

## 골밀도 측정 및 임상적용에 관한 ISCD 공식 견해

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실

백 기 현 · 강 무 일

Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry

Ki Hyun Baek, Moo-Il Kang

*Department of Internal Medicine, The Catholic University of Korea, College of Medicine*

골다공증을 진단하고 골절위험을 예측하기 위하여 골밀도 검사가 더욱 빈번하게 시행되고 있지만 측정 및 결과 해석방법의 일관성이 없었으며, 또한 골밀도 측정방법의 지속적인 발전과 더불어 측정 기술 및 용어상에 다양한 변화가 있어 왔다. 이러한 문제점을 개선하고자 국제 임상 골밀도 학회(The International Society for Clinical Densitometry; ISCD)는 2001년(미국 콜로라도주 덴버)과 2003년(미국 오하이오주 신시내티)에 두 차례의 position development conference(PDC)를 개최한 바 있다. ISCD 산하 과학자문위원회(Scientific Advisory Committee; SAC)가 현재 적절한 지침이 없다고 판단되는 골밀도 관련 분야들을 주제로 선정하여 관계 문헌을 고찰하여 초안을 작성하였고 이후 골밀도 전문가들이 패넬토의를 하여 일치된 지침을 완성하였다. 최근 골밀도 측정 및 임상적용에 관한 ISCD의 정리된 공식 견해가 논문으로 발표되어 이를 소개하고자 한다[1~14].

### 1. 골밀도 검사의 적응증 (Indications for bone density testing)

골다공증의 진단을 위하여 골밀도 검사가 자주 시행되고 있지만 폐경 후 여성군을 제외하고는 골밀도 검사의 적응증에 대해서는 뚜렷한 지침이 없는 실정이다. ISCD에서는 모든 성인을 대상으로 하면서 이해하

기 편한 골밀도 검사의 적응증을 제안하였다(Table 1).

많은 연구 결과에 의하면 골다공증의 위험요인이 있는 경우 골절이 발생할 가능성이 높으므로 환자에게 질문을 통해 알아내도록 한다(Table 2).

### 2. T-점수 산정을 위한 참고 데이터베이스 (Reference database for T-scores)

미국에 국한하여 인종에 관계없이 여성의 경우에는 건강한 정상 백인여성의 참고 데이터베이스를 이용하여 T-점수를 산출하며, 남성의 경우에도 건강한 정상 백인 남성의 참고 데이터베이스를 이용하여 T-점수를 산출한다.

### 3. 중추골 이중에너지 방사선 흡수계측기 진단 (Central dual energy x-ray absorptiometry for diagnosis)

이중에너지 방사선 흡수계측기 (Dual energy x-ray absorptiometry, DXA)를 이용한 골밀도의 측정은 가장 중요한 골다공증 진단 방법이다. 세계보건기구가 제시하여 현재까지 이용되고 있는 골다공증의 진단기준은 환자의 고관절 부위, 요추부 혹은 전완부 (forearm) 골밀도를 측정하여 젊은 백인 성인 대조군의 정상 평균값과 비교하여 산출된 표준편차를 이용한 것이다 [15]. 그러나 WHO의 진단기준에서는 몇 군데의 골밀

**Table 1. 골밀도 검사의 적응증**

1	65세 이상의 여성
2	65세 미만의 폐경 후 여성이지만 위험요인을 가진 경우
3	70세 이상의 남성
4	비외상성 골절이 있는 성인
5	골소실을 유발하는 질병을 앓고 있는 성인
6	골소실을 유발하는 약제를 복용하는 성인
7	약물 치료를 고려하고 있는 경우
8	치료 효과를 판정하기 위한 경우
9	현재는 치료를 앓고 있지만 골소실의 명백한 근거를 인해 치료가 필요 할 경우

**Table 2. 골다공증성 골절의 위험요인**

주 위험요인(Major risk factors)	
1	고관절 골절의 모계력
2	45세 이후에 경한 외상으로 인해 골절된 과거력
3	장기간 스테로이드 투여
부 위험요인(Minor risk factors)	
1	흡연
2	건강이 불량한 경우
3	장기간 작용하는 벤조다이아제핀을 투여
4	항경련제 투여
5	갑상선기능항진증
6	현재 체중이 25세 때보다 적은 경우
7	25세 때 키가 168 cm 이상
8	운동을 하지 않는 경우
9	하루에 4잔 이상 커피나 차를 마시는 경우
10	하루에 걸거나 서있는 경우가 4시간 이하
11	시력이 나쁜 경우
12	휴식 시 맥박이 분당 80회 이상
13	팔을 사용하지 않고는 의자에서 일어날 수 없는 경우

도를 측정하는 지와 관심영역 (Region of interest, ROI) 설정에 관한 구체적인 기준을 제시하지 않았으므로 ISCD에서는 다음과 같이 제안하였다.

#### 1) 측정부위

모든 환자에서 후전위 척추 (PA spine)와 고관절 부위를 모두 측정하는 것을 원칙으로 한다. 고관절 부위

와 척추 부위를 측정할 수 없거나 해석이 어려운 구조적인 문제가 있는 경우, 부갑상선기능항진증 환자나 매우 비만하여 DXA 측정 테이블의 무게 하중을 초과하는 경우에는 전완부 골밀도를 측정한다.

#### 2) 척추골 관심영역 (Spine ROI)

PA L1-L4를 측정한다. L1-L4중 모든 가능한 척추를 평가하되 국소적인 구조변화가 있거나 인공구조물이 있는 척추는 제외한다. 4개를 모두 평가할 수 없는 경우에는 3개를, 3개를 평가할 수 없는 경우에는 2개만을 평가한다. 진단을 위해 측부 척추를 측정해서는 안되며 추적검사로는 이용할 수는 있다. 고령의 환자들에서는 흔히 척추 후방부에 퇴행성 질환이 동반된 경우가 많아 비정상적으로 높게 골밀도가 측정될 수 있으며, 구조적인 문제가 심할 경우 고관절 부위나 전완부의 골밀도를 측정하는 것이 추천된다.

#### 3) 고관절 관심영역 (Hip ROI)

근위 대퇴골 (total proximal femur), 대퇴골 경부 (femoral neck) 및 전자부 (trochanter)를 각각 측정하여 가장 낮은 골밀도 결과로 진단한다. 진단을 위해 ward 부위에서는 측정하지 않는다. 또한 좌우측 중 모두 측정할 수 있으며 양쪽 고관절 부위를 모두 측정한 후 평균 T-점수값을 산출하여 진단에 이용하는 것에 대한 견해는 아직 불충분하다.

#### 4) 전완부 관심영역 (Forearm ROI)

오른손잡이는 왼팔, 왼손잡이는 오른팔 전완부의 33% (one-third radius)에서 골밀도를 측정하여 진단한다. 전완부의 다른 영역은 추천되지 않는다.

#### 4. 말단골 골밀도 (Peripheral bone densitometry)

기존의 폐경 후 백인 여성을 대상으로 한 연구들에 의하면 말초골의 골밀도 측정도 척추, 고관절 혹은 비척추부위의 골절위험을 예측할 수 있는 것으로 알려졌다[16]. 그러나 중추골 골밀도를 이용한 T-점수 -2.5의 결정점 (cutoff)을 근거로 하였을 때 골다공증의 유병률과 골절 위험도가 좋은 상관관계를 보인 것이 충분

히 연구된 반면, 다양한 측정장비를 이용한 말단골 골밀도에 관해서는 아직 그에 관한 충분한 연구가 이루어지지 않았다[18]. 최근 ISCD에서는 전완부 33%를 제외한 다른 말단골 부위에서 골밀도를 측정한 결과를 이용하여 WHO 진단기준에 의한 골다공증 혹은 골감소증을 진단해서는 안 된다고 규정하였다. 그러나 말단골 골밀도 측정도 골절위험도를 판단하는데 유익한 정보를 제공할 수 있다. 따라서 이론적으로 골다공증이 없을 만한 환자나 골다공증 치료를 요하는 환자를 선별하기 위해 사용될 수 있지만 각 측정장비 별로 특이한 진단 결정점이 확립되기 전에는 일반적으로 임상 적용해서는 안되며 추적검사에 사용되어서도 곤란하다.

#### 5. 폐경 후 여성, 남성, 폐경 전 여성 및 소아에서의 골다공증 진단

기존에 WHO에서 제안하여 임상에서 널리 사용중인 골다공증 진단기준은 폐경 후 백인 여성에서 DXA로 검사한 골밀도와 골절 발생률간에 좋은 양의 상관관계를 보이는 것에 착안하여 고안된 것이다. 골밀도와 골절 발생의 연관성이 남자, 폐경 전 여성 및 소아에서는 아직 충분히 연구되지 않았기 때문에 폐경 후 여성을 기준으로 만들어진 WHO의 골다공증 진단 및 분류법을 이들 대상군들에게 그대로 적용하기는 힘들다. 이러한 문제를 해결하고자 ISCD에서는 골밀도를 이용한 골다공증 진단에 대하여 대상군별로 다음과 같은 견해를 제안하였다.

##### 1) 폐경 후 여성에서의 골다공증 진단 (Diagnosis in postmenopausal women)

기존의 WHO 진단기준을 그대로 사용한다(정상, T-점수 -1.0 이상, 골다공증, T-점수 -2.5 이하; 골감소증, T-점수 -1.0 ~ -2.5). 후전위 척추, 대퇴골 경부, 전체 고관절, 전자부위(trochanter)와 33% 요골 중에서 가장 낮은 T-점수를 선택하여 진단한다.

##### 2) 20세 이상 남성에서의 골다공증 진단 (Diagnosis in men, 20 year of age and older)

WHO의 진단기준을 남자에서는 그대로 적용해서는

안 된다. 65세 이상 남자는 T-점수를 이용하여 -2.5 이하인 경우 골다공증으로 진단하며, 50에서 64세까지의 남자는 T-점수가 -2.5 이하이면서 골절의 위험요소를 가진 경우 골다공증으로 진단한다. 한편 연령과 관련 없이 골다공증의 이차적인 원인(예: 스테로이드 치료, 성선기능저하증, 부갑상선기능저하증)이 있으면서 골밀도가 낮은 경우에는 골다공증으로 진단한다. 50세 미만의 남성에서는 골밀도만으로 골다공증을 진단해서는 안 된다.

##### 3) 20세부터 폐경 전 여성에서의 골다공증 진단 (Diagnosis in premenopausal women, 20 year of age to menopause)

건강한 폐경 전 여성에게 기존의 WHO 진단기준을 그대로 적용해서는 안 된다. T-점수보다는 Z-점수를 사용하여야 한다. Z-점수를 사용하는 것은 WHO 분류를 그대로 인용하는 것을 피하고 비슷한 조건의 모집단과 골밀도를 비교평가하기 위함이다. 또한 골밀도가 낮으면서 이차적인 원인이 있거나 기타 골절의 위험요소를 가진 경우에 골다공증으로 진단할 수 있다.

폐경 전 백인의 경우 같은 동일 연령군 대비 Z-점수와, 젊은 연령군 대비 T-점수는 동일하거나 비슷한 양상을 보이지만 참고 데이터베이스(reference database)의 인종이 다를 경우에는 T-점수와 Z-점수가 일치하지 않을 수 있으므로 주의를 요한다. 예를 들어 흑인 폐경 전 여성에서 백인 참고 데이터베이스를 이용하여 T-점수를 산출하고 흑인 여성 참고 데이터베이스를 참조하여 Z-점수를 산출하는 경우 Z-점수가 T-점수보다 낮게 나타날 수 있다. 미국에서는 폐경 후 여성의 경우 인종에 관계없이 백인여성의 참고 데이터베이스를 이용하여 T-점수를 산출하며, 남성인 경우 남성 참고 데이터베이스를 따로 사용할 것을 권장하고 있다. 국내의 경우 한국인 골밀도 참고 데이터베이스가 부재한 상황에서 백인 여성군의 골밀도를 참고 데이터베이스로 하여 T 및 Z-점수를 산출하고 있으므로 한국인 남녀별로 참고 데이터베이스를 확립하는 것이 시급한 현실이다.

#### 4) 20세 이하에서의 골다공증 진단 (Diagnosis in children, males or females less than 20 year of age)

폐경 후 여성을 대상으로 하는 WHO 진단기준을 그대로 적용해서는 안 되며 골밀도 결과만으로 골다공증을 진단해서도 안 된다. T-점수를 사용하지 않고 Z-점수를 사용하며 결과 보고지에 T-점수를 기입해서도 안 된다. Z-점수가 -2.0 이하이면 연령 대비 저골밀도 (low bone density for chronological age)라는 용어를 사용하는 것이 좋다. Z-점수는 연령, 성별이 부합하는 소아 참고데이터베이스를 이용하여 산출되어야 하며 참고 데이터베이스의 근거에 대하여 결과지에 반드시 기록하여야 한다. 실제 골밀도를 측정하는 부위는 척추와 전신이 적합하다. 뼈의 크기, 사춘기단계 (pubertal stage), 골 성숙도 (skeletal maturity), 신체 구성 (body composition)의 요소 등으로 골밀도를 보정하는 방법에 대해 일치된 견해는 없으며, 만일 보정을 하였다면 결과 보고지에 기록한다. 추적 골밀도 측정은 같은 측정기계, 측정모드, 소프트웨어 및 같은 분석방법을 이용해서 시행하여야 한다.

소아에서 골밀도 측정 결과에 따라 골절을 예측할 수 있는지에 대해서는 아직 확실치 않다.

#### 6. 추적 골밀도 검사 (Serial BMD measurement)

추적 골밀도 검사에서 빠른 속도의 골소실이 확인 될 경우 치료의 적응증이 될 수 있으며 추적 골밀도 검사는 치료시기를 결정하는데 중요하다. 또한 추적 골밀도 검사를 통하여 치료에 대한 반응을 알 수 있다. 만일 치료를 하는데도 골소실이 관찰될 때에는 치료 약제를 변경하거나 골다공증의 다른 원인을 검토하여야 한다. 추적 골밀도 검사는 예상되는 골밀도 변화가 골밀도 측정장비 고유의 최소한의 의미 있는 변화 (least significant change, LSC) 이상으로 변화될 것이 기대될 경우에만 시행한다. 추적 골밀도 검사를 시행하는 간격은 환자 개개인의 임상양상을 고려하여 결정 하되 일반적으로는 치료 시작 혹은 변경 후 1년에 시행하는 것이 추천된다. 단 스테로이드 치료 등과 같이 빠른 골소실이 예상될 때에는 좀더 자주 골밀도를 측

정할 수 있다.

#### 7. 팬텀 스캔과 보정 (Phantom scanning and calibration)

적어도 1주일에 한번 간격으로 주기적인 팬텀 스캔을 시행하여 DXA 골밀도 측정장비를 정도 관리하여야 한다. 각 DXA 장비 별로 정밀도 오차 (precision error)와 LSC를 정기적으로 측정하여야 하며 장비 제조사가 제공하는 정밀도 오차를 그대로 인용해서는 안 된다. 골밀도실에 복수의 기사가 있을 때는 각 기사 별로 정밀도 오차를 측정하여 평균치를 산출한다. 또한 모든 골밀도 측정 기사는 실제 그 병원 환자군을 대표할 수 있는 환자들을 대상으로 골밀도 측정을 하여 정확성을 검증 받아야 한다. 각 기사는 기본적인 술기를 익히고 약 100회 이상의 골밀도 측정을 한 후에 검사의 정확도를 측정 받아야 한다. 새로운 골밀도 측정기가 설치된 경우에는 다시 정확도 검사를 수행해야 한다. 정밀도 분석 (precision analysis)을 위해 재 측정 시마다 환자 위치를 새로이 하며 15명의 환자를 3회 혹은 30명의 환자를 2회 골밀도 측정을 하고 root mean square standard deviation (RMS-SD)을 계산한다. 또한 그 대상군에 대해 95% 신뢰구간으로 LSC를 계산한다. 정밀도 평가 (precision assessment)는 일반적으로 수행되어야 할 과정임을 이해하는 것이 중요하며 방사선 규약을 준수하고 환자의 동의 하에 시행하여야 한다.

#### 8. 골밀도 검사의 보고 (DXA reporting)

골밀도를 측정하기 위하여 DXA를 널리 이용하고 있지만 결과를 어떻게 보고해야 하는지에 대한 지침은 거의 없었다. ISCD에서는 다음과 같은 사항들이 보고되어야 한다는 견해를 내놓았다.

##### 1) 인구통계학적 자료

골밀도검사 결과지에는 환자의 이름, 출생 연월일, 환자 번호, 인종, 성별, 신장 및 체중이 반드시 기록되어야 한다.

## 2) 적응증

골밀도 검사결과지에는 골밀도검사의 적응증이나 골밀도검사를 하는 이유에 관해 언급되어야 하며 검사 의뢰자를 기록한다.

## 3) 추가 사항들

골밀도에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들에 관하여 결과지에 기록한다(예: 스테로이드 치료의 기왕력, 골 절의 과거력).

## 4) Factors affecting study quality

임신이나 최근에 조영제를 사용하는 방사선과 검사를 한 경우에는 골밀도검사를 연기해야 한다. 요추수술, 고관절치환술, 퇴행성 관절질환이나 이전의 골절사실에 대해서는 검사 전에 알고 있어야 하며 결과지에도 기록한다.

## 5) 측정기 및 기술에 관한 언급 (Comments on technique)

골밀도 측정기의 제조사와 모델명이 결과지에 명시되어야 하며 골관절염, 이전의 수술 및 골절 등이 관심 구역(region of interest, ROI)내에 존재 할 때는 추후 있을 재검사의 정확성을 위해 결과지에 기록하는 것이 좋다.

## 6) 골밀도 측정결과 (Dual energy X-ray absorptiometry results)

일반적으로 요추 1~4번과 고관절의 관심영역(total proximal femur, femoral neck, trochanter)이 검사되어야 하며 이곳들이 골밀도측정에 부적합하거나 부갑

상선기능항진증이 있을 때는 전완부를 같이 측정한다. g/cm<sup>2</sup> 단위로 골밀도를 명기해야 하고 동시에 T-점수, Z-점수, 각각의 참고 데이터베이스 평균값에 대한 비율을 백분율 단위로 표시한다.

## 7) 해석

요추 1~4번과 세 군데의 고관절 ROI중에서 가장 낮은 T점수를 기준으로 하여 WHO 분류에 따른 골다공증 혹은 골감소증 진단을 한다. 위 부위가 측정에 적합하지 않을 때는 요골의 원위 33%를 이용하여 T 점수를 계산하여 진단을 한다.

## 8) 다른 위험요소

설문조사를 통하여 골다공증성 골절의 위험 인자를 판단하여 결과지에 기록하여야 한다.

## 9) 골다공증의 이차성 원인

지나치게 낮은 골밀도일 경우 이차적인 원인에 대한 검사를 권고하는 일반적인 언급을 할 수 있다.

## 10) 치료의 선택

골다공증 진단유무에 따라 공인된 약제들을 제시하는 일반적인 권고를 할 수 있다.

## 11) 추적검사 결과지

비교를 위해 이전 검사 중 어느 검사가 인용되었는지와 기존의 관심영역에 대하여 명기해야 한다. 각 골밀도 측정장비가 측정할 수 있는 최소한의 의미 있는 변화치가 결과지에 포함되어야 하며 이것을 바탕으로 추적검사에서 통계적으로 유의한 변화라고 할 수 있는

**Table 3. DXA Nomenclature and Decimal Digits**

DXA nomenclature	DXA decimal digits
DXA, not DEXA	BMD: 3 digits (e.g., 0.927 g/cm <sup>2</sup> )
T-score not T score, t-score, or t score	T-score: 1 digits (e.g., -2.3)
Z-score not Z score, z-score, or z score	Z-score: 1 digits (e.g., -1.7)
	BMC: 2 digits (e.g., 31.76 g)
	Area: 2 digits (e.g., 43.25 cm <sup>2</sup> )
	% reference database: Integer (e.g., 82%)

수치를 퍼센트 혹은  $\text{g/cm}^2$ 로 제시하는 것이 좋다. 마지막으로 다음 추적검사를 시행해야 할 시기에 관해 기록한다.

## 12) DXA 결과지에 포함되어서는 안 될 것들

이전의 골밀도를 알 수 없는 상태에서 골소실이 있다는 언급을 해서는 안되며 경한, 보통의 혹은 심한 골다공증 또는 골감소증과 같은 표현을 사용해서도 안 된다. 또한 측정부위별로 다른 진단을 해서는 안 되며 (예: 고관절-골다공증, 척추부위-골감소증) 연령을 언급한 표현도 기록하지 않는다 (예: 80세 나이의 뼈 상태). 정밀도 오차나 최소한의 의미 있는 변화치에 근거한 의미 있는 골밀도의 변화가 아닌 경우에는 기록하지 않는다.

## 9. DXA 관련 용어 명명법과 소수점 처리

그 동안 DXA 관련 용어 및 결과 수치의 소수점 처리 결과지 및 문헌에 다양하게 표기되었으나 ISCD에서는 다음과 같이 통일하여 사용할 것을 제안하였다.

## 참 고 문 헌

1. Lenchik L, Leib ES, Hamdy RC, Binkley NC, Miller PD, Watts NB: *Executive summary International Society for Clinical Densitometry position development conference Denver, Colorado July 2022, 2001. J Clin Densitom* 5:S1-S3, 2002
2. Leib ES, Lenchik L, Bilezikian JP, Maricic MJ, Watts NB: *Position statements of the International Society for Clinical Densitometry: methodology. J Clin Densitom* 5:S5-S10, 2002
3. Hamdy RC, Petak SM, Lenchik L: *International Society for Clinical Densitometry Position Development Panel and Scientific Advisory Committee: Which central dual X-ray absorptiometry skeletal sites and regions of interest should be used to determine the diagnosis of osteoporosis? J Clin Densitom* 5:S11-S18, 2002
4. Binkley NC, Schmeer P, Wasnich RD, Lenchik L: *What are the criteria by which a densitometric diagnosis of osteoporosis can be made in males and non-Caucasians? J Clin Densitom* 5:S19-S27, 2002
5. Lenchik L, Kiebzak GM, Blunt BA: *International Society for Clinical Densitometry Position Development Panel and Scientific Advisory Committee: What is the role of serial bone mineral density measurements in patient management? J Clin Densitom* 5:S29-S38, 2002
6. Miller PD, Njeh CF, Jankowski LG, Lenchik L: *International Society for Clinical Densitometry Position Development Panel and Scientific Advisory Committee: What are the standards by which bone mass measurement at peripheral skeletal sites should be used in the diagnosis of osteoporosis? J Clin Densitom* 5:S39-S45, 2002
7. Leib ES, Lewiecki EM, Binkley N, Hamdy RC: *Official positions of the International Society for Clinical Densitometry. J Clin Densitom* 7:1-6, 2004
8. The Writing Group for the International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference: *Executive Summary: International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference. J Clin Densitom* 7:7-12, 2004
9. The Writing Group for the International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference: *Introduction, methods, and participants. J Clin Densitom* 7:13-16, 2004
10. The Writing Group for the International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference: *Diagnosis of osteoporosis in men, premenopausal women, and children. J Clin Densitom* 7:17-26, 2004
12. The Writing Group for the International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference: *Technical standardization for dual-energy X-ray absorptiometry. J Clin Densitom* 7:27-36, 2004

13. The Writing Group for the International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference: *Indications and reporting for dual-energy X-ray absorptiometry*. *J Clin Densitom* 7: 37-44, 2004
14. The Writing Group for the International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference: *Nomenclature and decimal places in bone densitometry*. *J Clin Densitom* 7:45-50, 2004
15. Kanis JA: *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report*. WHO Study Group. *Osteoporos Int* 4:368-381, 1994
16. Marshall D, Johnell O, Wedel H: *Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures*. *Br Med J* 312:1254-1259, 1996