

MÄTMETODER I FORSKNING OCH VARDAG

DXA är i dag den vanligaste metoden för att mäta bentätheten, men den har sina brister, särskilt vid mätning på barn. I framtiden kan DXA av hälsen och radiogrammetri bli till stor hjälp i klinisk vardag.

TORKEL B BRISMAR, med dr,
röntgenkliniken, Karolinska
Universitetssjukhuset Huddinge

torkel.brismar@
comhem.se



Det finns idag flera metoder att mäta benskörhet. Forskningen inom området är lovande, flera intressanta metoder är under utveckling och några kan snart bli tillgängliga för kliniskt bruk. Nedan följer en kort presentation av de olika metoderna och deras betydelse inom diagnostik och forskning.

Vid benskörhetsdiagnostik är den vanligast använda metoden DXA (dual energy X-ray absorptiometry). Vid DXA (även kallat DEXA) mäts oftast mängden ben i helkropp, höft eller rygg (Figur 1). Mätningen sker genom att den valda kroppsdelens bestrålas med röntgenstrålar med två olika energinivåer (frekvenser). En detektor mäter hur mycket röntgenstrålning som passerar genom bestrålad kroppsdel och hur mycket strålning som absorberas. Då de båda energinivåerna absorberas olika i mjukdelsvävnad och i skelett kan maskinen beräkna mängden benmineral i kroppsdelens. Den bild som erhålls vid DXA-mätningen är tvådimensionell. Detta innebär att bentätheten uttrycks per areaenhet (g/cm^2) och inte per volymenhet (g/cm^3). Då metoden inte tar hänsyn till det bestrålade skelettets tjocklek kan mätvärdet bli missvisande. Detta gäller särskilt hos barn där ett äldre med mer moget och tjockare skelett får ett högre mätvärde än ett yngre även om den sanna bendedensiteten (g/cm^3) är densamma. Vid bentäthetsmätning hos vuxna har denna felkälla mindre klinisk betydelse då ett stort och tjockt skelett hos en vuxen har en större hållfasthet än ett litet och tunt.

Utrustningens tillgänglighet

Ett problem i klinisk praxis är att DXA-utrustningen för helkroppsmätning är relativt dyr. Den finns huvudsakligen vid större sjukhus och forskningscentra, medan den stora andelen patienter i behov av bentäthetsmätning söker inom primärvården. Många patienter får därför ingen behandling, eller så ges behandling endast baserat på riskfaktorbedömning och utan att behandlingseffekten kan kontrolleras.

En enklare och väsentligt billigare DXA-utrustning har utvecklats för att mäta bentätheten i hälbenet. En teoretisk fördel med mätning i hälbenet är att andelen trabekulärt ben är mycket hög (95 procent). Eftersom omsättningen av trabekulärt ben är större än vad den är i kortikalt ben skulle detta kunna göra det möjligt att tidigare påvisa förändringar i skelettomsättningen.

Metoden, som kan utnyttjas på vårdcentraler och ortopediska mottagningar, är lovande men har ännu inte utvärderats för att kunna användas mer allmänt.

Kvantitativt ultraljud eller radiogrammetri

Som alternativ till bentäthetsmätning med DXA utnyttjas i klinisk praxis även kvantitativt ultraljud, QUS (quantitative ultrasound eller broad band ultrasound), av hälbenet. Vid denna metod skickas en ljudvåg med många frekvenser (broadband) genom benet. Den tid det tar för ljudet att passera benet (speed of sound, SOS) samt profilen på ljudet som passerar benet (broad band ultrasound attenuation, BUA) registreras. Maskinen beräknar ett värde för SOS och BUA kallat stiffness, som motsvarar ett indirekt mått på bentätheten. Metodens fördel är att den inte baseras på röntgenstrålning. Mängden strålning vid DXA-mätning är dock försumbar då den endast motsvarar några dygns bakgrundsstrålning varför den teoretiska fördelen med QUS är begränsad. En nackdel med QUS är att den har en något lägre reproducerbarhet än DXA-metoden och inte är lika väl dokumenterad.

En äldre metod för att kvantifiera bentäthet som åter blivit aktuell är radiogrammetri. Metoden baseras på att det kortikala benet blir tunnare vid benskörhet. Genom att mäta tjockleken av corticalis i mellanhandens ben (os metacarpale 2-4) kan benskörheten uppskattas. Då mätningarna tidigare utfördes direkt på röntgenbilden var metodens reproducerbarhet låg. Med dagens digitaliserade bilder har nya möjligheter öppnats då man kan databearbeta bilderna (Figur 2). Genom att röntgenupptaget i skelettet och corticalis tjocklek samtidigt beräknas kan ett relativt mått på bentätheten erhållas. Radiogrammetri kan enkelt utföras på alla digitaliserade röntgenavdelningar. Metoden behöver dock utvärderas ytterligare innan den kan användas i den kliniska vardagen.

Det »sanna« värdet

De ovan beskrivna metoderna ger endast en relativ bild av bentätheten. För att få en mer sann bild av bentätheten uttryckt i g/cm^3 kan datortomografi, QCT (quantitative computed tomography), utnyttjas. För att uppnå en acceptabel reproducerbarhet används ett kalibreringsfantom som består av stavar eller cylindrar med känd densitet och som placeras under patienten (Figur 3). Vanligtvis mäts bentätheten i tre ryggkotar (Th 12, L 1 och L 2 eller L 1-L 3). Fördelen med QCT är att metoden mäter mängden trabekulärt ben, vilket sannolikt har större betydelse än det kortikala benet för skelettets hållfasthet. Metodens nackdel är den större stråldosen och att speciella kalibreringsfantom och utvärderingsprogram krävs vid mätningarna. Metoden har därför inte fått någon större betydelse i klinisk praxis utan används huvudsakligen vid forskningsprojekt och som komplement till DXA-metoden.

Mätning av mikrostrukturen

Även QCT har en begränsning vid diagnostik av benskörhet då

SAMMANFATTAT

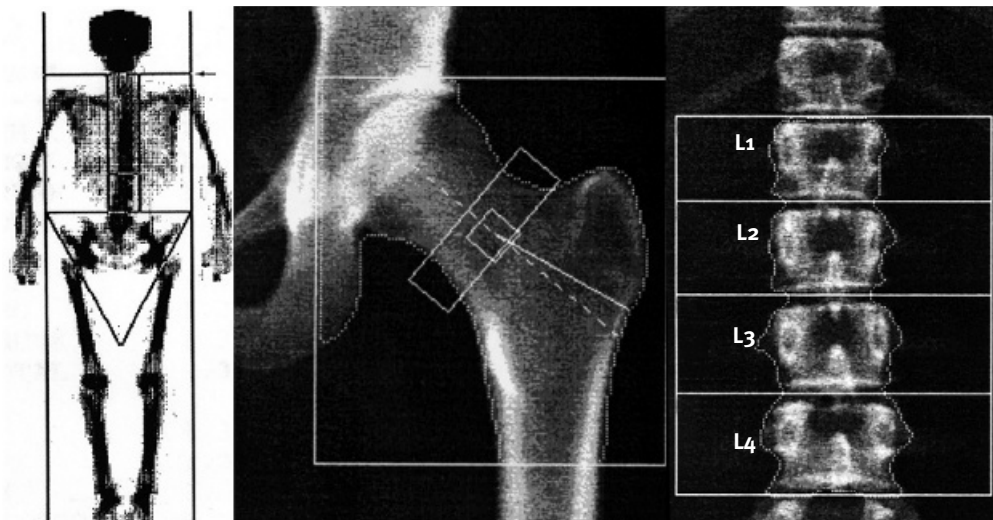
Vid diagnostik av osteoporos används DXA (dual energy X-ray absorptiometry).

Alternativa etablerade metoder är ultraljud och datortomografi.

DXA av hälben och radiogrammetri av handled är under utvärdering och kan medföra

ökade möjligheter till osteoporosdiagnostik även utanför större sjukhus och osteoporoscenra.

För visualisering av skelettets mikrostruktur i samband med forskningsprojekt kan högupplösande datortomografi och magnetkamera användas.



Figur 1. Bentäthetsmätning av helkropp, höft och ländrygg. Facktermen för bentäthet, BMD (bone mineral density), är egentligen missvisande eftersom metoden kvantifierar mängden benmineral per areaenhet (g/cm^2). Detta innebär att man inte får en sann densitet (g/cm^3). Förkortningen BMD är dock så etablerad att den inte längre ifrågasätts. Vid bentäthetsmätningar på barn och individer med stark avvikelse från normallängd får dock detta betydelse eftersom benets storlek (tjocklek) inverkar på mätresultatet.

metoden mäter mängden benmineral och inte tar hänsyn till skelettets mikrostruktur, som har stor betydelse för skelettets hållfasthet. Med skelettets mikrostruktur avses den genomsnittliga tjockleken i benbalkarna i det trabekulära benet (normalt ca 200 μm), benbalkarnas tredimensionella orientering och antalet förbindelselänkar mellan benbalkarna. För analyser in vitro används främst högupplösande mikrodatortomografi, som har en upplösning på ca 10 μm , och för mätningar in vivo speciella perifera datortomografer, p-QCT. Dagens multi-snittdatortomografer har en upplösning på ca 100 μm , vilket innebär att de skulle kunna utnyttjas för visualisering av skelettets mikrostruktur (Figur 4).

På grund av stråldosbelastningen och kostnaden kommer högupplösande datortomografi huvudsakligen att utnyttjas i forskningsprojekt och för bentäthetsmätning av perifert skelett (radius och calcaneus) och metoden kommer sannolikt inte att få någon större klinisk användning.

Magnetkamera

Ett alternativ till högupplösande datortomografi är högupplösande magnetresonanstomografi (HR-MRI) och indirekt kvantifiering av trabekelstrukturen med MR-teknik (MR-relaxometri). Vid HR-MRI fås en upplösning på ca 150 μm . Den

långa avbildningstiden (upp till 12 minuter), då patienten måste ligga absolut stilla, minskar metodens användbarhet. HR-MRI kan dessutom användas endast för visualisering av den perifera skelettstrukturen (radius och calcaneus). MR-relaxometri går snabbare att utföra, men metoden har visat sig ha relativt låg reproducerbarhet i ländrygg medan den är bättre i höft och hül. De höga kostnaderna och tekniska svårigheter kring kvantifiering av skelettets mikrostruktur med magnetkamera har gjort att metoderna endast finns på ett fåtal forskningscentra i världen.

Även om flera av de nya mätmetoderna för benskörhet inte kan användas mer allmänt för diagnostik av benskörhet kan de få stor klinisk betydelse. Med hjälp av högupplösande datortomografi och magnetresonanstomografi kommer, i forskningsprojekt, benstrukturförändringar att kunna kartläggas vid olika sjukdomstillstånd och behandlingseffekter studeras på ett sätt som tidigare inte varit möjligt.

För den kliniska vardagen är radiogrammetri och DXA av hülbenet sannolikt de mest lovande metoderna, men de kräver ytterligare utvärdering innan de kan spridas mer allmänt.

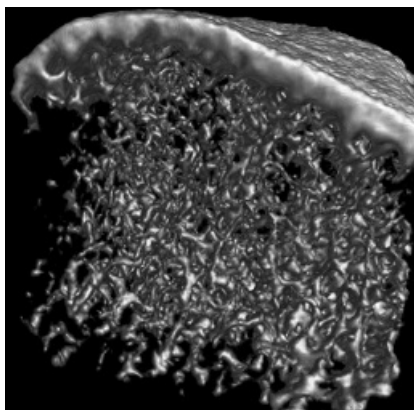
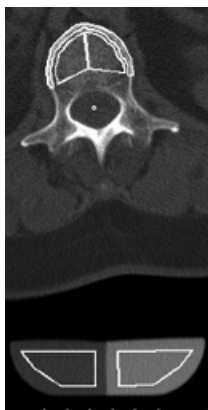
■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*



Figur 2. Vid radiogrammetri mäts strålupptaget och tjockleken av mellanhandsbenen (os metacarpale 2–4). Eftersom dagens bilder är digitala har mätningarna kunnat automatiseras och är därför betydligt mer exakta än då mätningen utfördes manuellt på röntgenfilm.

Figur 3.

Vid bentäthetsmätning av rygg med datortomografi (QCT) placeras ett kalibreringsfantom under patienten. Fördelen med QCT jämfört med DXA är att man får en sann densitet (g/cm^3) och att mängden trabekulärt och kortikalt ben kan separeras. Reproducerbarheten (förmågan att få samma mätvärde vid upprepade mätningar) är dock lägre, och stråldosen är betydligt högre.



Figur 4.

Experimentell högupplöst bild av handled in vitro. Kortikalt och trabekulärt ben framträder tydligt, och bildupplösningen gör det möjligt att utföra avancerad analys av mikrostrukturen. Osteoporosdiagnostiken blir därmed inte begränsad till kvantitativ mätning utan skelettets kvalitet kan också bedömas. Bilden är tagen med en klinisk datortomograf [undersökningen utförd av Eva Klintström och bildanalys av Joel Petersson, CMIV, Linköping].