

Aikuisen rangan deformiteetin kuvantaminen koko rangan ryhtikuvalla: kuvaustekniikka ja mittaukset rtg-kuvasta

Kati , Ero Kauppinen, Tero Irmola, Maija Pellinen, Tiina Tamminen

Keski-Suomen keskussairaala

Adult spine deformity affects the vertebral column in three dimensions. To properly diagnose and treat coronal, sagittal and rotational deformities, proper full-length standing radiographs are needed. Contrary to adolescent spine deformities, adult deformity consists of degenerative changes of multiple etiology, which eventually lead to loss of balance of the spine. MRI is a basic examination of adult spine complaint. When surgery is considered, either lumbar and thoracic standing and bending radiographs are taken. When a deformity is recognized on previous examinations or suspected clinically, it is recommended to supplement or replace diagnostics with radiographs, which allow detailed analysis of the deformity, i.e. full length standing radiographs in sagittal and coronal dimensions. When surgical correction of the deformity is considered, lateral bending x-ray images give more information of flexibility or rigidity of the curves and reciprocal potential of non-curved spine. SRS-Schwab classification enhances the measurement of not only sagittal alignment but also the pelvic parameters. Poor x-ray image quality, non-constant protocol of patient positioning and non-calibrated measurement tools can lead a clinician to wrong conclusions. In this paper we describe methods of producing standardized and reliable full length standing spine radiographs of good quality. Technical demands, patient positioning and the measurements to be obtained from the x-rays are described.

Murtumien hoidossa anatomian ja raajan akselisuuntien palauttaminen takaisin fysiologiseksi on yksi kiistattomista pääperiaatteista. Degeneratiivisissa sairauksissakin luiden ja nivelten optimaalinen akseli on tärkeä tukirangan funktion parantamiseksi ja kivun hoitamiseksi. Polven tekonivelkirurgiassa raajan kuormitettu akselisuuntien mittausta kuuluu leikkaussuunnittelun perusteisiin. Aikuisten lanneselän degeneratiivisten muutosten kirurgiassa diagnostiikkaan on perinteisesti kuulunut lanneselän natiivikuvaus seisten sekä MRI muttei rangan balanssia määrittävää tutkimusta. Usein tutkimuksia täydennetään lanneselän etu-takasuunnan taivutuskuvilla spondylolisteesin tai degeneroituneen välilevyn instabiliteetin arvioimiseksi (1,2).

Rangan degeneratiiviset ryhtimuutokset ovat kolmiulotteisia sisältäen koronaali- ja sagittaalisuunnan häiriön sekä rotaatiivirheen. Dubousset (3) loi käsitteen kehon tasapainon ylläpitämisen taloudellisista rajoista, n.k. cone of economy, jonka ulkopuolella pystyasennon ylläpitäminen vaatii runsaasti lihasvoimaa ja voi johtaa lihasten väsymiseen, funktionaaliseen kipuun ja toimintakyvyn haittaan. Hoidon tulisi siten pyrkiä palauttamaan tukiranka tuon taloudellisen kartion sisään.

Rangan degeneratiivisten muutosten hoito kirurgialla ja varsinkin luudutuskirurgialla on lisääntynyt vuosi vuodelta. Lyhyenkin segmentin epäedullinen degeneratiivinen tai iatrogeeninen muutos voi johtaa lisääntyvään rangan epätasapainoon ja toisaalta kape-

an alueen tarkastelu rajallisilla kuvantamisilla voi estää kirurgia näkemästä koko rangan ongelmaa ja jotta vaikutukseltaan riittämättömään toimenpiteeseen. Lanneselän luudutuskirurgian lisäksi tarve harkita sagittaalisen tasapainon korjaavaa laajempaa leikkausta on lisääntynyt monista eri syistä. Suuret ikäluokat tulevat ikään jossa degeneratiiviset sairaudet alkavat kumuloidua ja vaatia operatiivista hoitoa. Eri aineistoissa on arvioitu aikuistyyppin skolioosin esiintyvyydeksi 2-32 % koko väestöstä (4,5). Tuoreemmassa amerikkalaisen ikääntyneen väestön tutkimuksessa deformiteettien esiintyvyydeksi saatiin jopa 68% vanhemmasta 60-80 vuotiaiden ikäluokasta (6). Aikuisten rangan deformiteetit ovat etiologialtaan moninaisia. Joukossa on de-novo-tyyppisiä degeneratiivisia muutoksia, nuoruusiän tukirangan deformiteettien progressiota sekä sekundaarisista syistä (infektio, murtumat, tuumorit) aiheutuvia deformaatioita (7). Eliniän ennuste on pidentynyt ja samalla väestön yleinen vaatimustaso terveydenhuollon palveluja kohtaan on tiukentunut. Muiden sairauksien hoitojen tehostuminen ja teknisten mahdollisuuksien kehittyminen, eli perinteisten vasta-aiheiden väheneminen, luo paineita tarjota potilaille hoitoa aikuisten rangan deformiteetteihin, joiden hoitoa on pidetty riskialttiina ja kustannustehotomana (8).

Vaikka koko rangan kuvantaminen lisää yleensä selkäpotilaan kuvantamisen yhteenlaskettua säteilyaltistusta, kuvantamisen merkitys rangan luudutuskirurgian leikkaussuunnittelussa on kasvamassa. Hyvällä kuvan laadulla voidaan vähentää tarvetta erillisen lannerangan natiivikuvan ottoon, eikä potilaan säteilyaltistus siten kasva kovin paljon. Lannerangan natiivikuvan efektiivinen annos AP-kuvassa on n. 0,30 mSv ja sivukuvassa n. 0.17 mSv ja siihen verrattuna koko vartalon ryhtikuvissa efektiivinen annos on pienempi (taulukko 1). Isomman säteilyaltistuksen antavan rangan lannerangan natiivikuvan diagnostinen merkitys on vähäinen tilanteissa joissa sairauden vaikeus indisoi joka tapauksessa MRI-kuvantamisen, ja ryhtikuvan laatu on riittävän hyvä rangan mekaanisten yksityiskohtien tarkasteluun.

Keski-Suomen keskussairaalassa aikuisten koko rangan ryhtikuvausten määrä on kasvanut viimeisen viiden vuoden aikana. Rangan ryhtikuvan ottamiseen liittyy paljon virhelähteitä ja tarkan kuvan laadun saavuttaminen voi olla ongelmallista. Kaikki natiivikuvauslaitteet eivät sovellu hyvälaatuisen ryhtikuvan ottamiseen. Potilaan kuvausasettoon liittyy paljon virhelähteitä, joten hyvä ohjeistus oikeasta asettelus-

Taulukko 1. Koko rangan ryhtikuvan efektiivinen sädeannos

Efektiivinen annos 70-80 kg aikuiselle miehelle, 3-osainen koko rangan kuvaus. Annos arvioitu PCXMC-simulaatio-ohjelman avulla (Säteilyturvakeskus STUK).

AP-suunta	0,22 mSv
PA-suunta	0,14 mSv
Sivusuunta	0,14 mSv

Kuvausarvot:

AP:80 kV, 25 mAs, ei lisäsuodatusta
Sivu: 90 kV, 40 mAs, ei lisäsuodatusta
SID 200 cm (Source Image Receptor Distance)

ta on tärkeä, että ryhtikuvasta voidaan mitata kaikki ne suureet, joita tarvitaan rangan deformiteetin analysointiin. Hyvä ja luotettava ryhtikuva saavutetaan vain röntgenosaston ja ortopedien tiiviillä yhteistyöllä.

Kuvantaminen

Koko rangan natiiviröntgenkuvaus (aikuisten skolioosikuvaus, rangan ryhtikuvaus) suoritetaan AP-suunnasta varsinkin isokokoisilla potilailla. Vaikka AP-suunta on säteilyaltistuksen kannalta huonompi vaihtoehto, voidaan kuvaussuunta perustella paremmalla kuvanlaadulla. Koska kuvattava kohde on lähempänä detektoria, on geometrinen suurennos pienempi ja kuvanlaatu siten parempi. Vain murto-osa kuvauksessa käytetystä säteilystä läpäisee potilaan ja osallistuu kuvan muodostamiseen. Suuri osa säteilystä siroaa tai absorboituu potilaaseen. Potilaassa tapahtuva säteilyn siroaminen heikentää kuvanlaatua, minkä vuoksi aikuisten skolioosikuvauksissa käytetään aina hilaa. Lapset ja pienikokoiset potilaat kuvataan useimmiten PA-suunnasta.

Potilaan kuvausasettelu

Koko rangan kuvaus asetteluineen kestää n. 10-20 minuuttia. Potilaan tulisi kyetä seisomaan ja ylläpitämään liikkumaton asento tuon ajan. Ongelmallaneita aiheuttavat lonkkien ja polvien kivuliaat ja liikerajoitteiset tilat, neurologiset ja neuromuskulaariset sairaudet (esim. Parkinsonin tauti, myopatiat, halvaukset) ja pystyasennon ja tasapainon ylläpitämisen vaikeus, ko-operaation puute ja postoperatiivisilla potilailla liian varhainen kuvausvaihe ja kipu. Kuvaus-



Kuva 1. Koko rangan kuvantaminen (AP) ja osista yhdistetty valmis kuva. Koronaalisuunnan mittaukset: C7 luotisuora, rinta- ja lannerangan Cobbin kulmat.

telineessä voi käyttää sivutukia, joiden avulla potilas pääsee kuvausasentoon ja voi tukeutua niihin kuvauksen väliaikana. Tuolloin on huolehdittava, että nojaaminen kuvauksen aikana ei vaikuta kuvausasentoon ja selän ryhtiin.

Mikäli raajojen pituusero on yli 2 cm, se tulisi huomioida kuvantamisessa ja lyhyemmän raajan alle laittaa korotus joka jättää enintään 1 cm puolieron. Puoliero arvioidaan kliinisesti suoliluuharjat palpomalla ja tarvittaessa lasermitalla vaaka- ja pystysuunta toteamalla. Mikäli potilaalla on jo todettu ja mitattu puoliero ja se on korjattu päivittäiseen liikkumiseen esim. ortopedisella kengällä, käytetään tätä mitattua korotusta. Kuvaukseen liittyvät lisätoimenpiteet tai asettelun ongelmat rtg-hoitaja kirjaa kuviin pysyväksi tiedoksi. Oma erityisryhmänsä ovat pyörätuolilla liikkuvat potilaat, joiden rangasta arvioidaan istumaryhtiä ja -tasapainoa. Kuvantamiseen käytetään mahdollisuuksien mukaan samoja periaatteita kuin seisaaltaan kuvattaessa, mutta samoja mittauksia rgt-kuvasta ei voida suorittaa. Sädesuojauksesta huolehditaan käytämällä miehillä kivessuojaa ja kaikilla rintasuojaa mikäli se ei tule kuva-alueelle rangan virheasennon vuoksi.

AP/PA-kuva

Potilas asetellaan kuvauslaitteeseen seisontatelineen keskelle nojaamatta taustakalvoon. Jalkaterien väliin asetellaan 12 cm leveä puulevy, jonka avulla jal-

katerien suunta ja seisoma-asento saadaan mahdollisimman suoraksi ja vakioiduksi. Potilasta kehoitetaan varaamaan tasaisesti molemmilla alaraajoilla. Seisoma-asennossa huomioidaan, että polvet ja lonkat eivät jää koukkuun, lantio ja vartalo viistoon eikä koko potilas kallistu virheellisesti eteen tai taakse. Yläraajat saavat laskeutua omalla painollaan vartalon viereen, katse ohjataan eteenpäin ja leukaa tarvittaessa kohotetaan että kaularanka tulee hyvin esiin leuan alta. Kuva-alueeksi rajataan koko ranka korvanlehden alareunan tasolta alaspäin siten, että reisiluun päät tulevat myös näkyviin kuvakentän alaosassa. Orbitan alue ei saa olla kummankaan suunnan kuvassa. Kuva-alueelle asetetaan puoli- (vasen/oikea) ja ”seisten”-merkki. Molempien suuntien kuvauksessa kuva-alueelle rangan sivulle asetetaan mitta, joka helpottaa kuvaliitosten arviointia. Kuvausten ajan potilas on hengittämättä (kuva 1).

Sivusuunnan kuva

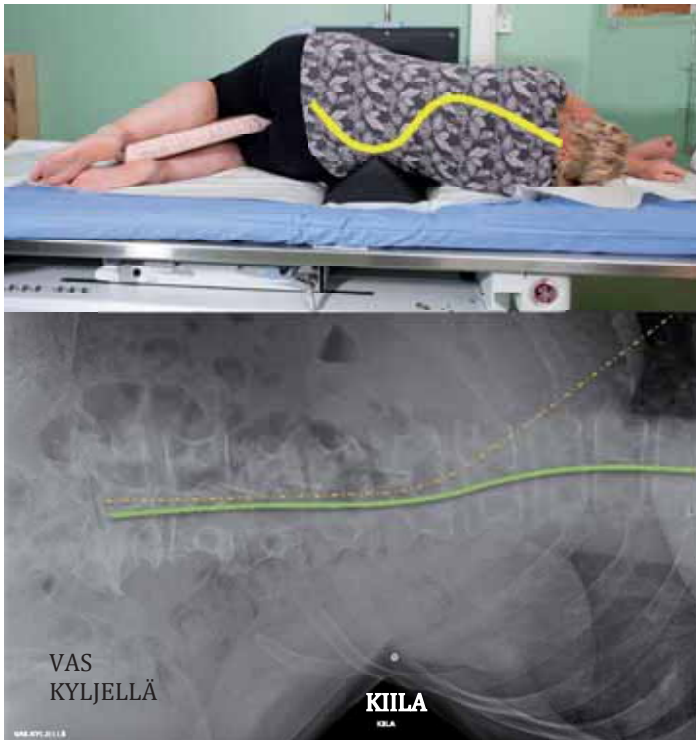
Potilas käännetään kuvauslaitteen seisontatelineellä vasen kylki kuvaavaan yksikköön päin. 12 cm puulevy pidetään jalkaterien välissä ohjaamassa seisoma-asentoa. Alaraajojen asento ja vartalon kallistumat tarkastetaan kuten AP-kuvauksessa. Yläraajat lasketaan vartalon eteen säädettävälle poikkitangolle siten, että käsiin ei nojata, vaan kädet lepäävät vapaasti tangon päällä ilman kannattelua ja olkavarren ja vartalon välinen kulma on 30 astetta (9,10). Vaihtoehtoisesti potilas voi pitää kiinni kangasliinasta, jos tankoon nojaaminen tulee ongelmaksi. Katse ohjataan eteenpäin ja pään asento oikaistaan neutraaliksi kääntämättä kuitenkaan kaularankaa. Varmistetaan, että lantio on kohtisuorassa kuvauslaitetta vasten eikä kuva ole lantiosta viisto. Reisiluun päiden keskipisteiden tulisi summautua mahdollisimman lähelle toisiaan. Kuva-alueeksi rajataan koko ranka kallonpohjasta reisiluun päihin saakka (kuva 2).

Deformiteetin oikaisukuvaus:

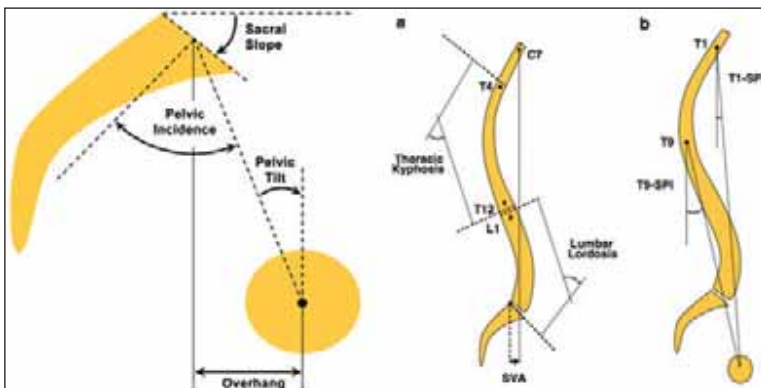
Aiemmin otetuista skolioosikuvista ja rankaa palpomalla arvioidaan käyryyden huippu. Paikka merkataan iholle tussilla asettelun helpottamiseksi. Lähetteessä tulee olla maininta kiilauskohdista sekä nikaman lukuna että ulkoisina maamerkkeinä kuvattuna. Potilas asetellaan kiilattavalta kohdalta kyljelleen kolmion muotoisen kiilatyydyn päälle. Tyynyssä on metallihau-li kärjen kohdalla osoittamassa tarkkaa kiilauskohtaa. Kuvaan merkitään kummalla kyljellä maaten kuva on



Kuva 2. Sagittaalisuunnan kuvantaminen. Käsien tukemiseen vaihtoehtona poikittainen säädettävä teline tai oteliina, pyritään estämään nojautuminen käsitukeen (a). Valmiista kuvakoosteesta mitattu TK, LL, SVA, SS, PT, PI (b). Väärin kuvausasennon ja -rajauksen vaikutus kuvan laatuun samalla potilaalla (c,d)



Kuva 3. Skolioosin oikaisukuvaukseen. Kiilan paikka merkitään halutun käyryyden kohdalle ja potilas asetellaan kiilan päälle.



Kuva 4. Sagittaalisen balanssin ja lantion parametrien mittaaminen (13). Koko rangan rtg-kuvauksessa hyvää kuvantarkkuutta vaativat anatomiset referenssipisteet.

otettu ja missä kiila on. Asettelussa varotaan vartalon kiertymistä. Hankalaa ja usein kivuliasta kuvausasettoa voi helpottaa asettamalla tyyny polvien väliin ja ohjeistamalla potilaat ottamaan vahvinta heille kirjoitettua kipulääkettä ennen kuvausta. Potilaan tulisi pystyä makaamaan kiilausasennoissa mahdollisimman rentona. Kyfoosin oikaisukuva otetaan selinmakuulla kiila kyfoosin huipun alla. Kuvauksen jälkeen huolehditaan että potilas on kotiutuskuntoinen eikä kuormituskuva ole aiheuttanut hallitsematonta kipua tai uusia neurologisia oireita (kuva 3).

Kuvien liittäminen

Skolioosikuva otetaan liittämällä useita yksittäisiä kuvia yhteen selkärangan alueelta. Kuvauksen onnistumisen kannalta on oleellista, että laitteisto osaa liittää kuvat oikein. Automaattinen liittäminen perustuu vierekkäisissä kuvissa oleviin tiheyseroihin ja muotoihin. Ohjelmisto etsii vastaavuuksia siltä alueelta, joka menee vierekkäisissä kuvissa hieman päällekkäin (overlapping-alue). Vaikka röntgenhoitajat tarkistavatkin jokaisen liitoskohdan heti kuvauksen päätteeksi ja liittävät kuvat tarvittaessa manuaalisesti vierekkäisten kuvien anatomisten vastinpisteiden avulla, kuvien automaattinen liittäminen nopeuttaa kuvien käsitteilyä. Oikean geometrian ja luotettavien mittaustulosten saavuttamiseksi otetaan kuvien automaattisessa yhdistämisessä huomioon röntgenputken ja detektorin asento ja sijainti sekä kuvattavan kohteen etäisyys detektorista. Kuvauksen ja detektorin välinen etäisyys (COI = Center Of Interest) ilmoitetaan kuvausvaiheessa laitteelle. Potilaan liikkuminen kesken kuvauksen tai potilaassa oleva metalli voivat aiheuttaa ongelmia automaattisessa liittämässä. Joskus myös rangan samanlaisena toistuva rakenne voi aiheuttaa sen, että peräkkäiset nikamat yhdistyvät liitoskuvaan väärin. Tämän vuoksi kuva-arkistoon lähetetään liitoskuvan lisäksi myös alkuperäiset kuvat, jotta liitoksen onnistuminen voidaan varmistaa myös jälkikäteen.

Valotus

Koska kuvattavalla alueella voi olla suuria paksuuseroja esimerkiksi selkärangan yläosan ja vatsan kohdalla, tulee kuvauslaitteen detektorin dynamiikan olla hyvä. Ohuet alueet voivat helposti jäädä tummiksi eli ns. palaa puhki, kun taas paksut kohdat jäävät vaaleiksi tai hyvin rakeisiksi. Röntgenkuvan luentaparametrit vaikuttavat kuvan ulkonäköön. Niitä muuttamal-

la saadaan kuva tasalaatuisesti koko kuvausalueelta. Luentaparametrit säädetään laitetoimittajan ohjeiden avulla, mutta laitteen hienosäätöä tehdään myös kuvausyksikössä fyysikon ja vastuuhoitajien toimesta. Aikuiset potilaat kuvataan yleensä laitteen valotusautomaatiikalla. Automaattivalotus pitää omalta osaltaan huolen siitä, että erilliset kuvat valottuvat oikein. Automaattivalotus toimii oikein vain sellaisilla potilailla, joilla ei ole rangassa metallia ja ranka on riittävän suora. Valotusautomaatin mittakammion on osuttava rangan kohdalle, jotta valotus onnistuu. Jos edellä mainituista syistä automaattivalotusta ei pystytä käyttämään, kuvataan potilas tavallisella liitosohjelmalla, jonka kuvausparametreja muokataan potilaan koon mukaan.

Kuvanlaatua seurataan määräajoin tehtävin fantomimittauksin. Niiden avulla tarkistetaan valotusautomaatin oikea toiminta ja kuvanlaatu. Testikuvista tarkistetaan matalakontrastikohteiden ja viivaparien näkyvyys sekä kuva-alan tasaisuus. Tämän lisäksi myös kliinisten kuvien laatua arvioidaan säännöllisesti. Laadunvalvontaan liittyy myös hoitajien kuvatyöaseman monitorin säännöllinen tarkistaminen AAPM TG18-QC –testikuvan avulla (American Association of Physicist in Medicine 2005 yleistestikuva).

Koko rangan ryhtikuvista tehtävät mittaukset

Oikea röntgenkuvaustekniikka tuottaa hyvälaatuisia ryhtikuvia, joista voidaan luotettavasti tehdä mittauksia ja määrittää suureita, jotka edelleen auttavat deformiteetin analysoinnissa. SRS-Schwab-luokitus (11) pyrkii kuvaamaan deformiteetin vaikeusastetta kliinisenä kokonaisuutena ja ohjaamaan hoitovaihtoehtoja koko rangan rtg-kuvista mitattavien parametrien avulla (taulukko 2).

AP-suunnan kuvasta arvioidaan deformiteetin koronaalisuunnan keskeiset ominaisuudet. Kaarevuuden huippunikama on nikama, joka poikkeaa eniten keskiviivasta. Cobbin menetelmällä lasketaan koronaalinen angulaatio eli kaarevuuden suuruus sekä rinta- että lannerangasta. Ylimmästä nikamasta yläpäätelevyvä sivuavalle viivalle ja alimmaisesta nikamasta alapäätelevyvä sivuavalle viivalle piirretään kohtisuorat, joiden välinen kulma määrittää Cobbin kulman. SRS-Schwab luokituksen mukaan kaarevuuden tyyppejä on neljä. Koronaalibalanssia arvioidaan alimman kaulanikaman (C7) keskikohdasta piirretyn luotisuoran ja sacrumin vertikaaliseen keskikohdan välisen poikkeaa-

Taulukko 2. SRS-Schwab aikuisdeformiteettiluokitus. Koko rangan ryhtikuvasta luokitukseen tarvitaan käyryksi- en Cobbin kulmat, PI-LL, SVA ja PT. (11)

Koronaalisuunnan käyryystyyppi	Sagittaaliset muuttujat
T: Vain torakaalinen Lannerangan käyryys < 30°	PI miinus LL 0 : 10 asteessa + : kohtalainen 19-20° ++: merkittävä > 20° ++ : SVA > 9,5 cm ++ : PT > 30°
L: TL / Vain lumbaalinen Torakaalinen käyryys < 30°	
D: Kaksoiskäyryys T ja TL/L käyryys > 30°	
N: Ei suurta koronaalisuunnan deformiteettia Kaikki koronaaliset käyrykset <30°	
TL = torakolumbaalinen, PI= Pelvic Incidence, LL= Lumbar Lordosis, SVA=C7-S1 takakulman poikkeama, PT=Pelvic Tilt.	

man avulla. Vasemmalle olevasta balanssista puhutaan negatiivisena.

Sivukuvasta määritetään sagittaaliset parametrit (12). Rintarangan kyfoosi mitataan T4 nikaman yläpäätelevyä sivuavalle viivalle ja T12 nikaman alapäätelevyä sivuavalle viivalle piirrettyjen kohtisuorien välisestä kulmasta. Lannerangan lordoosi mitataan L1 nikaman ja S1 nikaman yläpäätelevyjä sivuavien viivojen kohtisuorien välisestä kulmasta. Horisontaalinen poikkeama (sagittal vertical axis, SVA) määritetään S1 nikaman posterosuperiorisesta ja C7 nikaman keskikohdan luotisuoran välisestä erosta. Torson inkliinaation kuvaamiseksi voidaan käyttää T1 tai T9 nikamien keskikohdan ja reisiluiden päiden keskikohdan välisen viivan ja nikamista piirretyen luotisuoran välistä kulmaa (T1-SPI ja T9-SPI) (kuva 4).

Tärkeä osa rangan sagittaalisen tasapainon arvioinnissa on lantion suureilla. Kirjallisuudessa on kuvattu kolme pelvistä parametria (13). Sacrumin morfologiaa ja sakraalista inkliinaatiota kuvaa sacral slope (SS), joka on määritelty horisontaalisen linjan ja sacrumin päätelevyn välisenä kulmana. Pelvic tilt (PT) kuvaa kompensatiomekanismia ja vaihtelee sagittaalisen korjaustarpeen ja lantion rotaatiokyvyn mukaan. PT lasketaan sacrumin päätelevyn keskikohdan ja reisiluunpäiden keskikohdan välisen akselin ja vertikaalisen suoran välisestä kulmasta. Kun PT suurenee, puhutaan lantion retroversiosta ja pienillä arvoilla anteversiosta. Suuri PT aiheuttaa lantion hyperextensionin ja pystyasennon säilyttämiseksi myös lonkanivelten on yliojennuttava. Pelvinen insidenssi (PI) on morfologinen aikuisiällä muuttumaton parametri, joka määrittää lannerangan lordoosin. Mitä suurem-

pi pelvinen insidenssi, niin sitä suurempi on potilaan tarvitsema lumbaalinen lordoosi. Pelvinen insidenssi on sacrumin yläpäätelevyn keskikohdan kohtisuoran ja keskikohdan ja reisiluiden päiden keskikohtaan vedetyn viivan välinen kulma. Lantion parametrit muodostavat yhtälön $PI = PT + SS$. (12,13). Sagittaaliset määritteet SRS-Schwabin luokituksessa ovat PI-LL, joka kuvaa kulmien PI ja LL välistä erotusta sekä kokonaisryhtiä kuvaavaa SVA ja lantion retroversion suuruutta kuvaava PT (taulukko 2) .

Lopuksi

Aikuisten koko rangan ryhtikuva ei ole perinteinen diagnostinen kuvantaminen, vaan pikemminkin ortopedin työkalu rangan muodon mittaamiseen. Harvoin radiologin odotetaan antavan lausuntoa aikuisen skolioosikuvasta. Säteilyaltistuksen vähentämiseksi lannerangan natiivikuva voidaan leikkauspotilailla korvata ryhtikuvalla, mutta tuolloin hyvästä kuvan diagnostisesta laadusta on huolehdittava. Rangan ryhtikuvan perusteella voidaan tehdä potilaan ryhtiin kajoavia raskaita leikkauksia. Ortopedin on yhteistyössä radiologian yksikön kanssa huolehdittava, että tuotettu kuva vastaa todellista rangan deformiteettia ja kuva on riittävän laadukas mittapisteiden määrittämiseksi.

Kirjallisuus

1. Manninen H, Mahlamäki S, Soimakallio S. Taivutuskuvaus lannerangan epästabiliuden diagnostiikassa. *Duodecim*. 1987;103:379-388.
2. Pearson AM, Lurie JD, Blood EA, Frymoyer JW, Braeutigam H, An H, ym. SPORT: Radiographic predictors of clinical outcomes following operative or non-operative

- treatment of degenerative spondylolisthesis. *Spine*. 2008 December 1;33(25):2759–2766.
3. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein SL, ed. *Pediatric Spine: Principles and Practice*. New York, NY: Raven Press; 1994.
 4. Carter OD, Haynes SG. Prevalence rates for scoliosis in US adults: results from the first National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Epidemiol*. 1987;16:537-544.
 5. Perennou D, Marcelli C, Herisson C, ym. Adult lumbar scoliosis. Epidemiologic aspects in a low-back pain population. *Spine*. 1994;19:123-128.
 6. Schwab F, Dubey A, Gamez L, ym. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine*. 2005;30:1082-1085.
 7. Aebi M. The adult scoliosis. *Eur Spine J*. 2005 Dec;14(10):925-948. Epub 2005 Nov 18. Review.
 8. Smith J, Shaffrey CI, Berven S, Glassman S, Hamill C, Horton W, ym. Operative versus nonoperative treatment of leg pain in adults with scoliosis. A retrospective review of a prospective multicenter database with two-year follow-up. *Spine*. 2009;16:1693-1698.
 9. Marks M, Stanford C, Newton P. Which lateral radiographic positioning technique provides the most reliable and functional representation of a patient's sagittal balance? *Spine*. 2009 Apr 20;34(9):949-954.
 10. Aota Y, Saito T, Uesugi M, Ishida K, Shinoda K, Mizuma K. Does the fists-on-clavicles position represent a functional standing position? *Spine*. 2009 Apr 15;34(8):808-812.
 11. Schwab F, Ungar B, Blondel B, Buchowski J, Coe J, Deinlein D, ym. Scoliosis Research Society – Schwab adult spinal deformity classification. *Spine*. 2012;12:1077-1082.
 12. Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy J-P. Pelvic tilt and truncal inclination. Two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine*. 2009;17:E599-E606.
 13. Schwab F, Lafage V, Boyce R, Skalli W, Farcy JP. Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. *Spine*. 2006 Dec 1; 31(25):E959-967.