

정상 한국 여성의 척추 제원 및 형태 변이 — 방사선학적 정량적 형태계측 —

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

장준섭 · 문성환 · 장병유 · 정재훈

— Abstract —

Spinal Dimensions and Shape Variation in Normal Korean Women — Radiographic Quantitative Morphometry —

Jun Seop Jahng, M.D., Seong Hwan Moon, M.D.,
Byung You Jang, M.D., Jae Hoon Jeong, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University, College of Medicine Seoul, Korea

Multiple wedge fractures of vertebral body are frequent manifestation of the osteoporosis. But half of such fractures may be asymptomatic, and there is frequent disagreement about whether a fracture is present in mild cases. The difficulties in deciding whether a vertebra is indeed fractured result from variations in shape from one vertebra to another and also between individuals. The definition of the osteoporotic vertebral fracture should be based on normal data from specific population. So we measured specific vertebral dimensions and deformity ratio. Plain thoracic and lumbar radiographs of 60 healthy Korean women (age range 30-60 years) were reviewed. Anterior, mid, posterior height of each vertebra and normalized anterior, mid, posterior height of each vertebra (actual height divided by 4th thoracic vertebral body height) were measured. Wedge compression ratio, biconcavity ratio and crush ratio of each vertebra were also calculated. From measured data, we present definition of osteoporotic vertebral fracture in radiographic morphometry.

Key Words: Spine, Osteoporosis, Fracture, Morphometry

I. 서 론

골다골증에 있어 단순 방사선 사진을 통해 이미 발생한 골절을 찾을 수 있고 추시증 새롭게 발생된 골절을 찾을 수 있으며 정성적 판독에 의한 다른 골절

환과의 감별 진단도 가능하며 Saville's index¹, Spinal Deformity index² 등을 이용하여 골량을 예측할 수도 있다. 골다공증성 척추 골절의 진단에는 현재로서는 흡요추의 측면방사선 사진이 가장 기초적이며 최고의 검사방법으로 알려져 있다³. 골절 진단에 있어 이중에너지 흡수계측기에 의한 정량적 형태

계측이 시도되고는 있으나 아직 보편화되지는 않았다³. 그외에 전산화 단층 촬영, 자기공명영상, 전신풀 주사 등이 부가적으로 사용되고 있다. 강 등⁴, 김 등⁵이 사체에서 적출한 척추체의 제원에 관한 연구를 발표하였는데 이들의 연구에서는 척추체의 전, 중, 후부의 높이만을 구분하지 않고 최대치를 나타내는 하나의 높이만을 측정하였으며 흉추에서 요추까지 각 척추체의 부위에 따른 정상 형태변이도 기술하지 않았다. 그리고 이러한 사체 척추체에 의한 형태계측은 척추체내 고정물 등의 고안에는 유용하지만 투영되어 확대된 영상을 판독해야 하는 임상의에게는 골절의 정의를 위한 정상치로 사용하는 데는 도움이 되지 않는다. 장 등⁶, 김 등⁷, 장 등⁸, 석 등⁹이 골다공증성 척추골절에 관한 연구 논문을 발표하였으나 이러한 논문들에서는 한국인의 정상치에 기초한 골다공증성 척추 골절을 정의하지 않았고 골절 정의에 있어서도 통일된 수치가 없었다. 이에 저자들은 한국 여성의 방사선학적 정상척추 제원과 각 척추체의 정상 형태변이를 조사하고 이에 기초하여 한국여성에 있어 골다공증성 척추 골절을 정의하기 위한 척추의 형태계측학적 수치를 제시하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

본 연구의 대상은 1996년 1월부터 1996년 12월 까지 본원 정형외과에 내원한 60명의 여성을 대상으로 하였다. 대상군은 척추부위 이외의 정형외과적 문제로 내원하였으며 평균연령은 48세(범위 30세-60세)였으며 흉요추의 방사선사진 판독상 골질환이 없었으며 골대사에 영향을 미칠 약물복용이나 골대사 질환 그리고 외상의 병력이 없었다. 대상군은 병력조사 및 진찰후 표준화된 방법^{3,10,11,12)}으로 흉추 및 요추의 전후면 및 측면 방사선사진을 촬영하였다. 방사선사진 촬영은 좌측와우에서 광원 및 감광판 사이의 길이를 105cm로 유지하고 호흡을 멈춘 상태에서 흉추는 제7 혹은 8흉추를 중심으로 요추는 제2 혹은 3요추를 중심으로하여 전후면, 측면 방사선사진을 촬영하였다. 촬영된 척추체의 위치 확인은 전후면사진, 늑골, 경피적 인식표 등을 사용하였다. 촬영된 방사선 사진에서 척추체의 전방부의 상단과 하단, 척추체 후방부의 상단과 하단 그리고 전방부와 후방부 중간 위치에서 Hurxthal¹³이 제시한 방

법으로 척추 중간점등 모두 6개의 점을 표시하였다. 표시된 6개의 점에서 투영되는 자를 이용하여 1/10 mm 정확도로 제4 흉추부터 제5요추까지의 전 척추체 높이(anterior height, Ha), 중간 척추체 높이(mid height, Hm) 그리고 후 척추체 높이(posterior height, Hp)를 채었다(Fig. 1). 각 개인별로 신장 및 체구에 따라 척추체의 제원이 다를 수 있으므로 각 개인의 개인 변이를 정상화시키기 위해 제5흉추에서 제5요추까지의 각각의 척추체의 Ha, Hm, Hp를 제4흉추의 Ha, Hm, Hp로 나눈 정상화된 수치를 계산하였다. 각 척추체의 정상적 형태변이를 알아보기 위해 각 개인의 척추체에서 Ha를 Hp로 나눈 췌기 압박 비율(wedge compression ratio), Hm을 Hp로 나눈 양모 변형 비율(biconcavity ratio), Hp를 계산할려는 척추체보다

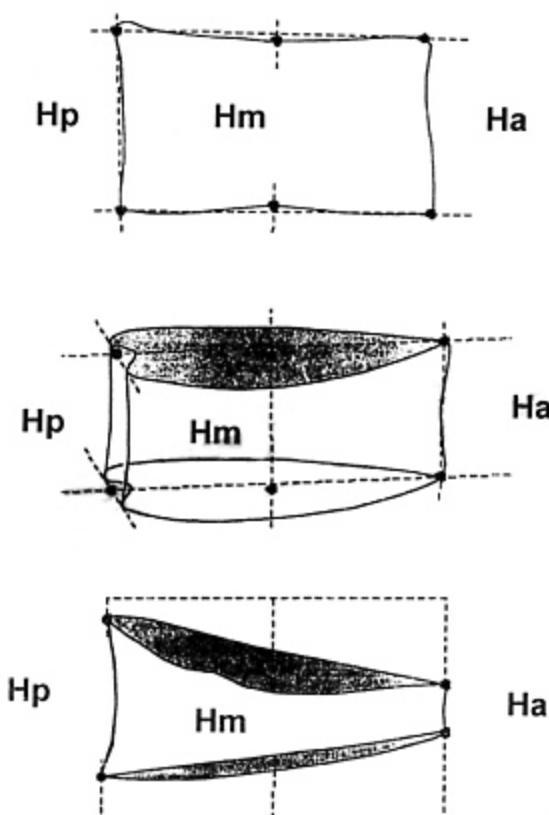


Fig. 1. Point placement during quantitative morphometry anterior height(Ha), mid height(Hm), posterior height(Hp). Wedge compression ratio=Ha/Hp, biconcave ratio=Hm/Hp, crush ratio=Hpi-1/Hpi

한단계 상위 척추체의 후척추체 높이로 나눈 합률비율(crush ratio)를 계산하였다.

III. 결 과

Ha는 제 4흉추(19.8 ± 1.5 mm)에서부터 증가되어 시작하여 제 3요추(31.8 ± 1.8 mm)에서 최대치를 보이며 제 4, 5요추(30.1 ± 1.3 mm, 31.1 ± 2.4 mm)에서는 다시 감소하였다. 제 5요추의 Ha(31.1 ± 2.4 mm)는 표준편차가 모든 척추체 중에서 제일 크므로 각 개인별 높이의 변화가 크다고 유추할 수 있다. Hm은 제 4흉추(19.5 ± 1.5 mm)에서부터 서서히 크기가 증가하여 제 2요추(30.1 ± 1.6 mm)와 제 3요추(30.1 ± 1.5 mm)에서 최대치를 보이며 제 4, 5요추(28.7 ± 1.6 mm, 28.6 ± 1.8 mm)는 다시 감소하였다. Hp는 제 4흉추(20.7 ± 1.7 mm)부터 서서히 증가하여 제 2요추에서 최대치(32.1 ± 1.5 mm)를 보이며 제 3, 4, 5요추에서는 감소하였다(Table 1, Fig. 2-a, b, c).

개인간의 척추체원의 변이를 줄이기 위해 각 척추체의 체원을 제 4흉추체의 Ha, Hm, Hp로 나눈

정상화수치인 nHa, nHm, nHp의 각 척추별 변화는 평균값의 경우도 Ha, Hm, Hp와 비슷하였다. 이러한 정상화된 척추체원은 척추기형수치(Spinal deformity index)³ 등에 사용되는 수치이다(Table 2, Fig. 3-a, b, c).

쐐기 압박비율(wedge compression ratio)은 제 4흉추에서부터 제 2요추까지는 1이하로 정상적으로 쐐기 모양인 것을 알 수 있고 제 3요추는 1의 값을 보임으로서 Ha와 Hp가 수치가 같은 직사각형의 모양이며 제 4, 5요추는 1이상의 값으로서 정상적으로 후방쐐기변형을 보였다. 양요 비율(biconcavity ratio)은 제 4흉추에서 제 4요추까지는 정상적으로 양요변형을 보였으며 제 5요추는 1이상의 수치를 보

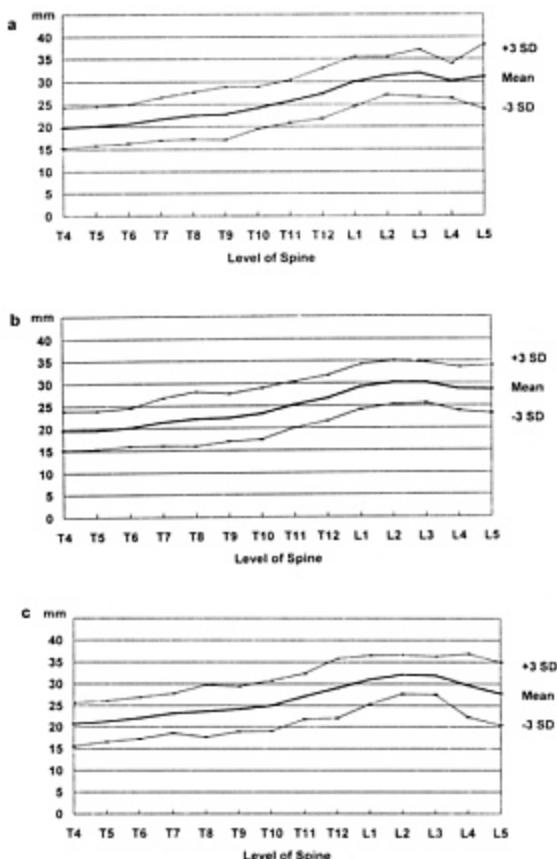


Fig. 2-a. Anterior height of each vertebral body

b. Mid height of each vertebral body

c. Posterior height of each vertebral body

In each graph, middle line is mean, upper line is mean+3SD, lower line is mean-3SD

Table 1. Normal anteriror, mid, posterior height of vertebrae

	Ha(mm)	Hm(mm)	Hp(mm)
T4	19.8 ± 1.5	19.5 ± 1.5	20.7 ± 1.7
T5	20.2 ± 1.4	19.6 ± 1.4	21.3 ± 1.6
T6	20.6 ± 1.4	20.2 ± 1.4	22.1 ± 1.6
T7	21.7 ± 1.6	21.3 ± 1.8	23.2 ± 1.5
T8	22.4 ± 1.7	22.0 ± 2.0	23.7 ± 2.0
T9	22.7 ± 1.8	22.3 ± 1.8	24.1 ± 1.7
T10	24.2 ± 1.6	23.2 ± 1.9	24.9 ± 1.9
T11	25.6 ± 1.6	25.2 ± 1.7	27.1 ± 1.8
T12	27.3 ± 1.8	26.6 ± 1.7	28.9 ± 2.3
L1	29.9 ± 1.8	29.1 ± 1.7	30.1 ± 1.9
L2	31.2 ± 1.4	30.1 ± 1.6	32.1 ± 1.5
L3	31.8 ± 1.8	30.1 ± 1.5	31.8 ± 1.5
L4	30.1 ± 1.3	28.7 ± 1.6	29.6 ± 2.5
L5	31.1 ± 2.4	28.6 ± 1.8	27.7 ± 2.4

Ha : anterior height

Hm : mid height

Hp : posterior height

mean±standard deviation

Table 2. Normalized anterior, mid, posterior height of vertebrae

	nHa	nHm	nHp
T4	1.000	1.000	1.000
T5	1.020±0.036	1.005±0.044	1.028±0.027
T6	1.043±0.035	1.035±0.029	1.067±0.048
T7	1.100±0.054	1.094±0.053	1.120±0.054
T8	1.139±0.107	1.131±0.106	1.145±0.092
T9	1.151±0.085	1.144±0.069	1.168±0.070
T10	1.227±0.100	1.191±0.081	1.204±0.076
T11	1.298±0.081	1.295±0.097	1.313±0.085
T12	1.388±0.126	1.368±0.096	1.400±0.110
L1	1.510±0.104	1.499±0.096	1.495±0.094
L2	1.587±0.118	1.547±0.070	1.556±0.088
L3	1.610±0.140	1.548±0.103	1.546±0.118
L4	1.530±0.129	1.477±0.108	1.434±0.115
L5	1.577±0.157	1.468±0.112	1.340±0.136

nHa : normalized anterior height, each Ha divided by T4 Ha

nHm : normalized mid height, each Hm divided by T4 Hm

nHp : normalized posterior height, each Hp divided by T4 Hp

mean±standard deviation

였다. 합몰비율(crush ratio)은 제 5흉추부터 제 2요추까지는 1이상이었고 제 3, 4, 5요추는 1이하의 값을 보였다. 제 4흉추의 합몰비율은 제 3흉추체의 Hp를 측정하기가 어려워 제외하였다(Table 3, Fig. 4-a, b, c).

한국여성의 골다공증성 척추 골절의 진단을 위한 각 척추체의 형태의 변화의 정상 한계치를 Table 4에 표시하였다. Genant 등^[15]과 Wasnich^[16]가 제시한 평균에서 제 3표준편차의 값을 골절의 정의로 보고 각 척추체의 계산된 기형수치 평균에서 3표준편차 이하의 값을 표시하였다(Table 4).

IV. 고 찰

골다공증성 척추골절의 진단은 방사선과 의사 내지는 골다공증 전문 의사의 육안적 판독에 의한 정성적 방법과 방사선사진에서 척추체의 높이를 정해진 방법으로 측정하여 그 수치를 정상수치와 비교하여 골절을 진단하는 정량적 형태계측 방법으로 나눌

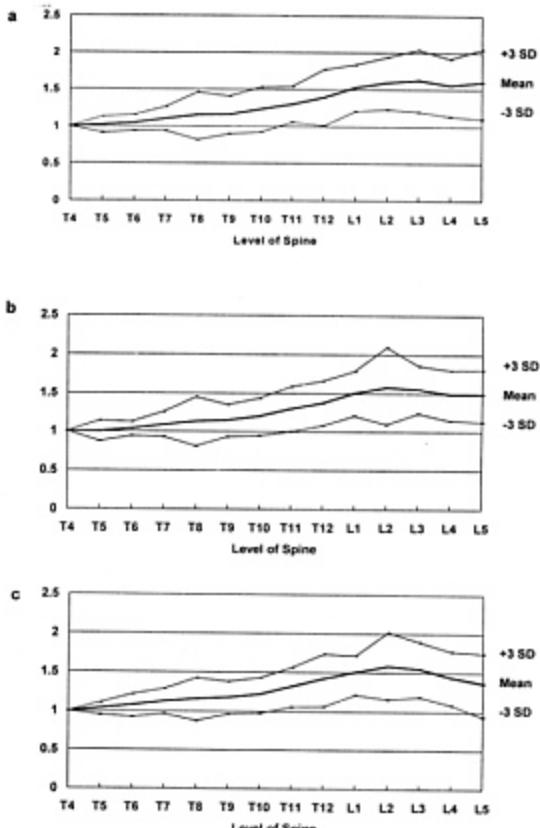


Fig. 3-a. Normalized anterior height of the each vertebral body

b. Normalized mid height of each vertebral body

c. Normalized posterior height of each vertebral body

In each graph, middle line is mean, upper line is mean+3SD, lower line is mean-3SD

수 있다. 정성적 판독에 의한 방법은 숙련된 판독의에 의해 시행될 경우 상당히 높은 진단율을 보이지만 적절한 기준없이 시행되거나 혹은 초심자의 경우는 그 진단율에 차이가 생기고 특히 관찰자간 및 관찰자내 오차가 높은 단점이 있다^[3,4,10]. 그러나 정성적 판독으로 척추 전반의 골질환에 대한 감별진단이 가능하고 각 개인의 고유의 척추 기형을 고려하여 골절 진단이 가능한 이점이 있다.

이에 반해 정량적 형태계측에 의한 골다공증성 척추 골절의 진단은 표준화된 계측법으로 척추의 방사선학적 제원을 측정함으로 관찰자간 및 관찰자내 오차를 최대한 줄일 수 있으며 재현성이 상당히 높으

Table 3. Normal shape variation

	wedge ratio	concavity ratio	crush ratio
T4	0.957±0.058	0.943±0.032	
T5	0.949±0.052	0.922±0.046	1.028±0.027
T6	0.934±0.030	0.916±0.029	1.038±0.053
T7	0.937±0.028	0.920±0.041	1.052±0.059
T8	0.950±0.047	0.932±0.059	1.020±0.068
T9	0.942±0.049	0.925±0.064	1.024±0.086
T10	0.973±0.046	0.933±0.051	1.032±0.055
T11	0.946±0.050	0.930±0.030	1.090±0.041
T12	0.946±0.043	0.921±0.039	1.067±0.046
L1	0.972±0.052	0.945±0.026	1.069±0.058
L2	0.974±0.037	0.938±0.027	1.041±0.035
L3	1.000±0.051	0.946±0.054	0.993±0.040
L4	1.021±0.070	0.973±0.052	0.929±0.076
L5	1.124±0.070	1.035±0.065	0.936±0.066

Wedge ratio : Ha/Hp

Concavity ratio : Hm/Hp

Crush ratio : Hpi/Hpi-I

Table 4. Cut-off values for osteoporotic vertebral fracture (Mean-3xStandard deviation)

	wedge ratio	concavity ratio	crush ratio
T4	0.783	0.846	
T5	0.791	0.783	0.947
T6	0.843	0.829	0.879
T7	0.852	0.795	0.875
T8	0.808	0.754	0.816
T9	0.793	0.730	0.766
T10	0.832	0.779	0.867
T11	0.775	0.839	0.967
T12	0.816	0.804	0.929
L1	0.813	0.865	0.895
L2	0.764	0.856	0.936
L3	0.844	0.782	0.873
L4	0.810	0.814	0.701
L5	0.912	0.838	0.738

며 골절을 대상 인구 집단의 정상 수치에 의해 정의하게 됨으로 각 인구 집단 고유의 골절 진단 기준을 가질 수 있고 경도의 기형을 동반한 척추 골절인 경우는 정성적 판독에 의한 방법보다 훨씬 예민하게 진단이 가능하다^{3,18}. 그리고 각 척추체는 그 고유의 형태변이를 가지는데 이를 무시하고 일률적인 압박율을 적용하여 골절을 정의하면 오진의 확률이 높아

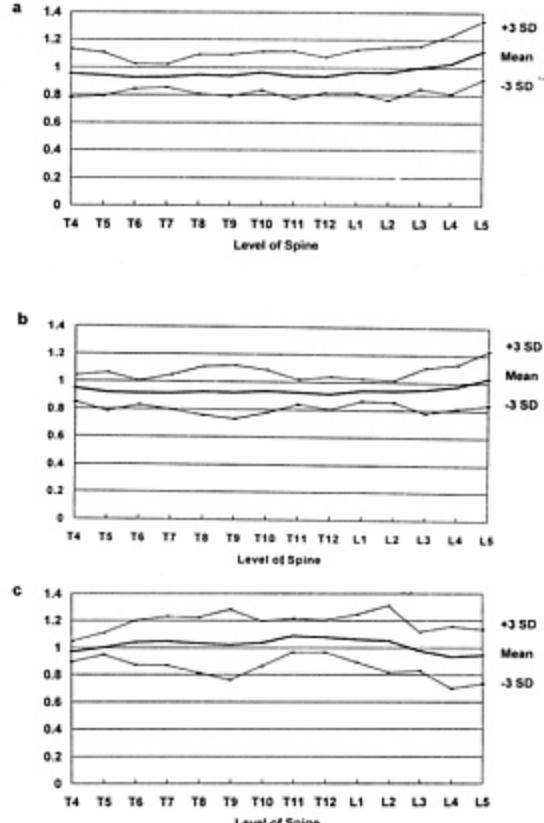


Fig. 4-a. Wedge compression ratio of each vertebral body

b. Biconcavity ratio of each vertebral body

c. Crush ratio of each vertebral body

In each graph, middle line is mean, upper line is mean+3SD, lower line is mean-3SD

점으로 이를 보안하기 위해서는 각 인구 집단별로 각 척추체의 고유의 형태변이를 기술하여야만 한다¹⁷. 그러나 이러한 정량적 형태계측에 의한 방법에도 단점은 있으며 이는 골절과 관련없는 각 개인 고유의 척추체 기형을 단순히 수치만으로 계산하여 골절로 오진할 가능성이 있다¹⁸. 이러한 단점은 정량적 형태계측 이전에 골다공증과 골질환에 숙련된 판독의에 의해 정성적 판독을 한 후 정량적 형태계측을 함으로서 극복될 수 있다.

척추의 제원은 성장이 끝나고 나서는 나이의 증가에 따른 척추제원의 변화는 없으므로 나이에 따라 각각의 척추 제원은 구할 필요가 없다^{11,20}. 정상 척추제원을 구하기 위한 정상대조군의 선정에는 어려

움이 있다. 폐경전의 여성을 대상으로 한 연구도 있고^{17,20}, 폐경후 여성을 대상으로 하고 정성적 판독으로 정상을 정의한 후 연구를 진행한 경우도 있으며^{2,21}, 인구집단에서 골질군과 정상군을 포함하여 척추제원을 측정후 적절한 통계처리후 정상치를 산정한 경우도 있다¹¹. 본 연구에서는 폐경전 및 폐경후 여성에 있어 정성적 판독으로 골절 및 골질환 골기형이 없다고 판명되고 골대사에 영향을 미칠 약물복용이나 골대사 질환 그리고 외상의 병력이 없는 여성을 대상으로 하였다.

정량적 형태계측법에서 전후면 방사선사진의 유용성은 아직 밝혀지지는 않았으나 본 연구에서는 정성적 판독과 제 12흉추의 위치 확인에 의한 각 척추체의 위치 확인에 유용하였다. 본 연구에서 제시된 한국 여성의 방사선학적 척추 제원 및 각 부위별 형태변이 수치로 한국 여성에 있어 척추의 골다공증성 골절 진단 기준을 제시할 수 있고 척추체 형태변이 정상한계를 정의함으로서 쇄기압박골절(wedge compression fracture), 양요골절(biconcave fracture), 함몰골절(crush fracture)을 진단 가능하며²² 이에 의한 진단 기준으로 인구 집단에 유병된 골절의 유병율을 조사할 수 있으며 이러한 각 수치를 타인종의 수치와 비교가 가능하다. 이러한 골절 진단 기준으로 장차 골다공증골절에 대한 의료보험의 수혜 대상의 기준으로도 제시될 수 있을 것이다. 정량적 형태 계측에 의한 골다공증성 척추 골절의 진단에 있어 골절로 정의되는 계측치의 기준에는 아직 완전히 인정된 것은 없으나 주로 대상인구 집단의 정상치 평균에서 3 표준편차 이하의 값을 골절 기준으로 제시하고 있다^{15,16}. 정상치에서 2 표준편차 이하의 값을 기준으로 한 경우는 골절의 진단에 예민도는 비약적으로 증가하지만 이에 따라 가양성의 레가 증가하기에 질병의 치료의 기준으로 제시하기에는 무리가 있다¹⁵. 그러나 척추 변형의 정량적 형태계측치가 2 표준편차와 3 표준편차 사이에 있는 경우는 정상과 골절의 회색지대로서 그 임상적 의의를 규명하기가 쉽지 않다. 이러한 2 표준편차와 3 표준편차 사이에 있는 대상군은 형태계측에 의한 관찰자의 오차로도 정상 및 골절로 변화될 수 있다고 보고하였으나¹³ 이 대상군의 장기추시에 의한 임상 양상의 변화 혹은 골밀도와의 관계등이 복합적으로 조사되어야 할 것이다.

각 개인의 골절을 진단하기 위해서는 표준화된 순서로 접근하여야 한다. 먼저 병력 조사 및 진찰후 흥 요추의 방사선사진을 활용하여 숙련된 판독의에 의한 정성적 판독후 정량적 형태계측을 하게 되며 여기서 얻어진 수치를 정상수치와 비교하게 된다. 먼저 함몰비율을 비교해 정상치 평균 보다 3 표준편차 이하면 함몰골절로 진단하게 된다. 함몰비율이 정상이면 쇄기 압박비율을 비교해 정상치의 평균보다 3표준편차 이하면 쇄기 압박골절을 진단한다. 함몰 및 쇄기 압박비율이 둘다 정상이면 양요비율을 비교하여 기준치 이하면 양요골절로 진단하게 된다. 추시 방사선사진에서 같은 위치의 척추골의 형태계측학적 추차가 이전에 비해 15% 감소되면 재골절로 정의하게 된다¹³.

향후 연구할 분야는 자기공명영상에 의한 골절의 진단에 기초하여 각 정량적 형태계측법의 예민도, 특이도 등을 조사하고 골절진단기준의 수치가 재조정되어야 할 것이다. 골다공증성 골절에 있어 척추체의 전후면 방사선사진의 형태계측학적 의의도 연구되어야 하며 형태계측학적 수치가 2 표준편차와 3 표준편차 사이인 대상군의 장기추시에 의한 임상적 의의 및 골밀도와의 관계 등이 연구되어야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) Saville PD. A quantitative approach to simple radiographic diagnosis of osteoporosis; It's application to the osteoporosis of rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheumat* 10:416-422, 1967
- 2) Minnes HW, Leidig G, Wuster C, Siromachkostov L, Baldauf G, Bickel R, Sauer P, Lojen M, Ziegler R. A newly developed spine deformity index to quantitate vertebral crush fractures in patients with osteoporosis. *Bone Miner* 3: 335-349, 1988
- 3) National osteoporosis foundation working group on vertebral fracture. Report Assessing vertebral fractures. *J Bone Min Res* 10: 518-523, 1995
- 4) 강재도, 김광일, 이근수, 최은영, 김봉선. 한국인 척추골의 형태학적 연구. *대한정형외과학회지* 27: 351-359, 1992
- 5) 김호정. 한국 성인 척추골의 형태 계측. 연세대학교 대학원 석사학위논문집, 1990
- 6) 장준섭, 강군순, 박희완, 한명훈. 정량적 전산화 단층촬영을 이용한 요추부의 둘밀도 측정. *대한정형외과학회지* 25: 262-269, 1990

- 7) 김성준, 조재림, 한주희, 조석신. 골다공증과 병적골절의 상관관계. 대한정형외과학회지 27: 1284-1292, 1992
- 8) 장준섭, 문성환. 이중에너지 흡수계측법을 이용한 원발성 골조증증에 의한 척추 골절의 골밀도 측정. 대한정형외과학회지 27: 57-64, 1992
- 9) 석세일, 이춘기, 강홍식, 이지호, 민학진, 차상훈, 정용진. 골조증증에서의 척추 골절. 대한정형외과학회지 28: 980-987, 1993
- 10) Pak CYC, Ho A, Poindexter J, Peterson R, Sakaee K. Quantitation of incident spinal fractures: Comparison of visual detection with quantitative morphometry. *Bone* 18: 349-353, 1996
- 11) Black DM, Cummings SR, Stone K, Hudes E, Palermo L, Steiger P. A new approach to defining vertebral dimensions. *J Bone Min Res* 6: 883-892, 1991
- 12) O'neill TW, Felsenberg D, Varlow J, Cooper C, Kanis JA, Silman AJ. The prevalence of vertebral deformity in european men and women: The European vertebral osteoporosis study. *J Bone Min Res* 11: 1010-1018, 1996
- 13) Hurxthal LM. Measurement of anterior vertebral compression and biconcave vertebrae. *Am J Roentgen* 103: 635-644, 1968
- 14) Smith-Bindman R, Cummings SR, Steiger P, Genant H. A comparison of morphometric dimensions of vertebral fracture. *J Bone Min Res* 6: 25-34, 1991
- 15) Genant HK, Jergas M, Palermo L, Nevitt M, Valentin RS, Black D, Cummings SR. Comparison of semiquantitative visual and quantitative morphometric assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis. *J Bone Min Res* 11: 984-996, 1996
- 16) Wasnich RD. Vertebral fracture epidemiology. *Bone* 18: 179s-183s, 1996
- 17) Davies KM, Recker RR, Heaney RP. Normal vertebral dimensions and normal variation in serial measurements of vertebrae. *J Bone Min Res* 4: 341-349, 1989
- 18) Ziegler R, Scheidt-Nave C, Leidig-Bruckener G. What is a vertebral fracture? *Bone* 18: 169s-177s, 1996
- 19) Hedlund LR, Gallagher JC. Vertebral morphometry in diagnosis of spinal fracture. *Bone Miner* 5: 59-67, 1988
- 20) Hedlund LR, Gallagher JC, Meeger C, Stoner S. Change in vertebral shape in spinal osteoporosis. *Calcif Tissue Int* 44: 168-172, 1989
- 21) Melton LJ, Kan SH, Frye MA, Wahner HW, O'Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of vertebral fractures in women. *Am J Epidemiol* 129: 1000-1011, 1989
- 22) Eastell R, Cedel SL, Wahner HW, Riggs BL, Melton LJ. Classification of vertebral fracture. *J Bone Min Res* 6: 207-215, 1991