

**POLVEN AKSELIKULMIEN RADIOLOGINEN MITTAAMINEN JA MITTAUSTEN
TOISTETTAVUUS SEKÄ AKSELIKULMIEN MERKITYS NIVELRIKON ESIINTY-
VYYTEEN**

Mäntylä, Johanna
Syventävien opintojen tutkielma
Kirurgian klinikka
Oulun yliopisto
Toukokuu 2014
Leppilahti, Juhana

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO.....	3
TAUSTAA	3
Polvinivelrikon esiintyvyys	3
Diagnosointi	4
POLVEN AKSELIKULMAT	4
Mekaanisen ja anatomisen akselin mittausmenetelmät ja korrelaatiot.....	4
Rotaation vaikutus	6
Paikalliset tekijät	7
Ikääntyminen	8
Kuormituksen vaikutus.....	8
KOHORTTI 1966.....	10
Aineisto.....	10
Metodit	11
Mittausmenetelmät	11
Tulosten analysointi.....	11
Mittausten virhelähteet	13
Tulokset	13
Mittaustulokset	13
Toistettavuus.....	14
POHDINTA.....	16
JOHTOPÄÄTÖKSET	17
LÄHTEET	19
LIITTEET	
Liite 1. Tiivistelmä	

JOHDANTO

Nivelrikko on maailman yleisin nivelsairaus. Sairauden etiologia on kuitenkin edelleen hämärän peitossa. Aiemmin on ajateltu, että polveen kohdistuva poikkeava mekaaninen kuormitus tai toisaalta normaali kuormitus poikkeavassa nivelen kudoksessa voi saada aikaan tapahtumasarjan, joka johtaa nivelrikon syntyyn (Käypä Hoito 2012). Myös polven akselikulmien merkitys nivelrikolle altistavana tekijänä sekä iän ja muiden tekijöiden vaikutus akselikulmiin on aktiivisen tutkimuksen kohteena.

Polven akselikulmien mittaamisen kultaisena standardina on pidetty koko alaraajan kuvasta radiologisesti määritettävää linjaa, jota pitkin kuormitus kasaantuu varauksessa. Tämä mekaaninen akseli voi kääntyä lateraaliseen tai mediaaliseen deviaatioon ollen näin siis valgus- tai varusmuotoinen. Tässä tutkielmassa paneudutaan polven akselikulmien mittaamiseen sekä tähän soveltuviin mittausmenetelmien vertailuun. Lisäksi kiinnitetään huomiota, millä tavalla varus- tai valgus-polven esiintyminen vaikuttaa nivelrikon esiintyvyyteen ja etenemiseen.

TAUSTAA

Polvinivelrikon esiintyvyys

Kliinisen polvinivelrikon ikävakioitu esiintyvyys Suomessa oli Terveys 2000 -tutkimuksen mukaan miehillä 6.1% ja naisilla 8.0%. Tutkimuksen mukaan kliinistä polvinivelrikkoa ei esiinny juuri lainkaan alle 45-vuotiailla, mutta 55-64 -vuotiaiden miesten ryhmässä esiintyvyys oli 9.1% ja naisilla erityisesti 65-74 -vuotiailla esiintyvyys oli 18.2%. 75-84 -vuotiaista miehistä 15.6%:lla oli polvinivelrikko, kun saman ryhmän naisista sitä sairasta 32.1%. Sekä miehillä että naisilla kliinisen ja radiologisen polvinivelrikon esiintyvyys lisääntyy iän myötä (Käypä Hoito 2012).

Diagnosointi

Uusimman Käypä Hoito 2012 mukaan polvinivelrikon diagnostiikassa käytetään potilaan kuvaamia oireita sekä kliinisen tutkimuksen löydöksiä. Anamnestinen kipu on usein varsin paikallista, mutta se voi tuntua myös laajemmalla alueella nivelrikon laadun ja vaikeusasteen mukaan. Kipu on rasiinukseen liittyvää ja lievittyy levossa. Myös nivelten jäykkyyttä ja suoritusrajotteita, kuten porraskävelyn vaikeutumista, voi esiintyä. Inspektiossa voidaan havaita ontumista, polven virheasentoja tai deformeetteja sekä turvotusta. Polven passiivisen liikuttamisen aiheuttama kipu tai ritinä sekä nivelraon aristus palpoidessa liittyvät nivelrikkoon, ja vaurioiden edessä kehittyvät koukistus- ja ojennusvajausta sekä ojennusvoiman heikentymistä. Radiologisen nivelrikon määrittämiseen käytetään Kellgrenin ja Lawrencen luokitusta, joka ottaa huomioon nivelraon kaventumisen, osteofyyttien muodostumisen sekä sklerosoitumisen. Tarvittaessa tehdään myös laboratoriotutkimuksia erotusdiagnostiikkaa varten.

POLVEN AKSELIKULMAT

Mekaanisen ja anatomisen akselin mittausmenetelmät ja korrelaatiot

Mekaaninen akseli tulee mitata määrittämällä reisi- ja sääriluun linjojen välinen kulma. Linjat piirretään reisiluun pään keskiosasta kohti polven nivelpinnan keskiosaa, ja vastaavasti telaluun keskiosasta kohti sääriluun vastaavaa polven nivelpinnan keskikohtaa (Laxafoss ym. 2013, Sharma ym. 2010). Alla mainituissa tutkimuksissa anatominen akseli määritettiin reisi- ja sääriluuhun 10 cm etäisyydelle piirretyn luun poikkileikkauksen keskikohdasta piirretyn ja sääriluun nivelpinnan keskikohdan leikkaavan linjan kulmasta.

Polven akselikulmien määrittäminen ei tärkeydestään huolimatta ole helppoa. Kultaisen standardin mukaan määrittäminen tulisi tehdä koko alaraajan varauskuvista, joista voitaisiin mitata raajan mekaaninen akseli lonkka-polvi-nilkka -linjalta. Tämä tekniikka on kuitenkin kallis, aikaa vievä, altistaa potilaan turhalle lantion alueen sädetykselle eikä ole toteuttamiskelpoinen kaikkialla, minkä vuoksi Hinman ym. (2006) on tutkimuksessaan kyseenalaistanut pitkän mittakuvan vält-

tämättömyyden nivelakselin määrittämisessä. Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata normaalista polven röntgenkuvasta mitattavaa anatomista akselia sekä viiden erilaisen kliinisesti tehtävän mittauksen tuloksia, sekä verrata näitä kultaisena standardina pidettyyn mekaaniseen akseliin. Anatomisen ja mekaanisen akselin mittaustulosten vastaavuus oli erinomainen, ja anatomisen akselin arvot sisälsivät 77% mekaanisen akselin totaalivariaatiosta. Kliinisistä mittaustuloksista paras korrelaatio saatiin inklinometrillä, jonka vastaavuus oli 64%, kun harppimenetelmällä saatu tulos oli 58%. Luotisuorasta mitatut tulokset ylsivät myös 50%:n korrelaatioon, ja huonoimmat tulokset antaneen Mageen menetelmänkin vastaavuus oli 27%. Goniometrillä mitatut tulokset eivät korreloineet lainkaan mekaanisen akselin kanssa. Hinman toteaaakin, että radiologista anatomisen akselin määrittystä, kuten myös inklinometriä ja harppimenetelmää, voidaan käyttää polven akselikulmien mittaamisessa mekaanisen akselin sijaan.

McDaniel ym. (2010) vertaili mekaanisen akselin ja viidellä eri tavalla määritetyn anatomisen akselin korrelaatiota. Tutkimuksessa käytettiin mekaanisen akselin yllä mainittua standardisoitua mittaamenetelmää. Anatominen akseli määritettiin piirtämällä reisi- ja sääriluuhun poikkileikkauslinja 10 cm etäisyydelle nivelestä. Linjojen keskipisteestä vedetyt viivat leikkasivat toisensa viidessä eri polven nivelpinnan määritetyssä pisteessä. Anatomisen akselin paras korrelaatio verrattuna mekaaniseen akseliin saatiin menetelmällä, jossa leikkauspisteenä käytettiin sääriluun nivelpinnan kyhmyjen välistä koloa. Kuitenkin kaikkien viiden mittaamenetelmän tulokset olivat varsin hyviä.

Myös Kraus ym. (2005) vertasi mitattujen akselien korrelaatiota. Mekaaninen akseli määritettiin niin ikään standardisoituja menetelmiä käyttäen, kun anatominen akseli laskettiin goniometrillä sekä koko alaraajan PA- ja AP -kuvista. PA-kuvissa jalat olivat 10° ulkorotaatiossa, ja mittaus suoritettiin samaa 10 cm poikkileikkauslinjaa käyttäen. Samalla mittaustavalla määritettiin myös toinen anatominen akseli kokoraajan AP-kuvista. 114 kuvatun polven joukossa mekaaninen akseli vaihteli 16°:n varuksesta 13°:n valgukseen, ja tutkimuksessa havaittiin, että nivelrikon vaikeusasteen kasvaessa myös mekaanisen akselin variaatio kasvoi. Goniometrillä saadut tulokset vaihtelivat 10°:n varuksesta 11°:n valgukseen, kun taas PA-kuvien anatominen akseli korreloi vielä paremmin mekaanisen akselin kanssa. Huomattavasti parhaan osuvuuden antoi mekaanisen akse-

lin kanssa samoista AP-kuvista mitatut anatomiset akselit, vaikkakin PA-kuvissa toistettavuus ja mittauksen luotettavuus oli parempaa rotaation aiheuttamasta asennon muutoksesta johtuen.

Hinmanin tutkimuksessa 40 tutkitusta 90%:lla mekaaninen akseli kääntyi varukseen, 8%:lla valgukseen ja 2%:lla akseli oli neutraali. Koko kohortin keskiarvoksi saatiin 5.8° varusta, kun taas toisessa vastaavassa tutkimuksessa keskiarvo oli 4.1° varusta (Navali ym. 2012). Tässä tutkimuksessa 62%:lla mekaaninen akseli oli varuksessa, 30%:lla valguksessa ja 8%:lla neutraali. Tutkimuksen kohorttiin kuului 50 tutkittavaa. Tässä tutkimuksessa harppimenetelmän osuvuus oli goniometriä parempi kummankin mittausten tulosten ollessa suhteellisen hyvät. Varauksista määritetty anatominen akseli korreloi kuitenkin kaikista parhaiten mekaanisen akselin kanssa. Goniometrillä tehtävien mittausten luotettavuudessa on kuitenkin eroja, sillä Kraus ym. (2005) koki mittaustavan paremmaksi muihin tutkimuksiin verrattuna, mutta heillä mittauksen toteutti reumatologi, jolle mittausten menetelmä oli tuttu ja toistettavuus saatiin erittäin hyväksi. Navali ym. (2012) myös huomauttaa, että ylimääräinen kudosisäilyminen lihavilla ihmisillä vaikeuttaa luisten maamerkkien paikantamista, jolloin se heikentää sekä harppimenetelmän että goniometrin tarkkuutta eikä ylipainoisia tulisi mitata näillä menetelmillä. Terveessä joukossa mekaanisen akselin suuruus on todettu olevan $1-2^\circ$ varusta, joten näissä tutkimuksissa käytettyjen radiologisesti diagnosoitujen polvinivelrikkoon sairastavien mekaanisen akselin voidaan todeta olevan hieman suurempi kuin terveessä joukossa. Kaiken kaikkiaan saadut tulokset korreloivat melko hyvin aikaisempiin ja laajempiin tutkimuksiin (Hinman ym. 2006).

Rotaation vaikutus

On tiedossa, että polvien rotaatio röntgenkuvia otettaessa vaikuttaa akselikulmien suuruuteen. Radtke ym. (2010) tutki tätä ilmiötä totaalipolviartroplastian saaneilla potilailla. Radiologisesti mitatun anatomisen akselin suuruus vaihteli 20° sisärotaatioissa saaduista 6.83° :sta 20° ulkorotaatioissa saatuihin 4.63° :een. Sisärotaatio vastasi mekaanisen akselin valgusmuotoa ja ulkorotaatio varusmuotoa. Laskennallisesti saatiin 0.06° :n kulmamuuutos yhtä rotaatioissa tapahtuvaa astetta kohden. Tutkimuksessa vertailussa olivat myös mm. LDFa (lateral distal femur angle) ja MPTA (medial proximal tibial angle), joiden arvot suurensivat, mitä enemmän sisärotaatiota oli, ja vastaavasti pienensivät ulkorotaation kasvaessa. Myös Lee ym. (2013) tutki rotaation vaikutusta lyhy-

en ja pitkän alaraajakuvan välillä vahvistaakseen anatomisen akselin korrelaatiota mekaaniseen akseliin. Mukana oli 40 mediaalisesta polvikivusta kärsivää henkilöä, joilla oli todettu olevan varus-polvet. Varauksen aiheuttama voimavektori siirtyi lateraalisesti 30°:n ulkorotaatiossa ja mediaalisesti 15°:n sisärotaatiossa. Lyhyiden polvikuvien kohdalla siirtymä oli 3.5mm ja 3.0mm, kun taas koko raajan kuvissa vastaavat luvut olivat 1.8mm ja 0.2mm. Lyhyissä kuvissa rotaation voidaan siis todeta aiheuttavan huomattavampaa muutosta. Myös lyhyistä kuvista mitatussa femorotibiaalikulmassa (FTA) näkyi huomattava muutos valgukseen rotaation muuttuessa, kun koko alaraajan kuvissa muutos oli pienempi, mutta korreloi lyhyiden kuvien tuloksiin suhteellisen hyvin.

Paikalliset tekijät

Polvinivelen paikalliset mekaaniset tekijät määrittävät osaltaan polven nivelrikon etenemistä. On ajateltu, että nivelen rustokato on suurin muutosta aiheuttava tekijä, vaikuttaen suoraan akselikulmien suuruuteen. Hunter ym. (2005) määrittä akselikulmien poikkeavuuksia sekä niihin vaikuttavia rakenteellisia tekijöitä tarkemmin. Varus-nivelessä suurin vaikuttava tekijä todettiin olevan mediaalinen luupintojen kuluminen ja mediaalinen rustokato. Valgus-nivelessä lateraalisen rustokadon katsottiin vaikuttavan asiaan eniten. Myös muiden tekijöiden, kuten nivelkierukan degeneraation ja sijoittumisen, osteofyyttien esiintymisen sekä ligamenttivaurioiden, todettiin osaltaan vaikuttavan kulmien muutoksiin. Myös Hinman ym. (2006) totesi varuksen olevan yleisempi ja esiintyvän 53-76%:lla nivelrikkopotilasta. Hinman tutki myös nivelpintoihin kohdistuvaa kuormitusta ja akselikulmien vaikutusta nivelen biomekaniikkaan ja uskoi näiden sekä geneettisten tekijöiden olevan suurimmat syyt nivelrikon muodostumisessa. Jalan askelluksen biomekaniikkaa tarkasteltaessa (Sharma ym. 2010) huomataankin, että varuksen suurempi merkitys on loogista. Askelluksessa tapahtuvan polven adduktion vuoksi jopa terveessä, neutraalissa polvessa suurempi kuormitus suuntautuu polven mediaalipuolella lateraalipuoleen verrattuna. Varus-nivelessä mediaalisen nivelpinnan paine lisääntyy entisestään, kun taas valgus-asennossa suurempi osa paineesta välittyy lateraalipinnalle. Myös otettaessa huomioon lihavuuden ja toistuvan rasituksen vaikutukset kuormitukseen, pidettiin nivelpinnan muutoksia tärkeimpänä nivelrikkoa ennakoivista tekijöistä. Hinmanin mukaan yli 5° akselikulman voidaan katsoa olevan huomattava riskitekijä polvista aiheutuville toimintavajauksille pienempiin akselikulmiin verrattuna.

Ikääntyminen

Laxafoss ym. (2012) teki varsin kattavan tutkimuksen, jossa tutkittiin iän aiheuttamia muutoksia ei-nivelrikkopolvessa sekä akselikulmien ja nivelrikon esiintyvyyden välistä yhteyttä. Röntgenkuvat olivat täydessä ekstensiossa otettuja lyhyitä AP-kuvia, mutta Laxafoss myöntää, että myöhempien tutkimusten nojalla lievä fleksio kuvissa olisi lisännyt nivelrikon esiintyvyyttä. Toistettavuuden ja tarkkuuden parantamiseksi mittauksissa käytettiin kahta reisi- ja sääriluun leikkaavaa linjaa, joiden keskipisteiden kautta akselit määritettiin. Toinen leikkauslinja tuli 7 cm kohdalle nivelestä ja toinen vähintään 12 cm kohdalle, ja tällä tapaa toistettavuudesta saatiin hyväksyttävät tulokset. Mittauksissa valgus-kulma määriteltiin positiiviseksi ja varus negatiiviseksi. Kaikista tutkittavista miehistä akselin keskiarvoksi saatiin 4.11° ja naisista 5.45° . Nivelrikkoa sairastamattomilla miehillä keskiarvo oli 4.25° ja naisilla 5.59° , ja molemmilla sukupuolilla valgus-muodon todettiin kasvavan ikääntymisen yhteydessä. Nivelrikkopotilaista sen sijaan miesten keskiarvo oli 3.89° ja naisten 5.32° . Myös heillä ikääntyminen aiheutti akselin painottumista valgukseen, kun taas selkeä yhteys todettiin siinä, että nivelrikon paheneminen on lineaarisessa yhteydessä anatomisen akselin kääntymisessä varukseen. Tutkimuksessa myös huomautetaan, että kuten yleinen ennakkokäsitys antaa olettaa, akselikulmien muutos Kellgren ja Lawrencen luokituksen kasvaessa eli nivelrikon pahentuessa on seurausta sairauden etenemisestä, ei sen syy. Lisäksi Sharma ym. (2010) toteaa, etteivät kaikki akselimuutokset ole lainkaan seurausta sairaudesta, sillä akselikulmien muutokset voivat olla geneettisiä, kehityksellisiä tai traumaattisia, ja ei-nivelrikkoa sairastavilla ilmenevien muutosten lukumäärästä johtuen tätä voidaan pitää pätevänä argumenttina.

Kuormituksen vaikutus

Jo vuonna 2001 Sharma ym. totesi polven varus- ja valgus-muotojen lisäävän niveleen kohdistuvaa mediaalista ja lateraalista kuormitusta. Tutkimukseen osallistuvilla 230 tutkittavalla oli todettu nivelrikko ja siihen liittyviä osteofyyttejä sekä liikkumisen vaikeutumista. 18 kuukauden seurantalilla havaittiin, että varus-polvi nelinkertaisti mediaalisen nivelraon kapenemisen riskin, kun taas valgus-polven riski lateraalisen nivelraon kapenemiseen oli lähes viisinkertainen. Mekaanisen akselikulman suuruus korreloi varsin hyvin nivelraon korkeuden häviämiseen, ja yli 5° varus- tai valgus-kulman olemassaolo aiheutti huomattavasti suuremman mediaalisen tai lateraal-

lisen nivelraon kapenemisen kuin alle 5° kulma. Mitattujen varuskulmien keskiarvo oli tutkimuksen alussa 3.34° ja lopussa 3.82°. Varus-polvissa mediaalisen nivelraon kapenemista ilmeni 31%:lla, kun muissa polvissa progressiota tapahtui vain 9%:lla. Valguspolvissa lateraalista progressiota tapahtui 22%:lla, kun muissa polvissa luku oli 5%. Valguksen keskiarvo 18 kuukauden ajanjaksolla kasvoi 3.21°:sta 3.24°:een. Nivelraon kapenemista tapahtui keskimäärin 0.45 mm. Kliinisessä kokeessa testattiin tuoilta ylösnoousussa tapahtuvaa muutosta 18 kuukauden aikavälillä. Huomattavaa vaikeutumista havaittiin niillä osallistujilla, joilla alkuvaiheessa molempien polvien akselikulmat olivat yli 5°, verrattuna osallistujiin, joilla molempien polvien akselikulmat olivat alle 5°. Myös kivun paheneminen oli selkeästi verrannollista akselikulmien suuruuteen.

Vuonna 2010 Sharma ym. teki toisen tutkimuksen, jossa käytettiin niin ikään koko alaraajan lievässä fleksiassa otettuja varauskuvia seuranta-ajan ollessa 30 kuukautta. Ei-nivelrikkoa sairastavilla varusta esiintyi 49%:lla ja valgusta 19%:lla, ja nivelrikkoa sairastavilla luvut olivat 58% ja 18%. Riski nivelrikon kehittymiseen oli huomattavasti kohonnut tutkimuksen alussa mitatuissa varus-polvissa, mutta ei valgus-polvissa. Suuremman varus-kulman todettiin korreloivan suurempaan riskiin. Jo nivelrikkoa sairastavien joukossa mediaalisen nivelrikon etenemisen riski suureni selvästi varus-polvien joukossa, kun taas lateraalisen nivelrikon etenemisen riski suureni valgus-polvissa, mutta pieneni varus-polvissa. Voidaan siis todeta, että varus- tai valgus-kulma lisää kuormitetun puolen nivelraon kapenemisen progressiota ja vastaavasta vähentää vastakkaisen puolen riskiä progressioon.

KOHORTTI 1966

Aineisto

Aineisto koostuu Pohjois-Suomen syntymäkohortti 1966 Oulun alueen henkilöistä, joilta on otettu 46-vuotis seurantatutkimuksen yhteydessä polvien lyhyet natiivikuvat varauskuvina. Etukuva otetaan lievässä fleksiossa taka-etusuunnassa (PA-kuva) seisten, molemmat polvet samaan kuvaan. Syventävien opintojen tutkielmassa käsiteltiin 1724 kuvaa eli 3448 polvea. Laskuista jätettiin myös pois mittauskelvottomat kuvat tai proteesipolvet, minkä jälkeen oikean polven kuvia oli 1717 ja vasemman polven kuvia 1718. Yli 90%:ssa kuvia mukana on 30 mm halkaisijaltaan oleva kalibrointikiekko. Tässä tutkimuksessa kalibrointi kuitenkin jätetään tekemättä, koska osasta kuvista kiekko puuttuu, ja mittausten perusteella kiekon suuruus kuvissa on toistetuksi 31-32 mm. (Taulukko 1).

Taulukko 1. Akselikulmien osuus aineistossa.

	Oikea	Vasen
Varus ($\leq -1^\circ$)	112 kpl	111 kpl
	6.52%	6.46%
Valgus ($\geq 1^\circ$)	1482 kpl	1528 kpl
	86.31%	88.94%
Neutraali (0°)	123 kpl	79 kpl
	7.16%	4.60%

Metodit

Mittausmenetelmät

Kohortin kuvat ovat lyhyitä polvikuvia, joista alaraajan anatominen akseli määritetään Laxafoss ym. (2010) tutkimuksen yhteydessä esitetyllä menetelmällä. Akseli määritetään siis piirtämällä femurin ja tibian suuntavektorit, jotka leikkaavat luuhun piirretyn kahden poikkileikkauslinjan keskikohdat. Ensimmäisen linjan sijaitsee 7 cm:n etäisyydellä nivelpinnasta ja toinen suora vähintään 12 cm:n etäisyydellä nivelpinnasta. Akselikulma (FTA) lasketaan suuntavektorien leikattaessa toisensa, ja tämä kulma merkitään positiiviseksi valguksessa ja negatiiviseksi varuksessa. Kuvista mitataan myös femurin ja tibian suuntavektorin ja nivelpinnan välinen kulma. Femurista kulma lasketaan akselin distaalipään lateraalipuolelta (LDFA) ja tibiasta akselin proksimaalipään mediaalipuolelta (MPTA). Nivelpintoihin piirrettävät suorat kulkevat femurissa nivelpinnan alimmasta kohdasta, kun taas mittauksen toistettavuuden parantamiseksi tibiassa suora kulkee nivelpinnan reunimmaisesta kohdasta ylä-, ei taka- tai etureunasta. Nivelpintojen läpi kulkevien suorien välisestä kulmasta saadaan näin ollen myös nivelpintojen välinen kulma (JLCA). Vielä näistä edellä piirretyistä suorista voidaan helposti laskea polven lateraalisen (LJSH) ja mediaalisen (MJSH) nivelraon korkeus piirtämällä vertikaalinen suora nivelraon keskikohtaan nivelpintojen kulmaa määrittävien horisontaalisten suorien väliin. Toistomittauksen lukumäärä oli 20 molemmista polvista. Mittausmenetelmät kuvissa 1 ja 2.

Tulosten analysointi

Mittauksien tulokset merkittiin Excel-työpöytäkirjaan, jonka avulla laskettiin tulosten keskiarvot sekä keskihajonnat. Toistettavuuden laskemiseen käytettiin SPSS Statistics v.22 -ohjelmaa. Toistettavuuden tuloksissa käytettiin toistettavuustunnuslukua eli ICC:a (intraclass correlation coefficient), joka huomioi systemaattiset virheet paremmin kuin esimerkiksi korrelaatiokerroin. ICC(1,1 eli one-way random single measures) laskee suoraan Cronbach's alphan, joka ollessaan vähintään 0.9 tarkoittaa erinomaista yhteneväisyyttä. Luottamusväli oli 95%.



Kuva 1. Kulmien määrittäminen. Keltaiset suorat osoittavat mediaalisen ja lateraalisen nivelraon korkeuden mittauspäivät.



Kuva 2. Kulmien määrittäminen.

Mittausten virhelähteet

Kaikki mittaukset tehtiin yhden mittajaan toimesta, jolloin mittajien välisiä virhelähteitä ei esiinny. Suurta aineistoa käsiteltäessä kirjausvirheitä on toki voinut tulla. Mittauksia suorittaessa haasteellista oli määrittää luun läpi piirrettyjen poikkileikkauslinjojen alku- ja päätepisteet, sillä etenkin tibiassa luun reuna näyttäytyi osassa röntgenkuvia varsin epäselvänä. Myös tibian nivelpintaa määrittävän linjan piirtäminen oli osassa kuvissa haastavaa, sillä nivelpinta saattoi esiintyä hyvin koverana tai kuperana. Sen vuoksi linja päädyttiinkin piirtämään pinnan reunimmaisten kohtien päältä, jolloin toistettavuus oli paras. Myös runsaat osteofyytit haittasivat etenkin femurin nivelpinnan määrittystä. Nivelraon korkeus mitattiin molemmin puolin mediaalisen ja lateraalisen nivelraon silmämääräisesti määritetystä keskikohdasta, joten tässä saattoi tapahtua arviointivirheitä. Koska nivelraon korkeus mitattiin nivelpintoihin piirrettyjen suorien välistä, ei mitta yletynyt aina tarkalleen nivelpinnasta toiseen kyseisellä kohdalla, joten arvoissa on heittoja, eikä mittaukset ole todellisia nivelraon korkeuksia. Mittaukset pyöristettiin yhden asteen ja millin tarkkuuteen teknisistä syistä, sillä suuremmissa luvuissa ohjelma antoi vastauksen yhden numeron tarkkuudella.

Tulokset

Mittaustulokset

Anatomisen akselin (FTA) keskiarvo oikeassa jalassa oli 3.13° ja vasemmassa 3.26° . Oikealla 6.52% akseleista kääntyi varukseen 7.16% ollessa neutraaleja eli 0° , kun vasemmalla varuspolvien osuus oli 6.46% ja neutraalien polvien osuus 4.60% . Valgus-muoto dominoi siis selkeästi näin mitattua anatomista akselia. Valguksessa olevien akselien arvot olivat myös huomattavasti suurempia, sillä akselin arvot vaihtelivat -5° :sta 13° :een. Nivelpintojen välisen kulman (JLCA) keskiarvo oikealla oli -1.24° ja vasemmalla -0.74° , mikä tarkoittaa, että suurempi osa kulmista on varus-muotoisia eli mediaalinen nivelrako on pienempi kuin lateraalinen nivelrako. Tätä tukee myös nivelrakojen korkeudet, joiden keskiarvo mediaalipuolella oli 4.56mm ja 4.66mm ja lateraalipuolella 5.76mm ja 5.40mm . MPTA ja LDFA mitattiin samoja linjoja käyttäen, joten tulosten

yhdensuuntaisuus antaa viitteitä mittausten onnistumisesta. Keskiarvot ja keskihajonnat on koottu yhteen taulukossa 2.

Toistettavuus

Toistomittauksia tehtiin 20 kuvasta eli 20 oikeasta ja vasemmasta polvesta. Toistomittaukset, kuten kaikki mittaukset, suoritti yksi mittaja, minkä ansiosta toistettavuuden voidaan olettaa olevan hyvä. Kaikissa eri mittauksissa Cronbach`'s alpha olikin vähintään 0.90 eli toistettavuus oli erinomaista. Oikean puolen nivelpintojen välisessä kulmassa (JLCA) sekä nivelrakojen korkeuksissa (MJSH, LJSH) hajontaa oli eniten, mikä johtune siitä, että nivelpintaan piirretyn suoran määrittäminen osassa kuvista oli hankalaa, ja suurimpien vaihteluiden voitiin jo etukäteen olettaa ilmenevän näissä tuloksissa. Tulosten yhteenkoonti taulukossa 3.

Taulukko 2. Mittaustulosten keskiarvot (KA) ja keskihajonnat (KH)

	KA oikea	KA vasen	KH oikea	KH vasen
FTA, femorotibial angle	3.13°	3.26°	2.43°	2.47°
JLCA, joint line congruent angle	-1.24°	-0.74°	1.42°	1.39°
MJSH, medial joint space height	4.56mm	4.66mm	1.08mm	1.11mm
LJSH, lateral joint space height	5.76mm	5.40mm	1.31mm	1.26mm
MPTA, medial proximal tibial angle	86.27°	85.79°	2.15°	2.07°
LDFA, lateral distal femoral angle	81.93°	81.79°	2.08°	2.78°

Taulukko 3. Mittausten toistettavuus, Cronbach's alpha. CI (confidence interval) 95%.

	Oikea	Vasen
FTA, femorotibial angle	0.98	0.99
JLCA, joint line congruent angle	0.99	0.99
MJSH, medial joint space height	0.90	0.97
LJSH, lateral joint space height	0.91	0.96
MPTA, medial proximal tibial angle	0.90	0.95
LDFA, lateral distal femoral angle	0.97	0.94

POHDINTA

Nivelrikkoa ei juurikaan esiinny alle 45-vuotiailla, mutta tästä eteenpäin sairauden esiintyvyys on suhteellisen suurta ja esiintyvyys lisääntyy iän myötä. Nivelrikosta aiheutuvat haitat ovat huomattavia, joten sairauteen johtavien tekijöiden löytäminen sekä riskitekijöiden kartoittaminen on ensiarvoisen tärkeää potilaiden elämänlaadun parantamiseksi.

Koska pitkien alaraajakuvien ottaminen on kallista ja aikaavievää, aiheuttaa tarpeetonta sädetystä eikä ole kaikkialla toteuttamiskelpoinen, on vaihtoehtoisten menetelmien käyttö suotavaa. Lyhyistä polvikuvista saadut anatomisen akselin tulokset korreloivat suhteellisen hyvin mekaaniseen akseliin, mikä todistaa lyhyiden kuvien käytettävyyttä tulevaisuudessa. Mekaanisen akselin määrittämiseen on kuitenkin olemassa standardisoidut menetelmät, mikä lisää kyseisen mittaustuloksen luotettavuutta ja toistettavuutta, kun taas anatomisen akselin mittaustavoista ei vielä ole saavutettu yhteisymmärrystä.

Anatomisen akselin määrittäminen onnistuu joko PA- tai AP -kuvista, sillä molemmista kuvista tehdyistä mittauksista on saatu hyviä korrelaatioita. Reisi- ja sääriluun suuntaisten suorien määrittäminen voidaan tehdä yhden 10 cm etäisyydelle piirretyn poikkileikkauslinjan mukaan, mikä onkin melko yleinen tapa. Laxafossin esittämä kahden poikkileikkauslinjan käyttäminen lisää kuitenkin toistettavuutta ja tarkkuutta, minkä vuoksi kyseistä tapaa tulee harkita mittauksia tehtäessä. Tällä tavalla saatujen anatomisten akselien arvot kuitenkin kääntyvät suurimmaksi osaksi valgukseen, kun aiemmin mainitulla tavalla suurin osa tuloksista on varusta, mikä tulee huomioida veratessa tutkimustuloksia toisiinsa.

Rotaation vaikutus akselikulmiin on huomion arvoista. Ensinnäkin anatomisen akselin kulmanmuutos on suorassa yhteydessä rotaatioon siten, että sisärotaatio muuttaa kulmaa valgukseen ja ulkorotaatio vastaavasti varukseen. Myös varauksen aiheuttama voimavektori siirtyy rotaatiossa. Rotaation vaikutus tulee kuitenkin ilmi paremmin lyhyissä polvikuvissa, minkä vuoksi mekaanisen akselin arvojen voidaan ajatella olevan stabiileimpia.

Nivelen luupintojen kuluminen sekä rustokato ovat geneettisten tekijöiden ohella suurimmat syyt nivelen kääntymiseen varukseen tai valgukseen. Myös traumailla ja kehityksellisillä tekijöillä on varmasti oma osuutensa asiaan. Kuitenkin voidaan todeta, että varus-polvi lisää lateraalisen nivelraon kuormittumista ja näin ollen kyseisen nivelraon kapenemista, kun vastaavasti valgus-polvi lisää kuormitusta mediaalisella puolella.

Muiden mittaustapojen, kuten inklinometrin ja goniometrin, käytöllä on mahdollista saada yllättävänkin hyviä tuloksia, mutta niiden edellytyksenä on mittauksen suorittajan hyvä asiantuntevuus ja virhelähteiden minimointi. Kliinisten mittaustapojen käyttö esimerkiksi kliinisessä työssä voi antaa hyviä tuloksia ja saman potilaan ja saman mittaajan kohdalla arvoja voidaan käyttää seurannassa, mutta tuloksia ei tulisi vertailla muihin tutkimusaineistoihin huonon korrelaation ja mittaustekniikan vaihtelevuuden vuoksi.

Kohortti 1966 -aineistosta tehdyt mittaustulokset ovat yhdensuuntaisia ja varsin hyviä toistettavuudeltaan. Näin ollen mittaustapaa voidaan pitää varsin onnistuneena. Anatomisen akselin arvot eivät kuitenkaan ole suoraan verrannollisia moneen muuhun tutkimukseen, sillä erilaisen mittaus-tavan vuoksi arvot vaihtelevat melko suuresti. Laxafossin omiin tuloksiin verrattuna mittaustulokset ovat kuitenkin samansuuntaisia, ja toistettavuuden kannalta kyseinen mittaustapa on osoit-tautunut varsin hyväksi.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Akselikulmien määrittämiseen voidaan mekaanisen akselin ohella käyttää anatomista akselia. Yhteisymmärrystä ja standardisoitua menetelmää siitä, millä tavalla akselikulmat tulisi mitata ei kuitenkaan vielä ole. Yhden poikkileikkauspisteen suora korrelaatio mekaaniseen akseliin on hyvä, mutta kahden poikkileikkauspisteen tekniikka parantaa toistettavuutta ja tarkkuutta. Myös rotaation vaikutus lyhyissä kuvissa on huomattavaa, minkä vuoksi standardisoitujen mittausme-netelmien laatiminen vaatii lisää tutkimusta.

Ikääntyminen lisää akselikulmien suuruutta. Mekaanisesta akselistä puhuttaessa voidaan todeta varus-polven lisäävän mediaalista nivelrikkoa ja valgus-polven lisäävän lateraalista nivelrikkoa, ja kulmien suuruus korreloi nivelraon kapenemisen suuruuteen. Myös polvikivun paheneminen sekä liikkumisen hankaloituminen ovat yhteydessä akselikulmien suuruuteen.

LÄHTEET

Hinman RS, May RL, Crossley KM. Is there an alternative to the full-leg radiograph for determining knee joint alignment in osteoarthritis? *Arthritis Rheum* 2006; 55(2): 306-313.

Hunter DJ, Zhang Y, Niu J, Tu X, Amin S, Goggins J, Lavalley M, Guermazi A, Gale D, Felson DT. Structural factors associated with malalignment in knee osteoarthritis: the Boston osteoarthritis knee study. *J Rheumatol* 2005; 32(11): 2192-2199.

Kraus VB, Vail TP, Worrel T, McDaniel G. A comparative assessment of alignment angle of the knee by radiographic and physical examination methods. *Arthritis Rheum* 2005; 52(6): 1730-1735.

Käypä Hoito -suositus 2012. Saatavissa:

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50054>.

Laxafoss E, Jacobsen S, Gosvig KK, Sonne-Holm S. The alignment of the knee joint in relationship to age and osteoarthritis. *Skeletal Radiol* 2013; 42(4): 531-540.

Lee YS, Lee BK, Lee SH, Park HG, Jun D-S, Moon DH. Effect of foot rotation on the mechanical axis and correlation between knee and whole leg radiographs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21: 2542-2547.

McDaniel G, Mitchell KL, Charles C, Kraus VB. A comparison of five approaches to measurement of anatomic knee alignment from radiographs. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18(2): 273.

Navali AM, Bahari LA, Nazari B. A comparative assessment of alternatives to the full-leg radiograph for determining knee joint alignment. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2012; 4: 40.

Radtke K, Becher C, Noll Y, Ostermeier S. Effect of limb rotation on radiographic alignment in total knee arthroplasties. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130: 451-457.

Sharma L, Song J, Dunlop D, Felson D, Lewis CE, Segal N, Torner J, Cooke TDV, Hietpas J, Lynch J, Nevitt M. Varus and valgus alignment and incident and progressive knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2010; 69(11): 1940-1945.

Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA* 2001; 286(2).

OULUN YLIOPISTO
Lääketieteellinen tiedekunta
Lääketieteen koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Mäntylä, Johanna: Polven akselikulmien radiologinen mittaaminen ja mittausten toistettavuus sekä akselikulmien merkitys nivelrikon esiintyvyyteen

Syventävien opintojen tutkielma: 20 sivua, 1 liite (1 sivu)

Polven akselikulmat ja niiden merkitys nivelrikon syntyyn ja esiintyvyyteen on aktiivisen tutkimuksen kohteena. Aikaisempaa standardisoitua mekaanisen akselin mittaustapaa on verrattu anatomiseen akseliin, joka määritetään lyhyistä polvikuvista pitkien sijaan. Tämä tutkielma vertailee erilaisia anatomisen akselin mittaustapoja sekä niiden korrelaatioita mekaaniseen akseliin, sekä kokoaa yhteen akselikulmien merkitystä nivelrikossa.

Omien mittausten aineistona on käytetty Pohjois-Suomen syntymäkohortti 1966 henkilöitä. Kohortti sisälsi 1724 polvien lyhyttä röntgenkuvaa eli 3448 polvea, joista määritettiin radiologisesti polven akselikulmia. Kulmien varus-muodot merkittiin negatiivisiksi ja valgus-muodot positiivisiksi. Toistomittausten avulla määritettiin lisäksi mittausten toistettavuutta.

Oikeassa polvessa anatomisen akselin (FTA) keskiarvoksi saatiin 3.13° ja vasemmassa polvessa 3.26° . Valgus-muoto dominoi selkeästi akselin arvoja, sillä oikealla vain 6.52% prosenttia polvista oli varus-muotoja, kun vasemmalla luku oli 6.46%. Myös mittausten toistettavuus oli erinomainen, sillä kaikista kuudesta eri mitatusta arvosta Cronbach's alpha oli vähintään 0.90.

Tuloksia vertaillaessa täytyy kuitenkin huomioida, että eri mittaustavoista riippuen kaikkien esitettyjen tutkimusten tulokset eivät ole vertailukelpoisia. Anatomisen akselin mittaukseen esitettiin yhden ja kahden poikkileikkauslinjan mittaustapaa, joista jälkimmäisellä omat mittaukset suoritettiin. Kahden linjan tapaa puoltaa toistettavuuden ja tarkkuuden parempi osuvuus. Vertailututkimuksista kävi ilmi myös se, että polvien rotaatio muuttaa kulmaa, mikä tulee vielä paremmin esiin lyhyissä polvikuvissa. Nivelpintojen kuluminen, nivelen rustokato sekä geneettiset tekijät on todettu olevan tärkeimpiä polvien nivelrikkoa aiheuttavia tekijöitä. Varus-polven on todettu olevan riski mediaalisen nivelraon kapenemisella ja nivelrikon pahenemiselle, kun valgus-polvi nostaa lateraalisen nivelraon kapenemisen riskiä. Akselikulmat myös suurenevat nivelrikkopotilaan ikääntyessä.

Avainsanat: akselikulmat, anatominen akseli, mekaaninen akseli, polvinivelrikko, valgus, varus