

Onko DXA-tutkimus luotettava?

► Luuntiheysmittauksia kaksiennergisellä röntgenabsorptiometriat -tekniikalla (DXA = dual xray absorbtion) käytetään osteoporoosin diagnostiikkaa ja hoidon tehon arvioinnissa. WHO:n osteoporoosin määritelmä perustuu tähän tekniikkaan. Kirjallisuudessa on hyvin vähän arvioitu DXA -tutkimuksen luotettavuutta ja virhelähteitä. Ilmeisesti DXA on luotettava silloin, kun arvot ovat matalia. Väärän negatiivisen tai positiivisen tuloksen mahdollisuus on kuitenkin otettava huomioon. DXA:n antaessa normaalin arvon potilaalla voi olla vaikea-asteinen osteoporoosi. Arvojen parantuminen voi johtua osteoporoottisten murtumien synnystä.

Osteoporoosin hoitosuositus

Määritelmän mukaan osteoporoosi on luuston sairaus, jossa luun lujuuden heikentyminen altistaa murtumalle. Luun lujuus kuvastaa sekä sen määrää että laatua. WHO:n määritelmän mukaan osteoporoosia edustaa luuntiheys, jonka T-arvo on -2.5 SD tai vähemmän. WHO:n määritelmä perustuu DXA -tekniikalla tehtyihin tutkimuksiin.

Väestötason seulontaa ei suositella. DXA -mittaukset tulee kohdentaa murtumapotilaisiin, yli 65-70 vuotiaisiin ja riskiryhmiin. Mittaustuloksilla tulee olla vaikutusta tutkittavan myöhempiin hoitoon.

Suosituksessa tarkastellaan DXA:n ja muiden tekniikoiden luotettavuutta. Tarkastelun kohteena on se, kuinka hyvin DXA ennustaa murtumariskiä ja mahdollista hoidon vaikuttavuutta.

Jos DXA ei tunnista kaikkia osteoporoottikkoja, silloin nämä riskiarvioinnit vaikeutuvat.

DXA-tutkimus

DXA-tutkimuksessa potilas on selälään jalat tyynyn päällä, jolloin selkä on tavallisesti suorassa alustaan nähden. Säteet tulevat kohtisuoraan alustaan. Sädekimppu on pointteri -tyyppinen eli kapea ja ohut. Sädetä kuljetetaan lineaarisesti potilaan yli ja siirretään sitten askeleittain. Ohjelmisto muodostaa 'kuvan' kohteesta, määrittää välilevyjen paikat, nikamien pinta-alan ja 'luun painon'. Lopuksi tulostetaan kaunis monivärinen printti, johon arvot on sijoitettu niin, että tavallinenkin kansalainen pystyy asian ymmärtämään. Tässä piilee suuri vaara.

Samalla laitteella tehdyt tutkimukset ovat vertailukelpoisia keskenään samalla potilaalla. Eri laitteiden ja laitevalmistajien välillä on huomattavia eroja, joten potilas ei voi hoidon tehon seurannassa käydä eri laitteissa. Eri laitteilla saatujen tulosten yhteismitattomuus ja erilaiset luokittelukäytännöt aiheuttavat diagnosointiongelmia, jotka olisi saatava hallintaan. Eroja aiheuttavat myös erilaiset vertailuaineistot (Impivaara O. 2005).

Viime aikoina DXA-laitteet ovat kehittyneet erityisesti ohjelmistojen osalta. Laskenta ja mallintaminen ovat tarkentuneet. DXA-tutkimus voidaan tehdä myös hyvin monella eri tavalla. Voidaan tehdä koko kehon DXA, joka on erityisen hyvä luu- ja lihassmassan sekä rasvaprosentin määrittämiseen.

Voidaan tutkia raajoja ja käsiä. Potilas voi olla myös sivuittain, jolloin selästä saadaan sivukuva Tällöin esim. aorttakalkit ja fasettiatroosi eivät häiritse.

Käytetystä sädegeometriasta johtuen virheitä on useita. Kyseessä on perinteinen läpiammuttu rtg-kuva, jossa ei ole kolmiulotteisuutta. Tällöin eri rakenteet, jotka ovat peräkkäin säteen reitillä, summautuvat yhteen. Kone laskee selässä luuksi aorttakalkit, luupiikit, hohka ja kuoriluun, fasetit ja posterioriset rakenteet. Nämä ovat luun lujuuden kannalta turhia rakenteita.

Luun pinta-ala eli luun rajat määritetään samasta summaatiokuvasta, joten ohjelmassa voi olla kaksinkertainen virhe. Olen kiinnittänyt huomiota siihen, että seurannassa muuttuvat sekä luun pinta-ala että "paino".

Iäkkäällä potilaalla aorttakalkit, osteofyytit ja fasettiatroosi voivat nostaa arvoja niin, että nikamakorpusten heikkous jää diagnostisoimatta.

Läpiammutussa kuvassa samaan tasoon voi tulla kahta eri nikamaa. Erityisesti notkoselkä, selän kierteet ja skolioosi aiheuttavat ongelmia niin, että laite ei tunnista välilevyjä, vaan määrittää nikamat miten sattuu tiheyseron perusteella. Tällöin välilevyksi määritetty alue voi olla keskellä nikamaa. Skolioosissa on ongelmaa nikaman projektiossa tasolla.

Välilevyt voivat olla niin "kuluneita", että niitä ei todellisuudessa ole. Siitä huolimatta ohjelmisto löytää välilevyt, koska se on niin rakennettu!

Osteofyytit vaikeuttavat nikamien pinta-alojen määrittämistä. Nikaman päätelevyn murtuman syntyessä luu

painuu kasaan. Tällöin tiheys nousee. Vaikeassa osteoporoosissa nikamien DXA-arvot voivat olla jopa parempia kuin nuorilla.

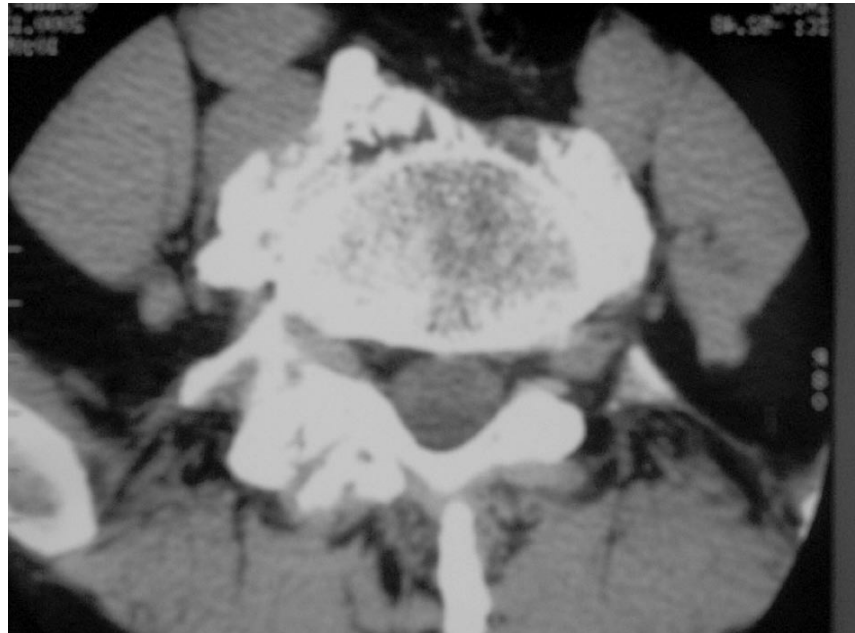
Nikamat eivät myöskään ole tasalaa-tuisia sisältä. Nikamissa on vahvoja luu-patteja ja siitä huolimatta samoissakin nikamissa voi olla heikkoja osteopo-roottisia alueita.

Lonkkien osalta tilanne on DXA:n luotettavuuden suhteen parempi. Lon-kissa ongelmana on se, että DXA ei erottele kuoriluuta hohkaluusta, vaan kyseessä on summaatio. Virhelähteitä on toki vähemmän. Näitä ovat lähinnä eri anomaliat, asentovariantit ja vanhat vammat. Valtimokalkit eivät täällä häi-ritse mittauksia. Lonkan geometria ja antropologiset mitat nousevat sekoitta-viksi tekijöiksi.

DXA-lausunnot

Lausuntoon pitää suhtautua varauksel-la, jos siinä on vain toistettu ne luke-mat, jotka ohjelmisto on jo muutenkin pannut nähtäviksi. Lausunnonantajan tärkein tehtävä on arvioida tutkimuk-sen luotettavuutta. Selän osalta DXA-tutkimusta tulee tarkastella erityisen huolellisesti, mikäli arvot ovat poikke-avia (huomattavan korkeita), joku nika-ma on poikkeava tai sitten nikamien koko ja muoto sekä asento ovat poik-keavia. Samoin, jos on viitteitä siitä, että potilaalla on huomattavaa lisäluuta spondyloosin tai fasettiartroosin muo-dossa. Valitettavasti suurin osa näistä muutoksista jää DXA-tutkimuksissa näkemättä, esim. aorttakalkit eivät tule ollenkaan esille.

Hoitavalle lääkärille tulee lähettää koko mittausaineisto alkuperäisine



Kuva 1. Huomattava spondyloosi ja lisäluumuodostus. Tämä vaikuttaa luun määrään ja pinta-alaan. Mihin lukija sijoittaisi luun reunan eli määrittäisi pinta-alan, jos säteet tulevat ap-suunnassa?

tuloksineen, jotta hän voi osaltaan arvioida tutkimuksen luotettavuutta ja verrata sitä muihin tuloksiin. Pelkkä lausunto tai etusivun kopiointi eivät ole hyväksyttäviä. Joissakin paikoissa DXA-tutkimus jätetään lausumatta! DXA-tutkimus on äärimmäisen vaativa röntgentutkimus (vrt. thx-rtg) ja siihen pitää suhtautua asianmukaisella vaka-vuudella.

Muut mahdollisuudet arvioida luuston tilannetta

Muita mahdollisuuksia arvioida luuston tilannetta ovat mm. erilaiset riskikartoi-tukset (esim. uusin Osteoporoosiliiton riskikartoitus). Jos ei ole tapaturmia, niin murtumien syntyminen on vähem-män todennäköistä. Osteoporootinen murtuma voi syntyä ilman tapaturmaa. Myös kivuttomia osteoporootisia mur-tumia on. Osteoporootinen murtuma voi olla jatkumo. Nikama sortuu ensin vähän ja sitten jonkin ajan kuluttua lisää jne.

Pienenergisien murtuman määritel-mä on epäselvä. Kun vauhdissa kaatuu kiven päälle, kyseessä voi olla hyvinkin suurienerginen vamma. Allekirjoitta-neella on joitakin potilaita, jotka ovat

kaatuilleet reippaasti. DXA-arvot ovat matalia, mutta silti heillä ei ole mur-tumia.

Erityisen tärkeänä pidän osteoporo-ositilaan statusa. Potilaan pituus ja paino mitataan joka kerta. Ryhti arvi-oidaan. Mitataan takaraivoseinämitta, schrober, rintakehän ympäryksen muo-tos. Koputellaan ranka ja sacrum. Luun arkuus esim. sääriluissa huomioidaan. Raajojen käyryys arvioidaan. Kävely, motoriikka, lantion muoto ja trokan-terien ulkonevuus tutkitaan. Lanneran-gan lyhentymä voi aiheuttaa hankalan kiputilan, jos kylkiluut ottavat suolilui-hin kiinni.

Uutena tekniikkana olen ottanut käyttöön Spinal Mouse -laitteen, joka tallentaa potilaan ryhdin, ja muutosta voi seurata vuosien kuluessa.

Pituuden muutos on selvitetävä. Pituuden muutos voi johtua:

1. välilevyjen painumisesta nikamien sisälle, mikä on osteoporootinen ilmiö. Termi 'välilevyjen madaltuminen' on peräisin natiiviröntgenin aikakaudelta, jolloin katsottiin summaatiokuvia. Tässä on paradoksin paikka: jos nika-mat sijaitsevat lähellä, välilevy voi olla hyvinkin paksu.

2. tulehdustautien, esim. reuma, psori, aiheuttamasta todellisesta välilevyjen mataloitumisesta;

3. osteoporoottisista murtumista;

4. degeneratiivisen skolioosin /kierteen/kyfoosin lisääntymisestä.

Epäselvissä tilanteissa natiiviröntgen-tutkimus antaa selvityksen DXA:n mahdollisista virheistä. Natiivikuva on geometrialtaan keilamainen summaatiokuva, mutta siinä on kaksi eri projektiota. Yhdistämällä niistä saatu tieto päästään luotettavampaan arvioon kuin DXA:n yhden projektion kuvalla. Natiiviröntgenissä näkyvät riittävän hyvin aorttakalkit, osa osteofyyteistä ja osa päätelevyjen painumista. Nikamamurtuminen luokituu tehdään natiivikuvan avulla. Fasettiatroosi on nähtävissä kohtalaisesti. Skolioottinen ryhti on mitattavissa röntgenkuvasta.

MRI-kuvaa tarvitaan lähinnä tulehdustautien erotusdiagnostiikkaan. Nikamien koko, muoto ja murtumien aktiviteetti ovat nähtävissä; samoin mahdolliset hermorakenteiden kompressiot. Allekirjoittaneen kokemuksen mukaan osteoporoottiset murtumat aiheuttavat vaikeita hermokompressio-tilanteita th-rangan alaosaan. Osteoporoottiset sacrumin murtumat ovat diagnostisoitavissa vain magneetilla tai CT:llä. MRI-tutkimuksella voi saada vastauksen kysymykseen 'mihin välilevyt ovat hävinneet' ja onko murtuma edelleen aktiivinen.

CT-laitteet ja -ohjelmistot ovat kehittyneet huomasti viime vuosina. Nykyisillä CT-laitteilla saadaan upeita kolmiulotteisia luukuvia, joista voidaan arvioida luun rakennetta, osteofyyttien kokoa ja muotoa, fasettiatroosia sekä cortexia ja hohkaluuta vielä erikseen. Nikama- ja sacrummurtumien tilanne



Kuva 2. Luun kolmiulotteista rakennetta.

saadaan selvitettyä. Fasettimurtumissa CT:llä pääsee diagnoosiin. CT:llä voidaan kurkistaa luun sisälle. Luun rakenteen arvioinnissa CT on aivan eri luokkaa kuin mikään muu menetelmä.

Kun on oppinut toimimaan CT:n kanssa, DXA-tutkimus tuntuu kaukaiselta muinaisuudelta. CT-laitteisiin on saatavissa ohjelmistoja, joilla voidaan tutkia luun tiheyttä QCT (quantitative CT, kvantitatiivinen tietotokometografia). Luun tiheyttä voidaan tarkastella usealla eri tavalla myös todellisenä tiheytenä g/cm³ eikä cm². Luusta voidaan ottaa 'CT-koepala'. Cortexin osuus on erotettavissa ja sitä voidaan verrata hohkaluuhun tai voidaan tarkastella hohkaluuta sinällään. Luun koko ja muoto tulee tällöin paremmin huomioitua. Lonkan osalta voidaan tehdä myös lujuusopillisia laskelmia, joissa huomioidaan luun koko ja muoto. Lonkan sisäinen rakenne saadaan laskettua. Putkiluissa voi olla sama tiheys, mutta se putkiluu on vahvempi, jolla on suurempi säde.

QCT-ohjelmistot ovat tutkimuskäytössä OYS:ssä ja kliinisessä käytössä KYS:ssä.

Useissa lääketutkimuksissa on tehdään QCT ja DXA samanaikaisesti. Selän osalta QCT:tä pidetään luotetta-

vampana. (Liu 2000). QCT-tutkimusta pidetään parempana kuin DXA-tutkimusta. QCT:n avulla voidaan todeta hohkaluun heikentyminen paremmin ja näin erotella osteoporoottiset potilaat paremmin terveistä (Pacifiçi 1990).

Sekä DXA- että QCT-tutkimuksiin liittyy syvällisempi tekninen ongelma: miten kaksienenergisillä röntgensäteillä voidaan todellisuudessa erottaa luukudos - punainen luuydin - keltainen luuydin toisistaan ja laskea vain luukudoksen osuus. Verrattuna luuydinnäytteisiin molemmat tekniikat sekä ylitettä aliarvioivat todellisuutta. (Bolotin H. 2007)

Pohdintaa

län myötä lisääntyvät erilaiset 'kuluma-muutokset'. Näitä ovat mm. aorttaskleroosi, fasettiatroosi ja erilaiset luusillat sekä 'luupiikit'. Samoin skolioosi ja degeneratiivinen skolioosi sekä asento-muutokset, esim. murtumat, muuttavat rakenteita. "Kokonaisuus" määrä kasvaa ja pinta-ala kasvaa. Samanaikaisesti tapahtuu hohkaluun heikkenemistä. Nämä prosessit voivat olla tasapainossa tai sitten eivät.

DXA-tutkimusta on arvioitava samalla tavalla kuin muitakin tutkimuksia

eli selvittävä tutkimuksen luotettavuutta, sensitiviteettiä ja spesifiteettiä sekä vääriä negatiivisia ja vääriä positiivisia. Tämä ei onnistu kuin vertaamalla DXA -tutkimusta kliiniseen statukseen, pituuden ja ryhdin muutokseen, natiiviröntgen -tutkimukseen ja/tai QCT-tutkimukseen. Laboratoriotutkimuksia ei saa myöskään unohtaa. Ne ovat ehdottoman välttämättömiä.

QCT-tutkimuksessa on huomioitava, että se ei missään nimessä ole perustutkimus edes riskiryhmille, vaan vaatii erityisen huolellisen ja laaja-alaisen arvioinnin. Kyseessä on CT-tutkimus, jossa säteily määrä on jonkin verran suurempi kuin DXA-tutkimuksessa, mutta ei lähellekään ns. normaalin CT-tutkimuksen säteily määrää. DXA on edelleenkin perustutkimus riskiryhmille.

Tällä hetkellä allekirjoittaneen näemyksenä on, että DXA-tutkimus on luotettava nuorilla ja keski-ikäisillä, joilla ei ole vielä runsaita muutoksia selässä ja ryhti on kohtalaisen suora. Tällöin luotettavia ovat todennäköisesti

kaikki arvot (vrt Bolotin 2007). Nika-makohtainen tarkastelu on aina tehtävä. Vanhemmissa ikäryhmissä DXA:n luotettavuus heikkenee nopeasti kulumamuutosten lisääntyessä. Vääriä positiivisia ehkä esiintyy mutta vääriä negatiivisia on allekirjoittaneen potilasaineistossa jo liian paljon.

Kirjallisuus:

Pacifici R, Rupich R, Griffin M, Chines A, Susman N, Avioli LV. Dual energy radiography versus quantitative computer tomography for the diagnosis of osteoporosis. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 1990; 70: 705-710

Impivaraa O, Viikari J, Alanen E, Soininen P. Osteoporoosin diagnostiikassa kaikki hyvin? Tuloksia eri DXA laitteilla tehtyjen mittausten vertailusta. *SLL* 2005:51-52; 5245-5252

Liu C, Theodorou D, Theodorou S, Andre M, Sartoris D, Szollar S, Martin E, Deftos L. Quantitative computed tomography in the evaluation of spinal osteoporosis following spinal cord injury. *Osteoporosis international* 2000; 11(10): 889-896.

Osteoporoosi. Käypä hoito suositus. Duodecim ym 11.10.2006

Rautava E, Lehtonen-Veromaa M, Mottonen M, Kautiainen H, Heinonen O, Viikari J. Association of reduced physical activity and quantitative ultrasound measurements: a 6 year follow-up study of adolescent girls. *Calcified Tissue International* 2006; 79: 50-56.

Simonen O. Osteoporoosiliiton riskitekijäkartoitus on uudistettu. *Osteo-lehti* 2007; 3: 7-8

Bolotin H. DXA in vivo BMD methodology: An erroneous and misleading research and clinical gauge of bone mineral status, bone fragility and bone remodelling. *Bone* 2007; 41: 138-154

SEPPÖ VILLANEN, LL
fysiatri, yleislääketieteen el
kivunhoidon ja kuntoutuksen
erityispätevyys
Vantaan Lääkärikeskus Oy
Orton kipupoliklinikka
Mehiläinen Oy