumusta. Maksimaaliset isometriset polven koukistus- ja ojennusvoimat mitattiin Lido-dynamometrillä. Tasapainomittaukset tehtiin voimalevyllä seisten ja tasapainoa mitattiin kolmessa eri tilanteessa: molemmilla jaloilla seisten silmät auki ja silmät kiinni sekä yhdellä jalalla seisten silmät auki molemmat jalat erikseen mitattuna. Samalla mitattiin nelipäisen reisilihaksen lihasaktiivisuutta pinta-EMG:llä (13).

Tulokset

Tutkimuksessa havaittiin, että kävelyn alkukontaktin aikainen kiihtyvyyden kasvoi suhteessa painoindeksiin (14). Laihdutusleikkauksen jälkeinen keskimäärin 21,5 prosentin (-27 kg) painonlasku vaikutti positiivisesti fyysiseen toimintakykyyn. Erityisesti istumasta liikkeelle testin, sukkatestin, rappukävely alas -testin, ja kuuden minuutin kävelytestin tulokset paranivat merkittävästi. WOMAC-testitulokset paranivat koetun fyysisen toimintakyvyn osalta ja nivelen jäykkyys lieveni

(Taulukko 2). Koehenkilöiden kokema elämänlaatu yleisen terveyden, fyysisen toimintakyvyn ja fyysisen rooli-toiminnan osalta parantui merkitsevästi. Painonlaskun myötä nelipäisen reisilihaksen ihonalainen rasvakudos oheni merkitsevästi ($p < 0,05$). Suoran reisilihaksen, uloimman reisilihaksen ja sisemmän reisilihaksen paksuus ja poikkipinta-alat pienenevät (Taulukko 2). Lisäksi lihaksen määrä suhteessa rasva- ja sidekudokseen väheni merkitsevästi ($p < 0,05$) (15).

Ihon pinnalle kiinnitettävä kiihtyvyysanturi ja pinta-EMG osoittautuivat toistettaviksi menetelmiksi arvioitaessa tasamaakävelyn iskutyypistä kuormitusta polviniveleen sekä lihasten aktivoitumista tasamaakävelyn aikana terveillä koehenkilöillä, mutta menetelmät eivät olleet toistettavia polvinivelrikkopotilailla (13).

Useimmat reaktivoimat pienenevät merkitsevästi ($p < 0,001$) suhteessa painonpudotukseen ja lisäksi tasamaakävelyn aikaiset kiihtyvyyssparametrit pienenevät merkitsevästi ($p < 0,01$) laihdutusleikkauksen jälkeen (16).

Tutkimus osoitti myös, että polvinivelrikkosisilla ei ollut merkittävästi huonompi tasapaino, mutta heidän alaraajojensa lihasaktiivisuus oli korkeampi kuin terveillä koehenkilöillä. Polvinivelrikkon vaikeusasteella ei myöskään havaittu olevan merkittävää vaikutusta tasapainoon, mutta alaraajan lihasaktiivisuus oli sitä korkeampi, mitä vaikeampi polven nivelrikko oli (17).

Johtopäätökset

Ylipainoiset ja lihavat henkilöt kuormittavat alaraajojaan enemmän kuin normaalipainoiset henkilöt alkukontaktin aikana tasamaakävelyssä. Näin lisääntynyt polviniveleen kuormitus saattaa muuttaa ylipainoisten ja lihaviiden aikuisten biomekaanista kävelyprofiliä epäsuotuisasti lisäämällä nivel-

Taulukko 2. Objektiiivisesti mitatun ja subjektiivisesti koetun fyysisen toimintakyvyn sekä nelipäisen reisilihaksen lihaskoostumuksen merkittävät muutokset painonlaskun jälkeen 8,8 kuukauden seurannan aikana.

Objektiiivisesti mitattu toimintakyky	Muutos (%)	P
Istumasta liikkeelle -testi	14,3	<0,05
Sukkatesti	70,8	<0,05
Rappukävely alas -testi	13,8	<0,05
6 minuutin kävelytesti	12,1	<0,05
WOMAC-pisteet		
Koettu fyysinen toimintakyky	30,5	<0,05
Nivelten jäykkyys	52,1	<0,05
Koettu subjektiivinen toimintakyky (RAND)		
Yleinen terveys	18,8	<0,05
Fyysinen toimintakyky	28,2	<0,001
Fyysinen rooli-toiminta	44,2	<0,05
Nelipäisen reisilihaksen lihaskoostumus		
Suoran reisilihaksen paksuus	25,5	<0,05
Uloimman reisilihaksen paksuus	25,2	<0,05
Sisemmän reisilihaksen paksuus	15,8	<0,001
Suoran reisilihaksen poikkipinta-ala	21,3	<0,001
Uloimman reisilihaksen poikkipinta-ala	15,2	<0,05
Sisemmän reisilihaksen poikkipinta-ala	26,6	<0,05

ruston ja rustonalaisen luun stressiä, jolloin polvinivel altistuu degeneraatiolle (13).

Laihutusleikkauksen jälkeinen painonpudotus parantaa koehenkilöiden fyysistä toimintakykyä ja heidän kokemaansa elämänlaatuun. Painonlaskun myötä nelipäisen reisilihaksen ihonalainen rasvakudos ohenee, mutta myös lihas menettää paksuuttaan, lihaksen poikkipinta-ala pienenee ja lihaksen määrä suhteessa rasva- ja sidekudokseen vähenee. Tämä viittaa mahdollisiin muutoksiin lihaksen aineenvaihdunnassa. Nämä muutokset voivat vähentää lihasvoimaa ja toimintakykyä. Tulokset korostavat laihdutusleikkauksen edeltävän ja sen jälkeisen subjektiivisen ja objektiivisen toimintakyvyn arvioimisen tärkeyttä. Tulos on erityisen huolestuttava lihas-

rakenteen osalta, ja jatkossa tarvitaan laajempia pitkittäistutkimuksia fyysisen aktiivisuuden vaikutuksesta lihaskoostumukseen laihdutusleikkauksen jälkeen. Olisi tärkeää selvittää, pystytäänkö ylimääräisellä harjoitusinterventiolla estämään painonpudotuksen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia lihasrakenteeseen (13).

Laihutusleikkauksen jälkeinen painonpudotus vähentää reaktiivomia ja niveleen kohdistuvaa iskukuormitusta kävelyn aikana saaden aikaan yksinkertaisia painoon liittyviä muutoksia kävelyssä, mutta myös muutoksia kävelystrategiassa. Nämä kävelytyylin muutokset voivat vähentää nivelrustoon ja rustonalaisen luuhun kohdistuvaa haitallista iskukuormitusta, mikä saattaa puolestaan ehkäistä uusia polvinivelrikkotapauksia tai hi-

dastaa nivelrikon etenemistä. Tulevaisuudessa tarvitaan pitkittäistutkimuksia painon pudotuksen vaikutuksesta edellä mainittuihin muutoksiin sekä saavutettujen hyötyjen säilymisestä (13).

Polvinivelrikkopotilaiden seisomatasapaino ei eroa terveiden seisomatasapainosta, mutta heidän vastus medialis -lihastensa aktiivisuus seisoamisen aikana on suurempi kuin terveillä. Se osoittaa, että vastus medialis -lihas avustaa polviniveltä seisomatasapainon ylläpitämisessä. Lisäntyneellä lihasaktiivisuudella voidaan osin selittää, miksi polvinivelrikkoisten ja terveiden välillä ei havaittu eroja tasapainossa (13).

Tutkimuksen kansanterveydellinen merkitys on suuri, ja uusien tulosten avulla voidaan mahdollisesti parantaa hoitokäytäntöjä. Painonhallinta ja -pudotus edistävät potilaiden terveyttä. Liikunta osana painonpudotusta kannattaa ottaa vakavasti, koska se voi lisätä toimintakykyä entisestään ja suojata lihaksia rappeutumiselta. Lääkäreiden olisi hyvä kannustaa ja motivoida potilaita painonhallintaan ja -pudotukseen, koska tällä tavoin

saadaan potilaan toimintakyky ja elämänlaatu paranemaan ja nivelkuormitus vähenemään. Painonpudotuksessa ja -hallinnassa on tärkeää painottaa liikuntaharjoittelua, koska liikunta säästää lihaksia. Pienillä ponnisteluilla elämäntapamuutoksissa saavutetaan usein suuria terveyshyötyjä.

Kirjallisuutta

1. World Health Organisation. Obesity and overweight. www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/. [Päivitetty tammikuussa 2015].
2. Terveyden ja Hyvinvoinnin Laitos. www.thl.fi/fi/tutkimus-ja-asiantuntijatyo/hankeet-ja-ohjelmat/kansallinen-lihavuusohjelma-20122015.
3. Felson DT. Osteoarthritis. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press 2003.
4. Holmberg S, Thelin A, Thelin N. Knee osteoarthritis and body mass index: A population-based case-control study. *Scand J Rheumatol* 2005;34:59–64.
5. Spyropoulos P, Pisciotto JC, Pavlou KN, Cairns MA, Simon SR. Biomechanical gait analysis in obese men. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:1065–70.
6. Stenholm S, Alley D, Bandinelli S ym. The effect of obesity combined with low muscle strength on decline in mobility in older persons: Results from the InCHIANTI study. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:635–44.
7. Runhaar J, Koes BW, Clockaerts S, Bierma-Zeinstra SM. A systematic review on changed biomechanics of lower extremities in obese individuals: A possible role in development of osteoarthritis. *Obes Rev* 2011;12:1071–82.

8. Hergenroeder AL, Brach JS, Otto AD, Sparto PJ, Jakicic JM. The influence of body mass index on self-report and performance-based measures of physical function in adult women. *Cardiopulm Phys Ther J* 2011;22:11–20.
9. Masui T, Hasegawa Y, Yamaguchi J, Kanoh T, Ishiguro N, Suzuki S. Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. *J Orthop Sci.* 2006;11:353–8.
10. Perry J, Burnfield J. Gait analysis: Normal and pathological function. 2nd ed. Thorofare, New Jersey: SLACK Incorporated 2010.
11. Whittle MW. Gait analysis: An introduction, 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann 2007.
12. Liikavainio T. Biomechanics of gait and physical function in patients with knee OA: Thigh muscle properties and joint loading assessment. Itä-Suomen yliopisto 2010.
13. Lyytinen T. Physical function and biomechanics of gait in obese adults after weight loss. Itä-Suomen yliopisto 2015.
14. Lyytinen T, Bragge T, Liikavainio T, Vartiainen P, Karjalainen PA, Arokoski JP. The impact of obesity and weight loss on gait in adults. In: Gefen A, ed. *Studies in mechanobiology, tissue engineering and biomaterials*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 2014.
15. Lyytinen T, Liikavainio T, Paakkonen M, Gylling H, Arokoski JPA. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle after bariatric surgery and subsequent weight loss. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2013;13:291–300.
16. Bragge T, Lyytinen T, Hakkarainen M ym. Lower impulsive loadings following intensive weight loss after bariatric surgery in level and stair walking: A preliminary study. *Knee.* 2014;21:534–40.
17. Lyytinen T, Liikavainio T, Bragge T, Hakkarainen M, Karjalainen PA, Arokoski JP. Postural control and thigh muscle activity in men with knee osteoarthritis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20:1066–74.

Liity SELYN jäseneksi – SELY on osa erikoislääkäriyttä!

Ensimmäistä erikoistumistaan suorittavilta ei peritä jäsenmaksua. Valtuuskunta syyskokouksessaan 2015 teki sääntömuutoksen, joka mahdollistaa tämän. Samalla päätettiin, että eläkeläisten jäsenmaksu on alennettu ja on 24 euroa. Jäsenmaksu säilyi ennallaan eli on 49 €. SELYN jäsenmaksu on verovähennyskelpoinen ammattiyhdistysmaksu. Edelleenkin uudet jäsenet eivät maksa ensimmäisenä vuonna jäsenmaksua. SELYN jäsenenä saat mm.

Erikoislääkäri-lehden myös verkkolehdenä. Voit liittyä joko postittamalla jäsenhakulomakkeen, osoitteessa www.sely.fi tai sähköpostitse tuija.kuusmetsa@finnet.fi. Maaliskuun 2016 aikana liittyneiden uusien jäsenten kesken arvotaan 15.4.2016 kaksi kappaletta avec-lippuja Uuden Iloisen Teatterin musiikkiin "Soitellen soteen". Esitys on Peacock-teatterissa tiistaina 31.5.2016 klo 18.00.

Liityn SELYN jäseneksi

Erikoistuva

Sukunimi/Etunimi

Syntymäaika

Osoite

Postinumero ja -toimipaikka

Päiväys

Allekirjoitus

Vastaanottaja
maksaa
postimaksun

Suomen Erikoislääkäriyhdistys ry.

TUNNUS 5013051

00003 VASTAUSLÄHETYS