

- ceptor activator of NF-kappa B ligand, osteoprotegerin, and receptor activator of NF-kappa B in mouse calvariae. *J Immunol* 2002;169:3353-62.
29. Abrahamson B, Bonnevie-Nielsen V, Ebbesen EN et al. Cytokines and bone loss in a 5-year longitudinal study – hormone replacement therapy suppresses serum soluble interleukin-6 receptor and increases interleukin-1-receptor antagonist: the Danish Osteoporosis Prevention Study. *J Bone Miner Res* 2000;15:1545-54.
 30. Weitzmann MN, Cenci S, Rifas L et al. Interleukin-7 stimulates osteoclast formation by up-regulating the T-cell production of soluble osteoclastogenic cytokines. *Blood* 2000;96:1873-8.
 31. Urist MR. Bone: formation by autoinduction. *Science* 1965;150:893-9.
 32. Wozney JM. Overview of bone morphogenetic proteins. *Spine* 2002;27:S2-8.
 33. Wozney JM, Rosen V. Bone morphogenetic protein and bone morphogenetic protein gene family in bone formation and repair. *Clin Orthop* 1998;26:37.
 34. Jorgensen NR, Henriksen Z, Sorensen OH et al. Dexamethasone, BMP-2, and 1,25-dihydroxyvitamin D enhance a more differentiated osteoblast phenotype: validation of an in vitro model for human bone marrow-derived primary osteoblasts. *Steroids* 2004;69:219-26.
 35. Rosier RN, O'Keefe RJ, Hicks DG. The potential role of transforming growth factor beta in fracture healing. *Clin Orthop* 1998;S294-300.
 36. Geiser AG, Zeng QQ, Sato M et al. Decreased bone mass and bone elasticity in mice lacking the transforming growth factor-beta1 gene. *Bone* 1998;23:87-93.
 37. Bekker PJ, Holloway D, Nakanishi A et al. The effect of a single dose of osteoprotegerin in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 2001;16:348-60.
 38. Hermann J, Mueller T, Fahrleitner A et al. Early onset and effective inhibition of bone resorption in patients with rheumatoid arthritis treated with the tumour necrosis factor alpha antibody infliximab. *Clin Exp Rheumatol* 2003;21:473-6.
 39. Ghiron LJ, Thompson JL, Holloway L et al. Effects of recombinant insulin-like growth factor-I and growth hormone on bone turnover in elderly women. *J Bone Miner Res* 1995;10:1844-52.
 40. Boonen S, Rosen C, Bouillon R et al. Musculoskeletal effects of the recombinant human IGF-I/IGF binding protein-3 complex in osteoporotic patients with proximal femoral fracture: a double-blind, placebo-controlled pilot study. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87:1593-9.

Normalområder og kvalitetskontrol for dual energy X-ray absorptiometry-skanning

1. reservelæge Bo Abrahamson,
overlæge Henrik Ancher Sørensen, læge Bo Rud,
overlæge Anne Pernille Hermann,
overlæge Jens-Erik Beck Jensen, lektor Christian Mølgaard &
overlæge Ole Helmer Sørensen

Odense Universitetshospital, Endokrinologisk Afdeling M,
Amager Hospital, Intern Medicinsk Klinik,
H:S Hvidovre Hospital, Klinik for Osteoporoseforskning,
Århus Universitetshospital, Århus Sygehus, Medicinsk
Endokrinologisk Afdeling C, og
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Human
Ernæring, LMC

Resume

Forekomsten af osteoporose er stærkt stigende. I dag regner man med, at 30-40% af alle kvinder og 10-15% af alle mænd over 50 år vil pådrage sig et osteoporotisk brud i deres restlevetid. Knoglemasse er et noninvasivt surrogatmål for knoglestyrke. Undersøgelsen anvendes også hos børn og giver værdifulde oplysninger om knogletilvækst, men der er særlige problemer ved tolkning af resultaterne på grund af variation i kropsstørrelse og den begrænsede adgang til pålidelige referencenværdier. Ideelt bør man hos børn både tage hensyn til alder, kropsstørrelse og pubertetsudvikling. *Dual energy X-ray absorptiometry* (DXA)-skanning er værdifuld til diagnose og behandlingskontrol ved osteoporose, men det er vigtigt, at undersøgelsen håndteres omhyggeligt. Brug af et entydigt og valideret referencemateriale hos alle patienter og en systematisk daglig kvalitetskontrol er en nødvendighed. Et nationalt kvalitetssikringsarbejde kræves, hvis man skal sikre, at der fra alle danske skanningsklinikker rapporteres samme T-score for en given patient.

Forekomsten af osteoporose (opo) er stærkt stigende, primært på grund af den øgede levealder. I dag regner man med, at 30-40% af alle kvinder og 10-15% af alle mænd over 50 år vil pådrage sig et osteoporotisk brud i deres resterende levetid. Forebyggende tiltag er derfor nødvendige, men de kræver noninvasive metoder til vurdering af knoglestyrken før brud opstår. Måling af knoglemassen er således et surrogatmål for knoglernes styrke. En arbejdsgruppe under WHO har valgt at definere osteoporose alene ud fra måling af knoglemassen [1]. Ideelt kunne man ønske sig et præcist afskæringspunkt med hensyn til knoglemineralitet (BMD), hvorved patienter med osteoporotiske frakturer kunne adskilles fra raske. En grænseværdi for BMD i relation til knoglernes brudstyrke er imidlertid arbitrær og den prædiktive værdi er ikke absolut. Arbejdsgruppen fandt dog, at et skæringspunkt for BMD i form af en T-score på $-2,5$ målt enten i ryg, hofte eller underarm ville karakterisere ca. 30% af alle postmenopausale kvinder som ramt af opo, og at godt halvdelen af disse allerede ville have pådraget sig en osteoporotisk fraktur. Antallet af kvinder, der i løbet af livet vil pådrage sig en osteoporotisk fraktur er overensstemmende med antallet med T-score lavere end $-2,5$ [2].

Ifølge WHO defineres opo som en tilstand med: 1) nedsat knoglemasse – denne kan måles med skannerudstyr, 2) svækket tredimensionel knoglestruktur – kan vurderes med histomorfometri på knoglebiopsier, men metoden er usikker. Med computertomografi (CT) kan man vurdere det trabekulære mønster, men metoden er kostbar, giver ret stor stråledosis og erfaring vedrørende sammenhæng med frakturrisiko er sparsom, samt 3) og dermed øget risiko for lavenergifrakturer.

Knoglemassen kan måles med forskelligt udstyr, her skal

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

kun omtales *dual energy X-ray absorptiometry* (DXA)-skanning, som er den bedst validerede metode. Man måler BMD, som udtrykkes i g pr. cm². Det er således ikke en sand volumetrisk densitet. I Danmark anvendes skannertyperne Hologic, Lunar og Norland. De har forskellige referenceområder. Således vil Hologic og Norland måle BMD-værdier, der ligger ca. 10% lavere end Lunar-værdierne. Hvis man vil følge BMD hos en person, med eller uden behandling, er det vigtigt, at det foregår med samme skanner. Selv en mindre forskel i kalibrering mellem to skannere på samme eller forskellige klinikker kan hos den enkelte patient fuldstændig maskere effekten af osteoporosebehandling. BMD-værdierne korrelerer dårligt mellem de forskellige målesteder. Det medfører, at jo flere regioner, der måles over, jo større er sandsynligheden for at diagnosticere opo. Man anbefaler derfor at indskrænke målingerne til to regioner, nemlig columna og hofte. I oversigtsartiklen fokuseres der derfor på disse to måleområder, som også er de bedst undersøgte, hvad angår normalområder. Resultatet af BMD-målingen udtrykkes som en såkaldt T-score, der angiver afvigelsen i standarddeviationer i forhold til gennemsnitsværdien i det unge, fuldt udviklede skelet - den såkaldte *peak bone mass* (PBM). BMD-værdien afhænger således af skanneren, mens den tilhørende T-score introducerer en fejlkilde fra et måske ikke passende referencemateriale. Z-score beregnes på samme måde, men i forhold til jævnaldrende. Kun T-scorer kan anvendes ved ansøgning om medicintilskud. PBM varierer fra befolkning til befolkning. De forskellige skannertypers normalværdier er ikke baseret på samme population, hvilket resulterer i, at udgangspunkterne for beregning af T-scorer er forskellige [3].

Ud fra T-scorer målt på columna, hofte eller midtradius anvendes retningslinjerne, således som de er defineret af WHO [1]: normal: T-score > -1,0, osteopeni: T-score < -1,0 > -2,5, osteoporose: T-score < -2,5.

Hos kvinder ses der i forbindelse med menopausen et accelereret knogletab, som især rammer columna. Det er derfor vigtigt at måle i denne region i de første 15 år efter menopau-

sen. Efter 65-års-alderen er det vanskeligt at vurdere columna på grund af tiltagende spondylose og andre aldersforandringer. Effekten af en behandling følges dog fortsat bedst i columna. DXA-skanning af collum femoris eller den totale hofte giver den bedste prædiction for risikoen for et hoftebrud. De tekniske fejlkilder i daglig klinisk brug er gennemgået i en tidligere oversigtsartikel i Ugeskriftet [4].

Det er vigtigt at gøre sig klart, at en T-score under -2,5 er en risikofaktor og ikke nødvendigvis en behandlingsindikation. BMD-resultatet skal sammenholdes med tilstedeværelsen af andre risikofaktorer, før medicinsk behandling iværksættes, således som det fremgår af Lægemedicinstyrelsens retningslinjer for tilskud til osteoporosebehandling.

Materiale og metoder

Søgestrategi: Vi tog udgangspunkt i klaringsrapporter, *policy papers* og rekommandationer fra nationale og internationale selskaber på området.

Disse suppleredes med litteratursøgninger i MEDLINE (pubmed.gov) for (*bone mineral density*) og/eller (*bone density*), forekommende sammen med tekststrengene normative data, *normal material* eller *reference data*. Vi medtog kun artikler, hvori der indgik raske personer, hvor målemetoden var DXA, og hvor sproget var engelsk eller dansk.

Krav til referenceområder

Standardisering af T-scorer forudsætter kendskab til den gennemsnitlige BMD-værdi og spredningen blandt unge raske personer for hver måleregion [1]. Standardiseringen må opdeles efter køn, da mænd generelt har højere BMD end kvinder, og race, da afrikanere generelt har højere BMD end europæere, som igen har højere BMD end asiater [5]. Med hensyn til standardisering af Z-scorer kræves på tilsvarende vis kendskab til gennemsnit og spredning blandt personer af samme køn og race i hver aldersdekade.

For at opnå en ensartet klassifikation af patienter med opo, er det væsentligt, at referencemiddelværdi og -standarddeviation estimeres præcist. En for høj referencemiddelværdi eller en for lille spredning vil forårsage, at prævalensen af opo overvurderes. Der eksisterer ingen guldstandardværdier for BMD-middelværdi og spredning hverken for mænd eller kvinder.

I **Tabel 1** illustreres, hvordan referenceværdierne varierer for kvinder i undersøgelser fra forskellige lande. Hvis der anvendes forskellige værdier i forskellige centre, vil forekomsten af opo variere. For at estimere middelværdi og spredning med tilstrækkelig præcision er det nødvendigt med omkring 200 raske og tilfældigt udvalgte personer for hver opdeling på køn og race (samt aldersdekade, hvis det drejer sig om Z-scorer). Usikkerheden på T-score for en given værdi af BMD mindskes kun marginalt, hvis der medtages flere end 200 personer, da usikkerheden aftager med den reciprokke værdi af kvadratroden af antallet.

Beslutningen om farmakologisk frakturforebyggelse hviler rutinemæssigt på måling af knoglemineraltætheden (BMD) i tre regioner:

- 1) Lændecolumna (L1-L4 eller L2-L4)
- 2) Lårbenshals
- 3) Den totale proksimale femurregion

For hver måleregion standardiseres BMD ud fra den gennemsnitlige BMD-værdi blandt unge raske personer og den dertil hørende spredning (*peak bone mass*):

$$T\text{-score} = \frac{BMD_{\text{målt}} - BMD_{\text{peak}}}{\text{standarddeviation}_{\text{peak}}}$$

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

Tabel 1. Middel-peak-knoglemineralitet, g/cm² (standarddeviation), for kvinder målt med Hologic-skannere i proksimale femur og lændecolumna i fem forskellige referencematerialer.

	Lårbenshals	Total hofte	Lændecolumna
Looker et al [6]	0,858 (0,120) ^a	0,942 (0,122) ^a	–
Boonen et al [7]	0,834 (0,107) ^b	0,928 (0,121) ^b	1,027 (0,112) ^{b,c}
Price et al [8]	0,916 (0,116) ^a	0,993 (0,120) ^a	1,062 (0,115) ^{a,c}
Lofman et al [9]	0,810 (0,11) ^a	0,910 (0,12) ^a	1,040 (0,12) ^{c,d}
Pedrazzoni et al [10]	0,838 (0,110) ^a	0,915 (0,110) ^a	1,042 (0,098) ^{d,e}

a) 20-29 år b) 25-35 år c) L1-L4 d) 30-39 år e) L2-L4

Kvinder

I prospektive undersøgelser er det vist, at nedsat knoglemasse hos kvinder medfører en betydeligt øget risiko for fraktur [11]. Knoglemassen i rygsøjlen findes hos præmenopausale kvinder sædvanligvis at være stabil uden signifikante ændringer mens kvinden er 20-40 år gammel. En given præmenopausal måling af BMD i rygsøjlen er derfor et mål for PBM [12]. Derimod aftager hofte-BMD fra 20-30-års-alderen [13]. Ved menopause indtræder der et hastigt knogletab, som atter aftager efter en kortere årrække. Tabshastigheden er forskellig i de sædvanligt målte regioner, især i de perimenopausale år [14, 15]. Man finder ofte god prædiktiv værdi af enhver regional skanning ved undersøgelse af ældre kvinder med en betydelig grad af opo. Nu anvendes overvejende de referenceintervaller, der er prædefinerede ved fabrikanternes »europæiske standard«. Vurdering af fabrikanternes standarder i forhold til nationale data og fastlæggelse af et universelt dansk referenceinterval pågår i Dansk Knoglemedicinsk Selskabs regi.

Mænd

Opo er også en hyppig sygdom hos mænd [16, 17]. Der findes ingen WHO-konsensus om BMD-kriterier for opo, når det gælder mænd [1]. The International Society for Clinical Densitometry har i 2002 foreslået, at man indtil videre, for både kvinder og mænd, anvender en T-score på -2,5 og et kønsspecifikt referencemateriale [18]. Når der ikke er konsensus om BMD-kriterier for mænd, skyldes det, at kendskabet til relationen mellem BMD og brud hos mændene er dårligt belyst, ligesom mænds knoglebiologi adskiller sig fra kvinders. Generelt er mænds knogler større end kvinders, hvilket betyder, at areal-BMD bliver større trods samme volumetriske densitet [19]. Hvis identisk areal-BMD bruges som grænseværdi for opo hos både mænd og kvinder, har mændene lavere volumetrisk BMD, men større knogler. Den trabekulære densitet falder med alderen i samme grad for mænd og kvinder, mens den kortikale densitet aftager mindre hos mænd [20]. Betydningen af dette for frakturrisikoen er delvist uafklaret.

Den relative øgning i frakturrisikoen ved et fald på 1 standarddeviation (SD) i BMD er i samme størrelsesorden for mænd som for kvinder [21]. Endvidere ser det ud til, at der ved en given areal-BMD er samme absolutte risiko for fraktur for begge køn [22]. Hvis de absolutte areal-BMD-værdier er de samme for en given frakturrisiko, kan man så ikke bare anvende kvinders referenceværdier til at bestemme, om mænd

har opo? I National Health And Nutrition Examination Survey III (NHANES III) er dette blevet undersøgt [23]. For hofte-BMD findes *cutoff*-værdier i areal-BMD for *femoral neck* og *total hip* ved anvendelse af PBM og SD for mænd at være henholdsvis 0,59 g pr. cm² og 0,68 g pr. cm², mens de tilsvarende værdier ved anvendelse af PBM og SD for kvinder er 0,56 g pr. cm² og 0,64 g pr. cm². Forskellen er lille, men giver en ændring i prævalensen af opo hos mænd, der er ældre end 50 år, fra 2% til 4% for *total hip* og fra 4% til 6% for *femoral neck*. Bruges DXA-fabrikanternes normative datasæt for mænd, ser det ud til, at antallet af mænd med opo underestimeres, og det er beregnet, at grænseværdien for opo i så fald bør være fra -1,8 til -2,3 i (mandlig) T-score [24]. NHANES III-datasættet kan også anvendes som reference ved hofteskanning. I en britisk kohorte har man fundet færre med opo ved anvendelse af NHANES III-referencen [25]. Normative data fra egen relevante population bør derfor lægges til grund for beregning af scorer [26]. I et repræsentativt dansk materiale bør PBM og SD således bestemmes i relevante regioner og lægges til grund for diagnose af opo og osteopeni. Indtil bedre data foreligger, må grænseværdier for (mandlig) T-score på -2,5 og -1,0 anvendes.

Børn

Anvendelse af DXA-skanning til vurdering af knoglemineralisering hos børn er i de senere år blevet mere udbredt. Men det er ikke uden problemer, idet knoglemineralindhold (BMC) og BMD (= BMC/*bone area* (BA)) er tæt relateret til både knoglens størrelse og densitet. Det giver specielle problemer ved tolkning af resultaterne hos børn på grund af den store variation i kropstørrelse [27]. Hos to børn med samme volumetriske densitet vil det mindste barn have lavest BMD. BMD og BMC bør derfor som et minimum vurderes i forhold til en aldersreference (Z-scorer). BMD for alder undervurderer densiteten hos personer med lille kropstørrelse. Ideelt bør man derfor både tage hensyn til alder, kropstørrelse og pubertetsudvikling. Det er i praksis ikke muligt på grund af manglende referencedata. Der er ingen konsensus om, hvordan osteopeni og opo defineres hos børn, og der findes kun få studier, hvori man relaterer BMD til frakturrisiko [28]. Anvendelse af T-score hos børn og unge giver ingen mening. Som ved anvendelse af andre vækstkurver kan BMD/BMC for alder på -2 SD eller 3-percentilen eventuelt anvendes som *cut off*. Hos børn er anvendelse af helkropsskanning til BMD-bestemmelse udbredt, modsat forholdene hos voksne.

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

Et stort problem ved DXA-skanning af børn er den meget begrænsede adgang til relevant referencemateriale, som passer til både skannertype, software og skanningsregion [29, 30]. Inden man bestiller en DXA-skanning, bør man derfor sikre sig, at der er ekspertise og referencemateriale til rådighed. Spørgsmålet om størrelseskorrektur er specielt vanskeligt ved vurdering af børn med vækstretrædering og forsinket pubertet. Nogle anvender en geometrisk model til volumenkorrektur [31], mens andre sætter målingerne i relation til f.eks. højde (BA for højde) og BA (BMC for BA) [30, 32]. Hvad der er korrekt i forhold til senere frakturrisiko vides ikke.

På trods af vanskeligheder med vurderingen bør DXA være en del af undersøgelsesprogrammet for børn med sygdomme, som direkte eller indirekte afficerer knoglerne. Selv om en enkeltstående skanning kan være svær at vurdere, kan gentagne skanninger være af værdi ved monitorering i forbindelse med sygdom og behandling. Her kan alene konstateringen af mineraltilvækst ved alvorlige sygdomme være et godt tegn. Der findes enkelte referencer for knoglemineraltilvækst [33].

Kvalitetskontrol

In vitro-akkuratess

Alle DXA-skannere udfører selvkalibrering, hver gang de bliver tændt, og flere af typerne udfører derudover en løbende kalibrering i forhold til en intern standard. For at sikre mod drift er det imidlertid også nødvendigt at udføre en uafhængig kvalitetskontrol ved daglig at skanne et såkaldt fantom med kendt mineralindhold. Fantomet er typisk formet som ryghvirvler indlejret i et plastmateriale med en røntgentæthed, der ligger nær røntgentætheden for kroppens bløddele.

Den simpleste måde at vurdere fantomskanningerne på er ved visuelt at vurdere et plot af daglige skanninger for større dag til dag-udsving og drift i forhold til basisværdien, som fastlægges ved mindst ti fantomskanninger, inden skanneren tages i anvendelse. Man bør lægge en linje ind svarende til $\pm 1,5\%$ af basisværdien og reagere på enkeltværdier uden for denne værdi. Hvis en gentagen fantomskanning ligger uden for linjen, bør man kontakte producenten. Hvis der visuelt er mistanke om drift kan dette be- eller afkræftes ved at sammenligne gennemsnittet af 30 målinger i to perioder.

Den visuelle vurdering er tilstrækkelig i klinisk anvendelse. Til forskning er det nødvendigt med mere standardiserede og skrappe kontrolkriterier for at detektere selv diskrete ændringer. Ud over ovennævnte 1,5%-regel er der i litteraturen nogle lunde enighed om følgende kontrolkriterier: 1) 1%-regel: to konsekutive målinger på 1% eller mere over eller under basisværdien, 2) 0,5%-regel: fire konsekutive målinger på 0,5% eller mere over eller under basisværdien og 3) ti konsekutive målinger over eller under basisværdien.

Efter softwareopgradering og større reparationer bør man foretage ti nye basisskanninger, hvor resultatet ikke skal adskille sig mere end 1% fra den oprindelige basisværdi.

Præcision

Problemer med præcisionen skyldes primært uregelmæssigheder ved den tekniske udførelse af skanningerne, dvs. lejring af patienten og analyse af billederne [4]. Præcisionsfejlen kan minimeres ved detaljerede procedurebeskrivelser og grundig oplæring. Variationskoefficienten (CV) bør kontrolleres jævnlige, ved at man gennemfører dobbeltbestemmelser i forbindelse med patientundersøgelser, og bør ligge under 2% for undersøgelse af ryggen og under 4% for hoften. I kliniske studier kan variationen minimeres, ved at analysearbejdet udføres centralt.

Selv om præcisionsfejlen ved DXA-skanning således er lille sammenlignet med ved andre undersøgelser (medførende en høj diagnostisk sikkerhed), er CV stor sammenlignet med det forventede årlige knogletab (ca. 1%) og den årlige behandlingseffekt ved antiresorptiv behandling (1-3%). Usikkerheden ved y gentagne målinger beregnes som $2\sqrt{CV}$ og herudfra beregnes *least significant change*, som under normale omstændigheder vil udgøre 5,7% i column. Ud fra disse værdier er det ikke meningsfyldt at gentage skanninger med henblik på at følge det spontane knogletab eller effekten af konventionel behandling med kortere end 2-3-års-intervaller.

Krydskalibrering af DXA-skannere

Sikring af longitudinel stabilitet af BMD-, BMC- og arealmål er et særligt problem, når en eksisterende knogleskanner erstattes med en nyere model. Målsætningen om, at patienter altid skal genundersøges på den samme skanner, kan ikke altid opfyldes i den virkelige verden. Det er derfor af afgørende betydning at gennemføre en systematisk kalibrering af den nye skanner med den gamle skanner som standard. Med nyere skannere kan man rapportere en såkaldt standardiseret BMD (sBMD) for lænd og hofter. Dette mindsker på befolkningsniveau forskellen mellem skannere af forskelligt fabrikat, men det gør ikke målingerne hos den enkelte identiske [34]. Selv om den nye og den gamle skanner er af samme fabrikat og kalibreret fra fabrikens side, er der oftest forskel med hensyn til: 1) røntgenstrålens energi og geometri (fanbeamteknologi eller pencilbeamteknologi), 2) afstand fra røntgenkilde til anatomi, 3) estimering af bløddelssammensætning og 4) kantbestemmelse. Nogle, men ikke alle disse komponenter, kommer til udtryk ved krydskalibrering med et spinalfantom. En typisk krydskalibreringsprocedure er samme dag at gennemføre 30 skanninger af samme spinalfantom på den gamle skanner og dernæst 30 målinger på den nye skanner. Krydskalibrering bør udføres i mere end et punkt, typisk ved udnyttelse af den forskellige BMD-værdi i fantomets enkelte komponenter. I bedste fald vil dette føre til et acceptabelt sammenfald af lumbale BMD-værdier, men ikke nødvendigvis femur-BMD-værdier mellem de to skannere. Krydskalibreringen vil i princippet kunne være perfekt for BMD, som måles a priori, men der vil sjældent være fuldt sammenfaldende værdier for areal og BMC. En sikrere krydskalibrering kan udføres ved at

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

krydsskalibrere ved hjælp af den gamle skanners fantom, idet man stiler mod en BMD-værdi, som svarer til gennemsnittet af fantomets BMD-værdi på den gamle skanner over det seneste år eller længere. Tallene fås fra den daglige kvalitetskontrol (QC)-kurve. Hvis man ønsker sikker overensstemmelse også for femur, hvor der ikke findes et brugbart fantom, kan man over 1-3 måneder gennemføre et skanningsprogram hvor 30-100 personer undersøges på begge skannere til verifikation af kalibreringen. Herefter foretages der en endelig justering. Der kan være en lille diskrepans for femur-BMD, når der er overensstemmelse for lumbal-BMD. Proceduren muliggør, at størrelsen af fejlen erkendes og kan medtages i vurderingen af fremtidige målinger, ligesom det er muligt at: 1) foretage en middejustering, så fejlen på begge målinger bliver den mindst mulige, eller 2) bruge en efterfølgende korrektion af værdien [35].

Afsluttende bemærkninger

DXA-skanning er værdifuldt til diagnose og behandlingskontrol ved opo, men det er vigtigt at undersøgelsen håndteres omhyggeligt. Brug af et valideret referencemateriale og en systematisk daglig kvalitetskontrol er nødvendig. Et nationalt kvalitetssikringsarbejde er nødvendigt, hvis man skal sikre, at alle danske skanningsklinikker rapporterer samme T-score for en given patient.

Korrespondance: Bo Abrahamsen, Endokrinologisk Afdeling M, Odense Universitetshospital, DK-5000 Odense C. E-mail: b.abrahamsen@dadlnet.dk

Antaget: 28. oktober 2004
Interessekonflikter: Ingen angivet

Litteratur

1. The WHO study group on osteoporosis. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva: WHO, 1994.
2. Melton LJ, Chrischilles EA, Cooper C et al. Perspective. How many women have osteoporosis? *J Bone Miner Res* 1992;7:1005-10.
3. Faulkner KG, von Stetten E, Miller P. Discordance in patient classification using T-scores. *J Clin Densitom* 1999;2:343-50.
4. Abrahamsen B, Brixen KT. Osteodensitometri. *Ugeskr Læger* 2004;166:578-82.
5. Cummings SR, Bates D, Black DM. Clinical use of bone densitometry: scientific review. *JAMA* 2002;288:1889-97.
6. Looker AC, Wahner HW, Dunn WL et al. Updated data on proximal femur bone mineral levels of US adults. *Osteoporos Int* 1998;8:468-89.
7. Boonen S, Kaufman JM, Reginster JY et al. Patient assessment using standardized bone mineral density values and a national reference database: implementing uniform thresholds for the reimbursement of osteoporosis treatments in Belgium. *Osteoporos Int* 2003;14:110-5.
8. Price RI, Walters MJ, Retallack RW et al. Impact of the analysis of a bone density reference range on determination of the T-score. *J Clin Densitom* 2003;6:51-62.
9. Lofman O, Larsson L, Ross I et al. Bone mineral density in normal Swedish women. *Bone* 1997;20:167-74.
10. Pedrazzoni M, Girasole G, Bertoldo F et al. Definition of a population-specific DXA reference standard in Italian women: the densitometric Italian normative study (DINS). *Osteoporos Int* 2003;14:978-82.
11. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 1996;312:1254-9.
12. Khan AA, Syed Z. Bone densitometry in premenopausal women: synthesis and review. *J Clin Densitom* 2004;7:85-92.
13. Bonnick SL, Nichols DL, Sanborn CF et al. Dissimilar spine and femoral Z-scores in premenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1997;61:263-5.
14. Mautalen C, Vega E, Ghiringhelli G et al. Bone diminution of osteoporotic females at different skeletal sites. *Calcif Tissue Int* 1990;46:217-21.
15. Abrahamsen B, Stilgren LS, Hermann AP et al. Discordance between changes in bone mineral density measured at different skeletal sites in perimenopausal women -implications for assessment of bone loss and response to therapy: The Danish Osteoporosis Prevention Study. *J Bone Miner Res* 2001;16:1212-9.
16. Cooper C, Campion G, Melton LJ. Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporos Int* 1992;2:285-9.
17. Van der Klift M, de Laet CE, McCloskey EV et al. The incidence of vertebral fractures in men and women: the Rotterdam Study. *J Bone Miner Res* 2002;17:1051-6.
18. Binkley NC, Schmeer P, Wasnich RD et al. What are the criteria by which a densitometric diagnosis of osteoporosis can be made in males and non-Caucasians? *J Clin Densitom* 2002;S19-27.
19. Cauley JA, Zmuda JM, Wisniewski SR et al. Bone mineral density and prevalent vertebral fractures in men and women. *Osteoporos Int* 2004;15:32-7.
20. Kalender WA, Felsenberg D, Louis O et al. Reference values for trabecular and cortical vertebral bone density in single and dual-energy quantitative computed tomography. *Eur J Radiol* 1989;9:75-80.
21. Selby PL, Davies M, Adams JE. Do men and women fracture bones at similar bone densities? *Osteoporos Int* 2000;11:153-7.
22. Kanis JA, Johnell O, Oden A et al. Diagnosis of osteoporosis and fracture threshold in men. *Calcif Tissue Int* 2001;69:218-21.
23. Looker AC, Orwoll ES, Johnston CCJ et al. Prevalence of low femoral bone density in older US adults from NHANES III. *J Bone Miner Res* 1997;12:1761-8.
24. Faulkner KG, Orwoll E. Implications in the use of T-scores for the diagnosis of osteoporosis in men. *J Clin Densitom* 2002;5:87-93.
25. Holt G, Khaw KT, Reid DM et al. Prevalence of osteoporotic bone mineral density at the hip in Britain differs substantially from the US over 50 years of age: implications for clinical densitometry. *Br J Radiol* 2002;75:736-42.
26. Vallarta-Ast N, Krueger D, Binkley N. Densitometric diagnosis of osteoporosis in men: effect of measurement site and normative database. *J Clin Densitom* 2002;5:383-9.
27. Leonard MB, Zemel BS. Current concepts in pediatric bone disease. *Pediatr Clin North Am* 2002;49:143-73.
28. Goulding A, Jones IE, Taylor RW et al. More broken bones: a 4-year double cohort study of young girls with and without distal forearm fractures. *J Bone Miner Res* 2000;15:2011-8.
29. Faulkner RA, Bailey DA, Drinkwater DT et al. Regional and total body bone mineral content, bone mineral density, and total body tissue composition in children 8-16 years of age. *Calcif Tissue Int* 1993;53:7-12.
30. Molgaard C, Thomsen BL, Prentice A et al. Whole body bone mineral content in healthy children and adolescents. *Arch Dis Child* 1997;76:9-15.
31. Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR et al. Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab* 1991;73:1332-9.
32. Laursen EM, Molgaard C, Michaelsen KF et al. Bone mineral status in 134 patients with cystic fibrosis. *Arch Dis Child* 1999;81:235-40.
33. Molgaard C, Thomsen BL, Michaelsen KF. Whole body bone mineral accretion in healthy children and adolescents. *Arch Dis Child* 1999;81:10-5.
34. Lu Y, Fuerst T, Hui S et al. Standardization of bone mineral density at femoral neck, trochanter and Ward's triangle. *Osteoporos Int* 2001;12:438-44.
35. Blake GM, Harrison EJ, Adams JE. Dual X-ray Absorptiometry: cross-calibration of a new fan-beam system. *Calcif Tissue Int* 2004;75:7-14.