

# Kemik Mineral Yoğunluğu Ölçümü

## Uygulama Kılavuzu

### Procedure Guideline for Bone Density Measurement

Dr. Taner ERSELCAN,<sup>a</sup>  
 Dr. Aynur ÖZEN,<sup>b</sup>  
 Dr. Doğanün YÜKSEL,<sup>c</sup>  
 Dr. Gülay DURMUŞ ALTUN,<sup>d</sup>  
 Dr. Emel ÖZTÜRK,<sup>e</sup>  
 Dr. Tansel Ansal BALCI,<sup>f</sup>  
 Dr. Binnur KARAYALÇIN<sup>g</sup>

<sup>a</sup>Nükleer Tıp AD,  
 Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
 Sivas  
<sup>b</sup>Nükleer Tıp Kliniği,  
 Bezm-i Alem Valide Sultan Vakıf Gureba  
 Eğitim ve Araştırma Hastanesi İstanbul  
<sup>c</sup>Nükleer Tıp AD,  
 Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
 Denizli  
<sup>d</sup>Nükleer Tıp AD,  
 Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
 Edirne  
<sup>e</sup>Nükleer Tıp AD,  
 Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
 Ankara  
<sup>f</sup>Nükleer Tıp AD,  
 Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
 Elazığ  
<sup>g</sup>Nükleer Tıp AD,  
 Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
 Antalya

Geliş Tarihi/Received: 03.07.2009  
 Kabul Tarihi/Accepted: 04.09.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:  
 Dr. Taner ERSELCAN  
 Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
 Nükleer Tıp AD, Sivas  
 terselcan@yahoo.com

**ÖZET** Günümüzde bir rehber çerçevesinde kemik mineral yoğunluğu (KMY) ölçümünde işlem-birliği sağlanması gerek hasta takip ve tedavisinde gerekse sosyal güvenlik işlemleri açısından önem arz etmektedir. Türkiye Nükleer Tıp Derneği Kemik Dansitometri Çalışma Gurubu (TNTD-KDÇG) faaliyetleri çerçevesinde, ülkemizdeki uygulamalar da dikkate alınarak hazırlanan bu kılavuzda, esas itibarıyla referans bir yöntem olan çift X-ışınlı absorpsiyometri (Dual Energy X-ray Absorptiometry; DXA) uygulamalarına yönelik olan KMY ölçüm standartları belirlenmeye çalışılmıştır. Kılavuz, KMY ölçümünde endikasyon, uygulama ve analiz, yorumlama, raporlama ve kalite kontrol hakkında bilgiler içermektedir. Kılavuzda yine postmenopozal osteoporoz dışında, kemik dansitometrisinin pediatrik ve invivo eklem protezi uygulamalarındaki kullanımına da yer verilmiştir. KMY ölçüm endikasyonları, ilk DXA uygulamalarının başladığı doksanlı yılların başından beri geliş göstermektedir. Fraktür riskinin belirlenmesinde DXA metodunun bir tarama testi olarak kullanılması hala tartışmalı bir konu olup, konu ile ilgili çalışan pek çok yerel veya uluslararası derneklerin hazırladığı kılavuzlarda farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bu kılavuzda Dünya Sağlık Örgütü Fraktür Risk Değerlendirme Çalışma Grubu tarafından osteoporoz için tanımlanan KMY kriterleri esas alınmıştır. Bu bağlamda, erkekte ve premenopozal ve postmenopozal kadında fraktür risk belirlenmesi için T-skor ve Z-skorlarının kullanılması, limitleri farklı olmakla beraber, standart uygulama olarak kabul edilmiştir. TNTD-KDÇG, kemik mineral yoğunluğunda ortaya çıkan değişimin takibinin ve bunun güvenilirliğinin en az ölçümün doğruluğu kadar önemli olduğu kanısındadır. Bu nedenle, kılavuzda DXA ölçümlerinde tekrarlanabilirlik ve en küçük anlamlı değişiklik ile ilgili uygulamalara ait detaylı bir bölüm hazırlanmış ve sayısal örnekler verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kemik yoğunluğu, osteoporoz, foton absorpsiyometri, fraktür, kılavuz

**ABSTRACT** There is a need for a guideline to offer framework in bone mineral density (BMD) measurements, which is important not only for monitoring and treatment of patients but also in social security regulations. This guideline, prepared by Bone Density Working Group of Turkish Society of Nuclear Medicine (TSNM-BDWG) in accordance with the actual practice in Turkey, is mainly focused on BMD measurement standards relating to the applications of dual energy X-ray absorptiometry (DXA) method, which is considered as a reference technique. It contains information related to indications, acquisition and analysis, interpretation, reporting and quality control of BMD measurement. The guideline also contains bone density applications in pediatric patients and in in-vivo orthopedic joint prosthesis, other than the postmenopausal osteoporosis. BMD measurement indications evolve since the beginning of nineteen hundreds when the first DXA application has started. Whether DXA should be accepted as a screening test in the fracture risk assessment is still a subject of discussions. Different approaches can be inspired on the subject from the other guidelines that have been prepared by relating local or international associations. Present guidelines were based upon the BMD criteria for osteoporosis that had been defined by The Study Group on Assessment of Fracture Risk of World Health Organization. In this respect, continuation to the usage of the T-score and Z-score was accepted as a standard application in the fracture risk assessment for men and premenopausal and postmenopausal women, although the limits differ. TSNM-BDWG considers that monitoring of a BMD change and its reliability is as much important as an accurate BMD measurement. Thus, a detailed section was prepared in the guideline about the implementation of reproducibility and the least significant change in DXA measurements together with numerical samples.

**Key Words:** Bone density, osteoporosis, photon absorptiometry, bone fracture, guideline

## I. AMAÇ

Bu kılavuz, kemik mineral yoğunluğu (KMY) ölçümünde uygulama, yorumlama, raporlama ve kalite kontrol aşamalarında işlem-birliği sağlanması amacıyla yönelik olarak hazırlanmıştır.

## II. GENEL BİLGİ VE TANIMLAR

KMY, osteoporoz gibi sistemik hastalıkların tanı ve takibinde en önemli nesnel değerlendirme parametrelerinden birisi olmasının yanı sıra, ortopedik protez çevresindeki kemik dokunun sağlık durumu hakkında bilgi vererek, cerrahi tedavi tercihlerinin gözden geçirilmesine de sebep olabilmektedir. Kemikteki kırılabilirlik (veya dayanıklılık) kemiğin yapısındaki düzen ve mineral madde (Ca, P) miktarı ile orantılıdır. Lokal bir patoloji veya sistemik bir hastalık sonucu kemiğin birim alanındaki mineral madde azlığı ki hacimsel KMY (dansite) ile yüksek uyumluluk gösterir, kırılma (fraktür) riskini artırmaktadır.<sup>1</sup> Çift X ışınli absorpsiyometri (Dual Energy X-ray Absorptiometry; DXA) ile ölçülen KMY'nun gelecekteki fraktür olasılığını öngörme değeri çok yüksek olup, lumbal vertebralarda KMY'daki her bir standart sapmalık azalma fraktür riskinde 2.3 kat artışa neden olmaktadır. Bu durum femur boynunda 2.6 kattır.<sup>2</sup>

Günümüzde, metakarpal, falangeal veya kalkanal KMY ölçümü için X-ışını (radiografik absorpsiyometri) veya kantitatif ultrason ile *periferik dansitometri* uygulamaları da mevcuttur. Ancak, DXA referans yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu kılavuz ülkemizde Nükleer Tıp Kliniklerindeki uygulamalar dikkate alınarak hazırlanmış olup DXA cihazı ile KMY ölçüm standartlarını içermektedir.<sup>3</sup>

### Özgül kısaltma ve terimler

Bu kılavuzda kullanılan;

**DXA:** Çift X ışınli absorpsiyometri yöntemini veya cihazını ifade eder.

**KMY:** DXA yöntemiyle ölçülmüş, kesitsel, gr/cm<sup>2</sup> cinsinden kemik mineral yoğunluğunu (Bone Mineral Density, BMD) ifade eder.

**eKMY:** Eşdeğer Kemik Mineral Yoğunluğu (Standardized Bone Mineral Density, sBMD). DXA

yöntemiyle ölçülen kesitsel KMY değerinin, farklı DXA cihazı ölçüm sonuçları için uyarlanmış halini belirtir.

**KMM:** Kemikteki gram cinsinden mineral miktarı'nı (Bone Mineral Content, BMC) belirtir.

**StD:** Standart Dansitometri; vertebra, femur proksimali ve ön-kol kemiklerinden DXA yöntemi ile KMY ölçümünü ifade eder.

**TVD:** Tüm vücut dansitometrisi; DXA ile kafa dahil tüm vücudun taranarak KMY yanı sıra kas ve yağ kitlesinin miktar tayininin yapıldığı ölçümü ifade eder.

**PD:** Periferik Dansitometri; DXA ile olmayan, StD ve TVD dışı uygulamalar için kullanılmıştır.

**Normal değer:** Irk, cins, yaş, beslenme alışkanlığı, coğrafi yerleşim dikkate alındığında bir popülasyondan elde edilen ortalama kesitsel KMY değerini ifade eder.

**T-skor:** Hastanın KMY değerini genç erişkin KMY değeri ile karşılaştıran ölçütü belirtir. Birimi standart sapma.

$$T\text{-skor} = \frac{\text{Hasta KMY} - \text{Genç normal ortalama KMY}}{\text{Standart sapma (Genç Normal)}}$$

**Z-skor:** Hastanın KMY değerini kendi yaş grubu KMY değeri ile karşılaştıran ölçütü belirtir. Birimi standart sapma.

$$Z\text{-skor} = \frac{\text{Hasta KMY} - \text{Kendi yaş grubu ortalama KMY}}{\text{Standart sapma (Kendi Yaş Grubu)}}$$

**Fraktür riski (FR):** T-skor'un katları şeklinde ifade edilen kemikteki kırılma riskini belirtir.

**DK:** Değişim katsayısı (coefficient of variation). Tekrarlanabilirlik (precision) ölçütü. Tekrarlayan ölçümlerde ortaya çıkan farkı ifade eder. Birimi, %.

**EKAD:** En küçük anlamlı değişiklik (least significant change, LSC). İki ölçüm arasında ortaya çıkan farkın %95 olasılıkla anlamlı olmasını ifade eder. EKAD= DK(in vivo) x 2.77. Birimi, %.

**Fantom:** Kalite kontrol ve kalibrasyon için kullanılan temsili kemik yapı.

**Eşdeğer doz:** DXA uygulamaları esnasında hastanın veya saçılma nedeniyle teknikerin maruz kaldığı iyonizan radyasyon dozunun Sievert (Sv) cinsinden ifadesidir.

### III. ENDİKASYONLAR

KMY ölçüm endikasyonları, sistemik veya lokal KMY kaybının bulunduğu klinik patolojileri içerir.

#### A. SİSTEMİK KMY KAYIPLARINDA ENDİKASYONLAR<sup>4,5</sup>

##### 1. Postmenopozal kadın (Bkz. EK1)

- 1 majör veya 2 minör osteoporoz risk faktörünün bulunması (Tablo 1)
- 65 ve üzeri yaşta olmak
- KMY kaybına neden olacak ilaç kullanımı veya hastalığın bulunması (Tablo 2)

**EK 1. RİSK FAKTÖRLERİ**  
**TABLO 1: Osteoporoz risk faktörleri.**

Majör risk faktörleri
1.65 ve üzeri yaş
2.Vertebraal kompresyon fraktürü
3.40 yaşından sonra minimal travma fraktürü*
4.Ailede osteoporotik fraktür hikayesi (özellikle maternal kalça fraktürü)
5.En az 3 ay süresince glukokortikoid tedavisi
6.Malabsorbsiyon nedenleri
7.Primer hiperparatiroidizm
8.Düşmeye eğilim
9.Radyografide osteopeni görünümü
10.Hipogonadizm
11.Erken menopoz (45 yaş altı)
Minör risk faktörleri
1.Romatoid artrit
2.Klinik hipertiroidizm hikayesi
3.Uzun dönem antikonvülsan kullanımı
4.25 yaşındaki ağırlığından %10 daha fazla kilo kaybı
5.57 kilodan az olmak
6. Sigara içmek
7.Aşırı alkol alımı
8.Düşük diyetel kalsiyum alımı
9.Uzun dönem heparin kullanımı

\*Minimal travma fraktürü, osteoporozun doğrudan bir göstergesi olarak kabul edilir.

**TABLO 2: KMY kaybına sebep olan en sık sekonder nedenler.**

1. Hipogonadizm
2. Primer hiperparatiroidizm
3. Tirotoksikoz
4. Hiperkortizolizm
5. Vitamin D eksikliği
6. Malignensi
7. Malabsorbsiyon
8. Renal hastalık
9. Karaciğer hastalığı
10. İlaçlar (glukokortikoid, uzun dönem antikonvülsan, kemoterapi)

##### 2. Erkek

- 50 ve üzeri yaşta, 1 majör veya 2 minör risk faktörünün bulunması (Tablo 1)
- 70 ve üzeri yaşta olmak
- Minimal travma ile fraktür geçirmiş olmak
- KMY kaybına neden olacak ilaç kullanımı veya hastalığın bulunması (Tablo 2)

##### 3. Premenopozal kadın

- Minimal travma ile fraktür geçirmiş olmak
- KMY kaybına neden olacak ilaç kullanımı veya hastalığın bulunması (Tablo 2)

4. Osteoporoz için farmakolojik tedavi başlanması düşünülen kişiler.

5. Tedavi başlanmış kişilerde, tedavi etkinliğinin takibi.

6. Kemik mineral kaybına sebep olacak farmakolojik tedavi uygulamalarından önce.

##### 7. Çocukta;<sup>6</sup>

a. Primer veya sekonder kemik hastalığı (kronik inflamatuvar hastalık, endokrin düzensizlik, çocukluk çağı kanseri veya böbrek dışında yapılmış organ transplantasyonu gibi). KMY, kliniğe ilk başvurduğunda ölçülmelidir.

b. Talasemi majorlu hastalarda KMY, kırık varlığında ve mümkün olduğunca erken (10 yaşında) ölçülmelidir.

c. Kronik immobilizasyon (serebral palsi vb.). KMY, kırık varlığında ölçülmeli, kontraktür nede-

niyle pozisyonlama güçlüğü varsa uygulanmamalıdır.

d. Kemiğe yönelik aktif tedavi öncesi ve sonrası.

## B. STANDART DENSİTOMETRİ (STD) DIŞI LOKAL KMY ÖLÇÜM ENDİKASYONLARI

a. Kalça protezi; operasyon öncesi ve sonrası ilgili bölgede KMY değerlendirmesi.<sup>7-11</sup>

b. Diz protezi; operasyon öncesi ve sonrası ilgili bölgede KMY değerlendirmesi.<sup>12-14</sup>

c. Vertebral füzyon operasyonu öncesi<sup>15-17</sup>

## IV. KONTRENDİKASYONLAR

### HAMİLELİK

Radyolojik ve sintigrafik tetkikler; mümkünse KMY ölçümü bunlardan önce yapılmalıdır. Yeni yapılmış radyolojik gastrointestinal kontrastlı çalışma ve uzun ömürlü radyoizotoplarla yapılan sintigrafik tetkiklerden (galyum 67, iyot 131 gibi) sonra en az 7 gün geçmesi önerilir.

## V. İYONİZAN RADYASYON DOZU

### A. HASTA (BKZ. EK 2)

Hastanın DXA ile KMY ölçümü sırasında aldığı eşdeğer doz çok düşük düzeyde olup, 1-10  $\mu\text{Sv}$ 'tir ve günlük doğal radyasyon dozu düzeyindedir (7  $\mu\text{Sv}$ ).<sup>18</sup>

### B. TEKNİKER

Foton saçılması nedeniyle günümüzdeki DXA cihazları ile yapılan taramalardan alınan yıllık doz 1 mSv'in altındadır.<sup>19</sup>

## VI. UYGULAMA YÖNTEMİ

### A. ÖLÇÜM BÖLGELERİ

1. Tüm erişkin hastalarda postero-anterior (PA) L1-L4 lumbal vertebral ve femur proksimalinden KMY ölçülmelidir.

2. Ölçüm esnasında lumbal lordozun düzeltilmesi, ölçüm yapılan femur tarafında iç rotasyon için aparey kullanılması gibi o cihaz sistemi için önerilen bütün hasta pozisyonlama kurallarına uyulmalıdır.

## EK 2.DOZİMETRİK ÇALIŞMALAR

### a) Hastada eşdeğer doz ölçümü;

Taşınabilir tipte bir doz-ölçer probu hasta masası üzerinde x-ışını tüpü ile birlikte senkronize hareket ettirilerek bir dakikalık tarama esnasında doz hızı ölçülür. Bu işlem en az üç kez tekrarlanarak, ortalaması alınmalıdır. Bir hastadaki tarama süresi göz önüne alınarak o tetkik için hasta dozu hesaplanır (ilgili çevirimler yapılarak doz Sievert cinsinden verilmelidir).

Örnek; Üç ölçüm ortalaması 0.5 mR/dak. olsun. Vertebral taramada ortalama süre 2 dakika ise, bu taramada hasta;  $2 \times 0.5 \text{ mR} = 1.0 \text{ mR}$  doz veya 10  $\mu\text{Sv}$  eşdeğer doza maruz kalacaktır.

### b) Foton saçılmasına bağlı doz;

Önce zemin aktivitesi ölçülür. Sonra hastadan 1 m uzakta ve teknikerin oturduğu koltuk seviyesinde tarama esnasında ölçümler tekrarlanır (her ölçüm en az üç kez tekrarlanıp, ortalaması alınmalıdır). Hastadan 1 m uzaktaki ve koltuk seviyesindeki ölçümlerden zemin aktivitesi çıkarılarak saçılma dozu hesaplanır.

### c) Tekniker doz ölçümü;

Saçılma nedeniyle maruz kalınan saatlik doz teknikerin iş yükü ile çarpılarak yıllık doz hesaplanır;

Örnek; Tekniker koltuğu seviyesinde saçılma dozu 0.1  $\mu\text{Sv/saat}$  ölçülmüş olsun.

Teknikerin günlük iş yükü, günlük hasta sayısının bir tarama süresi ile çarpımına eşittir.

Örnekte, günde 2 dakika süren, 15 hasta taraması yapan tekniker, 0.05  $\mu\text{Sv/saat}$  doza maruz kalır. Tekniker DXA taramaları için yılda 240 saat çalışıyor ise, 0.05  $\mu\text{Sv/saat} \times 240 = 12 \mu\text{Sv/yıl}$  olarak maruz kaldığı doz hesaplanır.

3. Tarama modu, cihazın kurulum aşamasında belirlenmeli, sık sık değiştirilmemeli ve mümkünse EKAD analizinde kullanılanla aynı olmalıdır.

4. KMY ölçümü aşağıdaki durumlarda önkoldan yapılabilir/yapılmalıdır.<sup>4,20</sup>

a. Kalça ve/veya lumbal vertebralardan ölçüm yapılamıyor veya yorumlanamıyorsa

b. Hiperparatiroidizm

c. Asitli sirotik hastalar

5. Çok obez hastalar (DXA cihaz masası taşıma limitlerini aşanlar)

6. Teknik olanak uygun olduğunda çocuklarda ölçüm lumbal vertebradan ve mümkünse kafa hariç TVD ile yapılmalıdır.<sup>6</sup>

Erişkin hastada TVD sadece vücut bileşen analizi için uygulanır, KMY ölçümü için kullanılmamalıdır.

## B. LUMBAL VERTEBRALARDA

1. Mümkün olduğu sürece ölçüm L1-L4 vertebraları kapsamalıdır.

2. AP için hasta düz merkeze yerleştirilmelidir. Dizlerinin altına kalça 90 dereceye gelecek şekilde yastık/aparat yerleştirilir. Torakal 12. kosta ve iliak kanatlar izlenebilmelidir. Anatomik varyasyon olarak vertebra sayıları değişebilir. Vertebra seçiminde özenli ve dikkatli olunmalıdır.

3. Sadece ileri derecede morfolojik değişiklikler veya artefakt içeren vertebra dışlanmalıdır. Ancak, tüm değerlendirilebilir vertebraların kullanılmasına önem verilmelidir.

4. Tek bir vertebradan elde edilen KMY değeri ile tanısıl sınıflama yapılmamalıdır. Bu durumda tanı için farklı bir iskelet bölgesi kullanılmalıdır.<sup>21</sup>

5. T-skoru en az iki vertebradan elde edilmişse kullanılabilir.

6. Lateral pozisyonda elde edilen vertebral KMY değerleri tanı için kullanılmamalıdır, takipte dikkate alınabilir.

7. Bir vertebranın morfolojik anormallik nedeniyle değerlendirme dışı bırakılması şu durumlarda yapılmalıdır;

a. Vertebra bariz bir şekilde anatomik yapısını kaybetmiş veya cihaz rezolüsyonu itibarıyla sınırları belirlenemiyorsa.

b. Sorunlu vertebra ile komşuluğundaki vertebra arasındaki T-skoru farkı 1'den fazla ise.

c. Lumbal vertebraların büyüklükleri farklı olup alanlarının sıralaması  $L1 < L2 < L3 < L4$  şeklindedir. Benzer şekilde her vertebranın KMY da  $L1 < L2 < L3 < L4$  şeklindedir. Bu sıralamadaki basamak değişikliğinde deformasyondan şüphelenilmelidir.

## C. FEMUR PROKSİMALİNDE;

1. KMY ölçümü için sağ veya sol femur kullanılabilir. Ancak, tekrarlanabilirlik açısından her zaman aynı taraftan ölçüm yapılmalıdır.

2. Femur ölçümünde, diafiz yatağa paralel olmalıdır; uygun pozisyonlamada trokanter minör az izlenir veya hiç izlenmez.

3. Sadece femur boynu değil, tüm femur proksimalinde ölçüm yapılmalıdır.

4. Kalça çıkığı gibi morfolojik patolojilerde diğer taraftaki femur proksimalinden ölçüm yapılır. Bu durumun iki taraflı olması halinde osteoporoz tanısı ve takibi için diğer ölçüm bölgeleri (vertebra, önkol) dikkate alınır.

## D. Ölçüm sıklığı<sup>6</sup>

1. Gerek farmakolojik tedavinin başlatılmasına karar vermede, gerekse tedavi etkinliğinin takibinde karşılaştırmalı ölçümler büyük önem taşır. İki ölçüm arasındaki farkın değerlendirilmesinde EKAD dikkate alınmalıdır.

2. Ölçüm sıklığı için hastanın klinik bulgularının değerlendirilmesi gerekir. Tedavi etkinliğinin takibinde bir yıl, stabil seyir halinde daha uzun aralıklarla takip yeterlidir. Kemik mineral kaybını hızlandıran ilaç (örn. kortikosteroid) kullanan hastalarda daha sık aralıklarla (3 aydan az olmamak üzere) takip uygundur.

3. Çocuk ve adolesanda takip amaçlı KMY ölçümlerinde takip aralığı en az 6 ay olmalıdır.

## E. NORMAL DEĞER VERİTABANI

1. T-skor ve Z-skor hesaplamasında kullanılan cihaza spesifik Türk popülasyonuna ait kadın, erkek ve çocuklar için normal değerler varsa tercih edilmelidir.

2. Tüm cihazlar için kullanılacak her ölçüm bölgesi, her yaş grubu ve cinse ait Türk popülasyonu normal değerleri konusunda henüz bir karar birliği yoktur.

3. Şimdilik cihazlarda yüklü Kafkas (Caucasian) veritabanlarının kullanılması en uygundur.

## F. TANI İÇİN ESASLAR

1. StD ile değerlendirmede aşağıdaki ölçüm değerlerinden en düşük olanı dikkate alınır;

- L1-L4 ortalaması,
- femur boynu,

- c) total femur proksimali,
- d) önkol 1/3 distali.

2. Tek bir vertebra, Ward's üçgeni ve büyük trokanter gibi izole bölgeler tanı için kullanılmalıdır.

## G. FRAKTÜR RİSK (FR) DEĞERLENDİRMESİ

1. KMY'nin tanısal sınıflama ve FR değerlendirme-sindeki kullanımı arasındaki ayırımı dikkat edil-melidir.

2. FR ile ilgili verilerin hemen hepsi 60 yaş ve üzeri hasta popülasyonlarından elde edilmiştir. Bu nedenle FR değerlendirmesinde T-skor dikkate alınmalıdır.<sup>22</sup> T-skor ile FR arasında üssel bir ilişki mevcuttur. Genel olarak, T-skordaki her bir azalma, iskelette ölçüm yapılan o bölge veya diğer bir bölgede 2 veya 3 kat FR artışı ile uyumludur.<sup>23,24</sup>

3. FR değerlendirmesinde birden fazla bölge-den ölçümler almak gibi kanıtlanmış yöntemler kullanılabilir.

## H. PERİFERİK DENSİTOMETRİ

1. Osteoporoz ve osteopeni tanısı için Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) kriterleri periferik ölçüm bölgesi olarak önkol 1/3 distalinden başka bölge ölçümünü dikkate almaz. Ancak, PD;

- a) Fraktür riskinin değerlendirilmesi için faydalı olabilir.
- b) Teorik olarak, osteoporoz ihtimali bulunmayan ve tedavi edilmesi gereken hastaların belirlenmesinde kullanılabilir. T-skor<-1.5 olan kişiler DXA incelemesine gönderilmelidir. Bununla birlikte, cihaza özgü limitler tanımlanmadıkça klinik uygulamada kullanılamaz.
- c) Takipte kullanılmamalıdır.

## VII. DEĞERLENDİRME, RAPOR VE YORUM

### A. POSTMENOPAZAL KADIN VE

#### 50 VE ÜZERİ YAŞ ERKEKLERDE DEĞERLENDİRME

1. Klinik sınıflandırma için WHO tarafından açıklanan tanı kriterleri kullanılmalıdır (1).

- a) T-skoru 0 ile -1.0 arasındaysa KMY normaldir.

- b) T-skoru -1.0 ile -2.5 arasında ise kişi osteopeniktir.

- c) T-skoru -2.5 ve daha düşük ise kişi osteoporotiktir.

2. Menopozal geçiş dönemindeki kadınlarda yine WHO kriterleri kullanılmalıdır.

3. Bu sınıflamada, L1-L4 vertebra ortalaması, femur boynu veya total femur proksimali veya önkol 1/3 distalinden her hangi birisine ait T-skoru dikkate alınabilir.

## B. MENOPOZ ÖNCESİ KADINLARDA VE 50 YAŞINDAN GENÇ ERKEKLERDE DEĞERLENDİRME

- 1. T-skoru değil, Z-skoru kullanılmalıdır.
- 2. Z-skor ile karşılaştırma sonucu;
  - a) -2.0 veya daha düşük bir Z-skoru "bu yaş için beklenen değerden düşük",
  - b) -2.0 üzeri Z-skoru "bu yaş için beklenen değer aralığında" olarak ifade edilir.
  - c) 50 yaşından genç erkeklerde sadece KMY değeri ile osteoporoz tanısı konulamaz.

## C. ÇOCUKLARDA TANI (20 YAŞIN ALTINDAKİ ERKEK VE KADINLAR)

1. KMY sonuçlarını çocuklarda yorumlamak oldukça güçtür ve uzmanlar tarafından istenmelidir.

2. Adölesan ve çocukta osteoporoz tanısı sadece KMY ölçümüne dayandırılmamalı, aşağıdaki-lerden bir veya daha çoğunu içeren, klinik olarak anlamlı kırık öyküsü bulunmalıdır;

- a) Alt ekstremitelerin uzun kemiklerindeki kırık
- b) Vertebra kompresyon kırığı
- c) Üst ekstremitelerde uzun kemiklerinden iki veya daha fazlasının kırıkları

3. T-skoru çocuklarda kullanılmamalıdır, bunun yerine Z-skoru kullanılmalıdır.

4. Eğer Z-skoru -2.0'nin altında ise "kronolojik yaş için düşük kemik yoğunluğu" veya "yaş için beklenenden düşük KMY" şeklinde kullanılabilir.

5. Çocuklarda ölçüm için önerilen bölgeler, lumbal vertebralar (PA) ve kafa hariç TVD'dir. Femur proksimali, iskelet sistemi gelişimindeki varyasyonlar ve ilgi alanı yerleştirmede tekrarlanabilirliğin düşük olması nedeniyle çocukta güvenilir ölçüm yeri değildir.

6. Çocuklarda fraktür riski ile ilişkili KMY değeri henüz belirsizdir.

7. Terapötik müdahaleler tek bir DXA ölçümü esas alınarak yapılmamalıdır.

#### D. OSTEOPOROZ İÇİN HAZIRLANAN RAPORLARDA YER ALMASI GEREKEN BİLGİLER

Öncelikle osteoporoz açısından hastanın takibi için gerekli olan ve raporda yer alması gereken bazı bilgilerin tetkiki isteyen hekim tarafından temin edilmesi gerekir. Bu bilgilerin aşağıdaki hususları içermesi önerilir;

##### 1. Riskler

- Minimal travma ile fraktür riski
- Vertebral deformite
- Direkt grafide osteopeni
- Erken menopoz
- Histektomi/oofektomi
- Uzun süreli amenore
- Romatoid artrit
- Uzun süreli kortikosteroid tedavisi (>5mg prednisolon/gün)
- Metabolik kemik hastalığı
- Hipogonadizm (erkek)
- Anoreksiya
- Aile hikayesi
- Alkol bağımlılığı

##### 2. HASTANIN KULLANDIĞI TEDAVİLER VE SÜRELERİ

- Hormon replasman tedavisi
- Bifosfonat tedavisi
- Kalsiyum/D vit.
- Kalsiyum
- Kortikosteroid

Bir DXA raporunda yer alması gereken bilgilerin bir kısmı günümüzdeki DXA cihazlarının özgün çıktılarında yer almaktadır (hastanın yaşı, cinsiyeti, vb. demografik veriler, tetkikin yapıldığı tarih, cihaz marka ve modeli, ölçüm bölgelerine ait detaylı ölçüm sonuçları, KMM, KMY değerleri, T ve Z-skor sonuçları gibi). Bir kısmı ise tetkiki değerlendiren uzman hekim tarafından hazırlanmalı ve mutlaka ek bir rapor şeklinde düzenlenmelidir. Bu ek raporda;

- KMY ölçümü için endikasyonun ne olduğu,
- Ölçüm bölgelerinden her hangi bir tanesinin çalışma dışında bırakılması halinde nedeni,
- Hastadan veya cihazdan kaynaklanabilecek kısıtlılıklar ve ölçümün teknik kalitesi,
- Kullanılan tanı kriterleri,
- Fraktür riski hakkında açıklama,
- Sekonder osteoporoz açısından genel bir değerlendirme,
- Bir sonraki KMY ölçümü için gereklilik ve zamanlama konusunda öneriler bulunmalıdır.
- Hastanın daha önce yapılmış tetkiki varsa sonuç raporu mutlaka karşılaştırmalı olarak hazırlanmalıdır.
- Karşılaştırmalı raporda ölçüm bölgelerine ait değerlerin  $g/cm^2$  ve yüzde cinsinden farkları ve bu farkların anlamlı olup olmadığı belirtilmelidir.
- Takip raporlarında ölçülen KMY değerleri kullanılmalı, T- ve Z-skor'lar cinsinden karşılaştırma yapılmamalıdır (T-skorda azalma, vb. ifadeler).

11. Bu raporlarda;

- KMY değerleri, 3 haneli ondalık sayı olarak (örnek; 0.876  $gr/cm^2$ )

- Skorlar, "T-skor", "Z-skor" yazımı şeklinde ve bir haneli (örnek; 2.1) verilmelidir.

#### E. OSTEOPOROZ İÇİN HAZIRLANAN RAPORDA KULLANILMAMASI GEREKEN İFADELER<sup>25</sup>

1. Daha öncesine ait ölçüm verisi olmadan kemik yoğunluğunda kayıptan bahsedilmemelidir

(azalma olduğu ifade edilir, ancak kayıp; bilinen bir süredeki azalmayı tanımlar).

2. Osteopeni veya osteoporoz için hafif, orta, şiddetli vb. derecelendirme yapılmamalıdır.

3. Osteoporoz sistemik bir hastalıktır. Farklı bölgeler için farklı tanı ifadeleri kullanılmamalıdır (femurda osteopeni ve vertebrada osteoporoz gibi).

4. Gereksiz benzetmeler (hastanın kemikleri 80 yaşında gibi).

5. Teknik olarak geçerli olmayan iskelet bölgeleri ile osteoporoz yorumu yapılmamalıdır.

6. DK ve EKAD dikkate alınmadan KMY'da azalma/artış olduğu ifade edilmemelidir.

7. Çocuk hastaların raporlarında; T-skoru görülmemeli, "osteopeni" terimi ve klinik olarak kırık öyküsü olmadıkça "osteoporoz" terimi kullanılmamalıdır.

## F. OSTEOPOROZ DIŞI KMY ÖLÇÜM

### RAPORLARINDA YER ALMASI GEREKEN BİLGİLER

1. KMY ölçümü için endikasyonun ne olduğu,
2. Ölçüm bölgesi,
3. Ölçüm bölgesi için kullanılan değerlendirme parametreleri (sağlıklı extremite, komşu bir alan vb.),
4. Önceki tarihli ölçüm ile karşılaştırmalı değerler bulunmalıdır.

## G. VERTEBRA VE FEMUR PROKSİMALİNDEN

### ÖLÇÜMLERDE HATA KAYNAKLARI<sup>26</sup>

1. Osteomalazi
2. Osteoartrit (vertebra ve kalça)
3. Yumuşak doku kalsifikasyonu (örn. kolelitiasis, nefrolithiasis, aortik kalsifikasyon)
4. Metal cisim bulunması
5. Kontrast madde
6. Eski kırık ve vertebral deformite
7. İleri skolyoz
8. İleri obezite veya asit
9. Uygun olmayan referans aralığı
10. Uygun olmayan tarama işlemleri (pozis-

yonlama hatası, yanlış tarama modu ve alan seçimi, kalibrasyon eksikliği)

## VII. KALİTE KONTROL

### A. GENEL

1. Kalite kontrolde ilk adım cihazın satın alınmasını takiben kabul işlemleri sırasında cihazın üretici firmanın önerdiği özelliklere sahip olup olmadığının kontrolünün yapılmasıdır.

2. Kullanım esnasında, üretici firmanın önerdiği şekilde cihazın mekanik ve elektronik sistem bakımının eksiksiz ve periyodik olarak yaptırılması gerekir.

3. Cihaz günlük kalibrasyon gerektiriyor ise, üretici firma tarafından temin edilen fantom ile kalibrasyon işlemleri eksiksiz olarak uygulanmalıdır.

4. Cihazın ilk teslim edildiği anda veya bakımının yapıldığı ve firma tarafından maksimum performans gösterdiği teyit edildiği gün bir bazal değer oluşturmak amacıyla 20 kez fantom taraması yapılmalıdır.

5. 20 taramaya ait ortalama KMY değeri hesaplanır.

6. Her gün aynı fantom ve aynı tarama hızı ile fantom taraması tekrar edilmelidir.

7. Günlük fantom tarama değeri, 20 taramaya ait ortalamanın  $\pm$  %1.5 değer aralığında yer almalıdır.

8. "Ortalama  $\pm$  %1.5" sınırının aşılması halinde cihaz bakımıyla ilgilenen firmaya haber verilmelidir.

9. Dansitometre yeni bir yere taşındığında, donanım/yazılım güncellemelerinde, dramatik çevre değişikliklerinde (ısı, nem, v.s.) fantom ile 20 kez ölçüm alınarak ortalama yeniden belirlenmelidir.

**10. İn vitro DK;** mutlaka takip edilmelidir. Bunun için bir fantoma ait aylık, üç aylık, 6 aylık ve yıllık DK'ları hesaplanmalıdır (Bkz EK 3). Bakımlı ve iyi performans gösteren bir DXA cihazında kısa dönem (3 ay) için DK % 0.35-0.45, uzun dönemde (yıl) % 0.50 – 0.60 olmalıdır.

11. DK oluşmasında hem cihaz hem de teknikerin rolü olduğu unutulmamalı, gerekirse DK tekniker bazında ele alınmalıdır. (Fantom analizini



otomatik yapan cihazlarda teknikerin rolü ihmal edilebilir).

**12. İn vivo DK ve EKAD analizi** (Bkz EK 3); bir araştırma değildir.<sup>27,28</sup>

13. Sağlıklı DXA ölçümü için gereklidir. Yapılan tetkikin gerekliliği ve bir parçası olduğu için etik kurul izni gerektirmez.

14. Sistemde kayıtlı hasta verileri kullanılarak her bir teknikerin yaptığı analizlerdeki DK tespit edilmelidir. Bir teknikerin femur proksimali ve vertebral analizlerinde DK %3'ü geçmemelidir.

15. Yine sistemde kayıtlı hasta verileri kullanılarak teknikerler arası manüplasyon farkı kappa analizi ile değerlendirilmeli, anlamlı ise teknikerlerin verilerinin birleştirilmesi ile elde edilecek ortalama DK kullanılmalıdır.

16. Bütün kalite kontrol verileri kayıt altına alınmalıdır.

### B. DXA CİHAZININ DEĞİŞMESİ DURUMUNDA TAKİP EDİLECEK YOL; ÇAPRAZ KALİBRASYON

1. Önceki ve yeni sistem arasında çapraz kalibrasyon ile karşılaştırma yapılmalıdır. Tüm sistem değil de cihazın ana parçalarından bir kısmında değişikliğe gidilecekse, değişiklik yapılmadan önce ve değişiklikten sonra on'ar kez fantom taraması yapılır. Eğer iki durum arasında ortalama KMY'da %1'den fazla fark saptanırsa üretici firmadan gerekli ayarı yapması istenir.

2. Cihaz tamamen yeni bir sistem ile değiştirilirse;

a. Farklı cihazlardan elde edilen ölçüm değerlerini karşılaştırmak için eKMY kullanılmamalıdır.

b. İlk cihaz ile 30 hastada KMY ölçülür. Aynı hastalarda 60 gün içinde yeni cihaz ile tekrar ölçüm yapılır. Eski ve yeni cihazın ölçüm değerleri karşılaştırılır; aradaki ilişki değerlendirilir ve EKAD hesaplanır. Eski sistemde yapılan bir ölçüm sonucunun yeni sistemdeki ile karşılaştırılmasında bu çapraz kalibrasyondan elde edilen EKAD değeri dikkate alınır.

### EK 3.İN VİTRO ve İN VİVO DK ve EKAD HESAPLAMA

**A. İn vitro DK;** belli bir süreç içerisindeki fantom taramalarına ait KMY değerlerinin ortalaması ve standart sapmalarından aşağıdaki formülle hesaplanır;  
DK (%) = Standart sapma (SD) / Ortalama KMY x 100

**B. En küçük anlamlı değişiklik (EKAD),** (least significant change) hesaplamak için bir ölçüm bölgesine ait öncelikle in vivo değişim katsayısı (DK), (coefficient of variation) bulunmalıdır. DK hesabı için 30 hastada en fazla 1 ay aralık ile iki KMY ölçümü yapılır. Bu 30 hastalık grup, yaş ve kilo olarak en çok tetkik yapılacak hasta grubu ile uyumlu olmalıdır.

DK (%) = Standart sapma (SD) / Ortalama KMY x 100

Buradaki SD ve ortalama değer hesabı için aşağıdaki formüller uygulanır;

$$SD = \sqrt{\frac{\sum f_i^2}{2(N-1)}}$$

f; bir hastanın (i) ilk ve ikinci ölçüm değerleri arasındaki fark (1 aydan fazla olmamalı)

N; hasta sayısı (ölçüm sayısı değil!)

**Ortalama** =  $\sum (X_i + Y_i) / 2N$

X<sub>i</sub>; Bir hastada ölçülen ilk KMY değeri

Y<sub>i</sub>; Aynı hastada ölçülen ikinci KMY değeri

**İN vivo DK tespit edildikten sonra EKAD aşağıdaki gibi hesaplanır;**

EKAD = 2.77 x DK (% 95 güven aralığında)

**Örnek;** Bir teknisyene ait lumbal bölge in vivo DK değeri % 1.4; femur proksimali DK değeri % 2 olsun. Bu teknisyene ait EKAD değerleri: Lumbal EKAD = 2.77 x 1.4 = % 3.9; femur proksimali EKAD = 2.77 x 2.0 = % 5.5 bulunur.

Bir hastada EKAD değerinin % farktan (ilk ve ikinci KMY ölçümü için) küçük olması halinde anlamlı değişiklikten bahsedilebilir.

**Örnek;** 9 ay süre ile anti-rezortif tedavi uygulanan bir hastada;

Tedavi öncesi hastanın lumbal KMY = 0.800 gr/cm<sup>2</sup>, tedavi sonrası 0.840 gr/cm<sup>2</sup> ve lumbal bölge için hesaplanan EKAD = % 3.9 olsun. İki ölçüm arasındaki % fark; (0.840 - 0.800) / 0.800 = % 5'tir.

Bu fark EKAD'den fazla olduğundan dansitometrik olarak tedavi etkinliğinden bahsedilebilir.

3. Çapraz kalibrasyon olmaksızın farklı cihazlardan elde edilen ölçüm değerleri karşılaştırılmamalıdır.

### TEŞEKKÜR

*Bu kılavuzun hazırlanmasında katkılarından dolayı Dr. Mustafa Yıldız, Dr. İnci Alıç Özasan ve Dr. Güzin Töre'ye teşekkür ederiz.*

## KAYNAKLAR

1. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1994;843:1-129.
2. 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.
3. Erselcan T, Karayalçın B, Balcı TA, Varoğlu E, Yıldız M. Nükleer tıp kliniklerinde çift x-ışınli absorpsiyometri (DXA) cihaz kullanıcılarının uygulamadaki genel eğilimleri. *Turk J Nucl Med.* 2008;17:95-98.
4. Khan AA, Brown J, Faulkner K, Kendler D, Lentle B, Leslie W, Miller PD, Nicholson L, Olszynski WP, Watts NB, Hanley D, Hodsman A, Josse R, Murray TM, Yuen K; International Society for Clinical Densitometry. Standards and guidelines for performing central dual X-ray densitometry from the Canadian panel of International Society for Clinical Densitometry. *J Clin Densitom.* 2002;5:435-45.
5. Binkley N, Bilezikian JP, Kendler DL, Leib ES, Lewiecki EM, Petak SM; International Society for Clinical Densitometry. Official positions of the International Society for Clinical Densitometry and Executive Summary of the 2005 Position Development Conference. *J Clin Densitom.* 2006;9:4-14.
6. Baim S, Leonard M, Bianchi ML, Hans DB, Kalkwarf HJ, Langman CB, Rauch F. Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry and Executive Summary of the 2007 ISCD Pediatric Position Development Conference. *J Clin Densitom.* 2008;11:6-21.
7. Damborg F, Nissen N, Jørgensen HR, Abrahamsen B, Brixen K. Changes in bone mineral density (BMD) around the cemented Exeter stem: a prospective study in 18 women with 5 years follow-up. *Acta Orthop.* 2008;79:494-8.
8. Stepniowski AS, Egawa H, Sychterz-Terefenko C, Leung S, Engh CA Sr. Periarticular bone density after total hip arthroplasty a postmortem analysis. *J Arthroplasty.* 2008;23:593-9.
9. Thorey F, Reck F, Windhagen H, von Lewinski G. Influence of bone density on total hip resurfacing arthroplasty in patients with osteonecrosis of the femoral head - a radiological analysis. *Technol Health Care.* 2008;16:151-8.
10. Galli M, Leone A, Tamburrelli FC, Pirroni T, Aulisa AG. Periprosthetic mineralization changes around femoral stems: a prospective 12-month study with DEXA. *Skeletal Radiol.* 2008;37:723-9.
11. Hayaishi Y, Miki H, Nishii T, Hananouchi T, Yoshikawa H, Sugano N. Proximal femoral bone mineral density after resurfacing total hip arthroplasty and after standard stem-type cementless total hip arthroplasty, both having similar neck preservation and the same articulation type. *J Arthroplasty.* 2007;22:1208-13.
12. Gazdzik TS, Gajda T, Kaleta M. Bone mineral density changes after total knee arthroplasty: one-year follow-up. *J Clin Densitom.* 2008;11:345-50.
13. Petersen MM, Gehrchen PM, Ostgaard SE, Nielsen PK, Lund B. Effect of hydroxyapatite-coated tibial components on changes in bone mineral density of the proximal tibia after uncemented total knee arthroplasty: a prospective randomized study using dual-energy x-ray absorptiometry. *J Arthroplasty.* 2005;20:516-20.
14. Soininvaara TA, Miettinen HJ, Jurvelin JS, Suomalainen OT, Alhava EM, Kröger HP. Periprosthetic tibial bone mineral density changes after total knee arthroplasty: one-year follow-up study of 69 patients. *Acta Orthop Scand.* 2004;75:600-5.
15. Lu J, Bhargav D, Wei AQ, Diwan A. Posterolateral intertransverse spinal fusion possible in osteoporotic rats with BMP-7 in a higher dose delivered on a composite carrier. *Spine.* 2008;33:242-9.
16. Chin DK, Park JY, Yoon YS, Kuh SU, Jin BH, Kim KS, Cho YE. Prevalence of osteoporosis in patients requiring spine surgery: incidence and significance of osteoporosis in spine disease. *Osteoporos Int.* 2007;18:1219-24.
17. Okuyama K, Abe E, Suzuki T, Tamura Y, Chiba M, Sato K. Influence of bone mineral density on pedicle screw fixation: a study of pedicle screw fixation augmenting posterior lumbar interbody fusion in elderly patients. *Spine J.* 2001;1:402-7.
18. Njeh CF, Fuerst T, Hans D, Blake GM, Genant HK. Radiation exposure in bone mineral assessment. *Appl Rad Isotope.* 1999;50:215-36.
19. Patel R, Blake GM, Batchelor S, Fogelman I. Occupational dose to the radiographer in dual x-ray absorptiometry: a comparison of pencil-beam and fan-beam systems. *Br J Radiol.* 1996;69:539-43.
20. Labio ED, Del Rosario DB, Strasser SI, McCaughan GW, Crawford BA. Effect of ascites on bone density measurement in cirrhosis. *J Clin Densitom.* 2007;10:391-94.
21. Simonelli C, Adler RA, Blake GM, Caudill JP, Khan A, Leib E, Maricic M, Prior JC, Eis SR, Rosen C, Kendler DL. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Technical issues: the 2007 ISCD Official Positions. *J Clin Densitom.* 2008;11:109-22.
22. Bonnick SL, Lewis LA, Editors. *Bone Densitometry for Technologists.* Chapter 10. Humana Press Inc, New Jersey, 2006.
23. Predicting the risk of fracture at any site in the skeleton: are all bone mineral density measurement sites equally effective? Blake GM, Knapp KM, Spector TD, Fogelman I. *Calcif Tissue Int.* 2006;78:9-17.
24. Schuit SC, van der Klift M, Weel AE, de Laet CE, Burger H, Seeman E, Hofman A, Uitterlinden AG, van Leeuwen JP, Pols HA. Fracture incidence and association with bone mineral density in elderly men and women: the Rotterdam Study. *Bone.* 2004; 34:195-202.
25. Siminoski K, Leslie WD, Frame H, Hodsman A, Josse RG, Khan A, Lentle BC, Lévesque J, Lyons DJ, Tarulli G, Brown JP; Canadian Association of Radiologists. Recommendations for bone mineral density reporting in Canada. *Can Assoc Radiol J.* 2005;56:178-88.
26. Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet.* 2002;359:1929-36.
27. Baim S, Binkley N, Bilezikian JP, Kendler DL, Hans DB, Lewiecki EM, Silverman S. Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry and executive summary of the 2007 ISCD Position Development Conference. *J Clin Densitom.* 2008;11:75-91.
28. Baim S, Wilson CR, Lewiecki EM, Luckey MM, Downs RW Jr, Lentle BC. Precision assessment and radiation safety for dual-energy X-ray absorptiometry. *J Clin Densitom.* 2005;8:371-8.