

Dual Photon Absorptiometry를 이용한 Singh Index의 신뢰성 검정

연세대학교 의과대학 정형외과학교실·내과학교실*

김남현 · 전창훈 · 허갑범*

= Abstract =

Reliability of Singh Index with the Dual Photon Absorptiometry

Nam Hyun Kim, M.D., Chang Hoon Jeon, M.D. and Kap Bum Huh, M.D.*

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

**Department of Internal medicine, College of Medicine, Yonsei University Seoul, Korea*

Osteoporosis is a metabolic bone disease characterized by decrease of bone matrix, resulting in generally reduced bone mass, and the diagnosis and grading of progression are assessed by many methods.

There are Singh Index as a simplest method, for grading the trabecular pattern of the femur in pelvis anteroposterior X-ray, and the recently developed Dual Photon Absorptiometry which measures the bone mineral contents in the lumbar spine(L2-L4), femur neck, Ward's triangle and trochanteric area.

Study for correlation between the Singh index and bone mineral contents measurements by Dual Photon Absorptiometry was performed in 36 normal Korean persons and 35 persons with osteoporosis.

The results and conclusion were as follows;

1. A significant difference in bone mineral density at each area was noted between the control group and osteoporosis group.
2. A significant difference in Singh Index at each area was noted between the control group and osteoporosis group.
3. Positive correlation was noted between the mineral density and Singh Index.
4. We think Singh Index is a useful method in the diagnosis and grading of progression of osteoporosis.

Key Words: Osteoporosis, Singh Index, Bone Density, Dual Photon Absorptiometry

서 론

골조송증은 나이와 성에 비해 골질량(bone mass)의 감소와 골격에 2차적으로 생기는 역학적 손상(secondary mechanical failure)이 나타나는 가장 많은 골대사성 질환이다. 골조송증 환자는 경미한 외상에 의해서 척추골절, 대퇴골 근위부 골절 및 전완부의 원위부에서 골

절이 일어난다. 골조송증은 골절이 일어난 후에 주로 진단이 내려지고, 단순 방사선 사진에서 골무기질(bone mineral)의 30%이상 감소가 있어야 골조송증의 진단이 가능하기에 골 손실의 초기에는 진단하는데 어려움이 있다¹⁷⁾.

임상에서 골질량을 측정하는 방법으로는 단순 방사선 사진(Singh Index, Smith Index), photodensitometry(radiographic absorptiometry), Single Photon Absorptiometry(SPA),

Dual Photon Absorptiometry(DPA), Dual Energy X-ray Absorptiometry(DEXA), Radiogrammetry, Neutron activation analysis, Quantitative Computed Tomography등^{4,19,32)}이 있다.

이런 방법중 간단하게 골조중증을 진단하는 방법은 흉, 요추의 전후방 및 측부 X-선사진, 고관절을 약간 내회전시킨 상태의 대퇴부 및 고관절 전후방 방사선 사진 등을 기초로한다. 이런 단순 방사선 사진에서 골조중증을 진단하는 방법중에는 골조중증에 따라 대퇴골 근위부의 골소주계(trabecular system)의 변화(Fig. 1)를 6단계를 분류한 Singh Index가 있다(Table 1, Fig. 2)^{23,28,31)}. 이 Singh Index는 간단하고, 쉽게 재현할 수 있기에 골조중증의 진단 및 평가에 널리 사용되고 있다⁶⁾.

Dual Photon Absorptiometry는 Reed, Roos와 Mazess등은 Total body calcium 측정을, Dunn, Wahner 및 Riggs등은 대퇴부에서 골밀도를, Wilson과 Masen등은 요추부에서 골밀도를 측정하여 발표하였다³²⁾.

DPA는 주로 요추, 대퇴부 및 Total skeletal Calcium 측정에 이용하며, DPA는 정확도 및 정밀도가 높고, 오차율(<3%)이 적으며, 상대적으로 각 부위의 골밀도를 측정할 수 있다고 보고 하였다¹⁹⁾.

골조중증 환자의 증가와 더불어 골조중증을 간단하게 진단하고, 골조중증이 예상되는 환자를 외래에서 1차 검색(primary screen)하고저, 정확도의 정밀도가 높은 DPA를 이용하여 Singh Index의 신뢰성을 평가하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 대 상

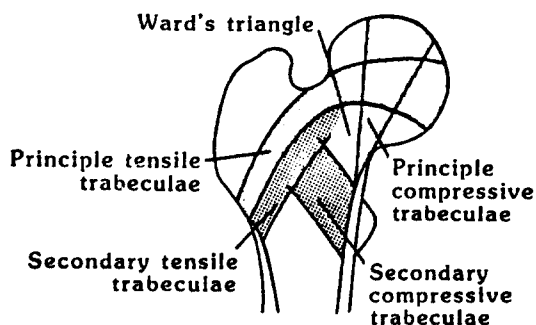


Fig. 1. The Normal Trabecular Pattern. The trabecular pattern reflects the compressive and bending forces on the proximal femur.

1987년 1월에서 1989년 1월까지 골조중증이 의심되었던 연세대학교 부속 세브란스병원 정형외과 및 내과 외래를 방문한 137명과 정형외과에 입원한 37명을 대상으로 문진 및 이학적 소견상 특이한 소견이 발견되지 않았고, 만성질환(예, Rheumatoid arthritis), 골질환, 대사성 질환, 내분비 질환이 있거나, 최근 6개월동안 calcium, vitamin D, steroid제제등을 복용한 과거력이 있는 사람을 제외한, 정상인 대조군 36명과 골조중증으로 진단 받은 35명을 대상으로 하였다. 정상인 대조군은 이학적 소견상 특이한 소견이 없었고, 골밀도 검사상 정상인 골밀도의 85%이상에 있는 경우에 적용시켰으며, 골조중증군은 이학적 소견상 특이한 소견이 없었고, 골밀도 검사상 정상인 골밀도의 85%이하인 경우에 적용하였다.

대상수는 대조군에서 남자가 40대 2명, 50대 4명, 60대 3명, 70대 1명이었고, 여자는 40대

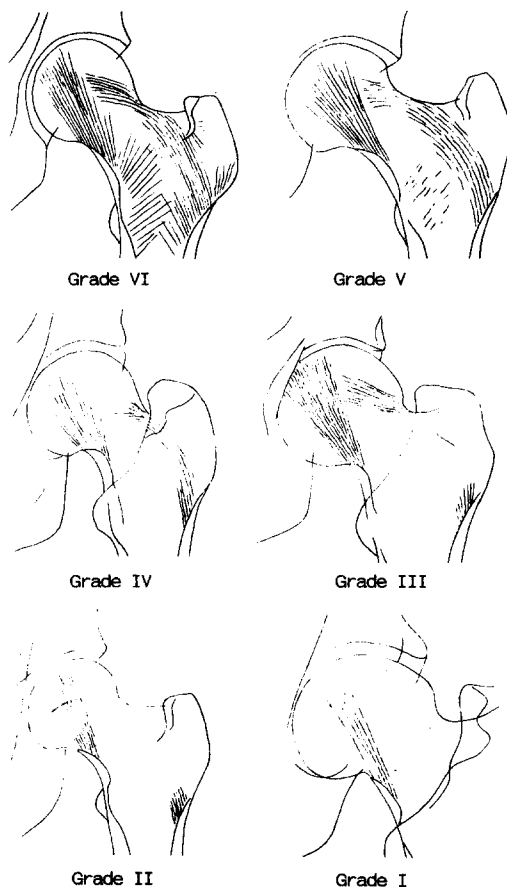


Fig. 2. The Singh Index describes the trabecular patterns those are present.

7명, 50대 9명, 60대 9명, 70대 1명 등 총 36명이 었다. 골조송증군에서는 남자가 50대 3명, 60대 5명, 70대 2명이었고, 여자는 40대 1명, 50대 5명, 60대 14명, 70대 5명이었다(Table 2).

2. 연구방법

모든 연구 대상자에서 고관절을 약간 내회전 시킨 양측 고관절의 전후 방사선사진에서 Singh Index를 구하였다. Singh Index는 Singh등이 정 한 기준 (Table 1, Fig. 2)을 잘 숙지한 3인의 정형외과 의사가 판독하여 결정하였는데, 판독 의 결과가 다른 경우, 다른 3인의 정형외과 의 사가 재판독하여 결정하였다. 단 방사선 사진상 에 하지가 있는 경우는 대상에서 제외하였다.

골밀도의 측정은 Gd-153(Gadolinium)을 이 용하는 Lunar Radiation Corpo.의 DPA측정기 (44, 100Ke)를 사용하여 요추(L1-L4), 대퇴골

Table 1. Singh Index of osteoporosis in pro ximal femur²⁸⁾.

- Grade IV: All the normal trabecular groups are visible and the upper end of the femur seems to be completely occupied by cancellous bone.
- Grade IV: The principal tensile and principal compressive trabeculae are accentuated.
- Grade IV: The Principal tensile trabecular are markedly reduced but can still be traced.
- Grade III: There is a break in the continuity of the principal tensile trabeculae opposite the greater trochanter. This grade indicates definite osteoporosis.
- Grade II: Only the principal compressive trabecula strands out prominently.
- Grade I: Even the principal compressive trabeculae are markedly reduced in number and are no longer prominently.

Table 2. Age and sex distribution

Age	Osteoporosis group		Control group	
	Male	Female	Male	Female
40-49	0	1	2	7
50-59	3	5	4	9
60-69	5	14	3	9
Over 70	2	5	1	1
Total	10	25	10	26

경부, 전자부 및 Ward's triangle에서 각각 골 밀도를 측정하였고, 단위는 g/cm²으로 나타내 었다. 통계처리는 연령별(50, 60대) 및, 각 부 위별로 대조군과 골조송증군의 Singh Index와 골밀도의 평균치를 비교하여, Wilcoxon-rank sum-test로 검정하고, 다시 두 방법사이의 상 관관계를 구하였다.

연구 결과

1. 대조군의 분석

총 36례중 남자가 10례, 여자가 16례였으며, 평균 연령은 59.4세, 연령범위는 43세에서 81 세였다.

Singh Index의 평균치는 3.91 ± 0.76 였고, 골 밀도 평균치는 요추부위 $1.40 \pm 0.16 \text{g/cm}^2$, 대 퇴골 경부 $0.75 \pm 0.11 \text{g/cm}^2$, 전자부 $0.66 \pm 0.12 \text{g/cm}^2$, Ward's triangle $0.64 \pm 0.11 \text{g/cm}^2$ 이 었다(Table 3).

2. 골조송증군의 분석

총 23례중 남자가 9례, 여자가 23례였고 평 균연령은 63.6세였고, 연령범위는 48세에서 79 세였다. Singh Index의 평균치는 2.56 ± 0.19 였 다. 이중 요추부에 골조송증이 있는 군은 평균 연

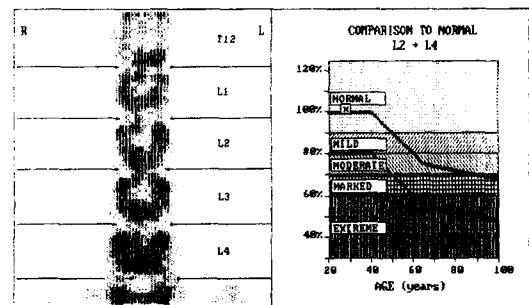


Fig. 3. Bone densitometry in lumbar spine.

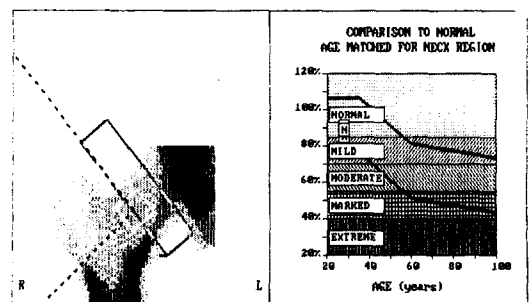


Fig. 4. Bone densitometry in proximal femur by DPA.

령이 63.8세, 평균 골밀도는 $0.74 \pm 0.09 \text{g/cm}^2$, Singh Index 평균은 2.81 ± 0.09 였다.

대퇴골 경부에 골조송증에 있는 군은 평균 연령이 62.4세, 평균 골밀도는 $0.55 \pm 0.05 \text{g/cm}^2$, 평균 Singh Index는 2.4 ± 0.33 였다.

전자부에 골조송증이 있는 군은 평균연령이 65.2세, 평균골밀도는 $0.45 \pm 0.06 \text{g/cm}^2$ 였고, 평균 Singh Index는 2.42 ± 0.76 였다. Ward's triangle에 골조송증이 있는 군은 평균연령이 66.4세, 골밀도 평균은 $0.39 \pm 0.05 \text{g/cm}^2$, 평균 Singh Index는 2.61 ± 0.74 이었다(Table 3).

3. 골조송증군과 대조군 사이의 Singh Index와 골밀도의 비교

각 연령별(50대, 60대) 및 부위별 Singh Index는 두군사이에서 Wilcoxon-rank sum-test로 검정한 결과, P-value가 0.05이하로 통계적으로 유의하였으며 각 부위별 골밀도 Wilcoxon-

Table 3. Comparison between control group and osteoporosis in each area.

	Control group (N=36)	Osteoporosis (N=35)
B M D (gm/cm^2)		
L-spine	1.04 ± 0.16	0.74 ± 0.98
Femur neck	0.75 ± 0.11	0.55 ± 0.05
Trocha- nteric area	0.66 ± 0.12	0.45 ± 0.06
Ward's triangle	0.64 ± 0.11	0.39 ± 0.05
Singh Index	3.91 ± 0.76	2.56 ± 0.19
Age (years)	59.4	63.6

Table 4. Comparison between control and osteoporosis in L-spine(50-59 years)

	Control (N=13)	Osteoporosis (N=5)	r-value
B M D (gm/cm^2)	1.03 ± 0.13	0.85 ± 0.05	0.0029
Singh Index	3.85 ± 0.90	2.80 ± 0.84	0.0292*
Mean Age(yrs)	53.60	55.15	

Values for BMD and Singh Index are mean \pm S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

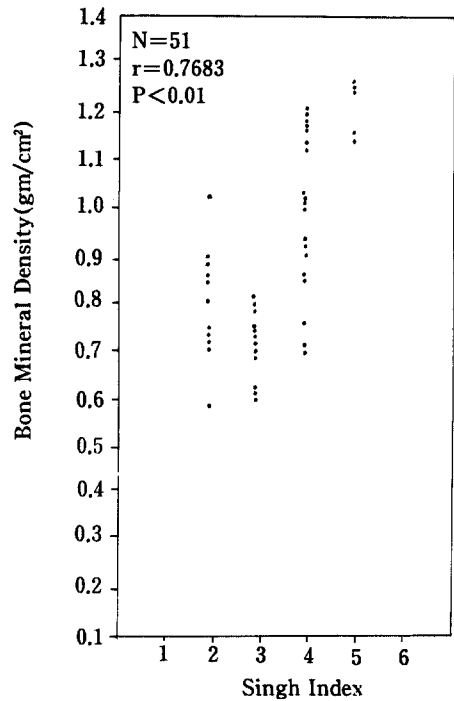


Fig. 5. Correlation of Bone Mineral Density of lumbar spine with Singh Index: Graph showing significant correlation between Singh Index and bone mineral density of lumbar spine.

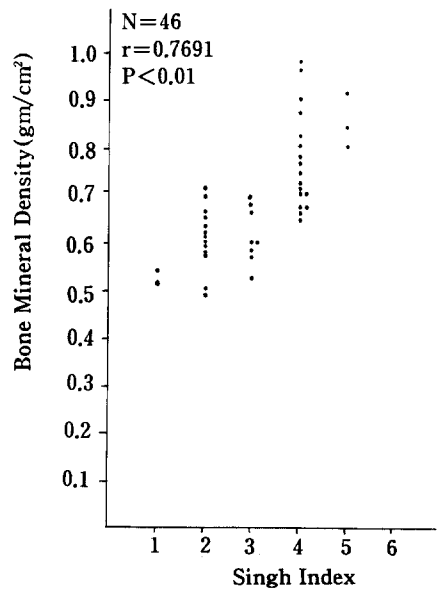


Fig. 6. Correlation of bone mineral density of the femur neck with Singh Index: Graph shows a significant correlation between the Singh Index and bone mineral density of the femur neck.

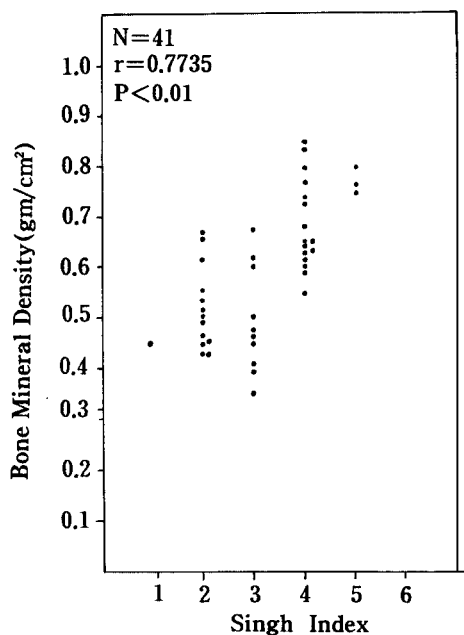


Fig. 7. Correlation of bone mineral density of trochanteric area with Singh Index: Graph shows a significant correlation between the Singh Index and bone mineral density of the trochanteric area.

Table 5. Comparison between control and osteoporosis in L-spine(60-69 years)

	Control (N=13)	Osteoporosis (N=19)	r-value
B M D (gm/cm ²)	0.98±0.16	0.74±0.09	0.0001
Singh Index	3.38±0.77	2.95±0.52	0.0505*
Mean Age(yrs)	63.15	64.21	

Values for BMD and Singh Index are mean ± S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

Table 6. Comparison between control and osteoporosis in femur neck(50-59 years)

	Control (N=13)	Osteoporosis (N=2)	r-value
B M D (gm/cm ²)	0.79±0.11	0.61±0.01	0.0026
Singh Index	3.85±0.90	2.00±0.01	0.0328*
Mean Age(yrs)	55.15	56.00	

Values for BMD and Singh Index are mean ± S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

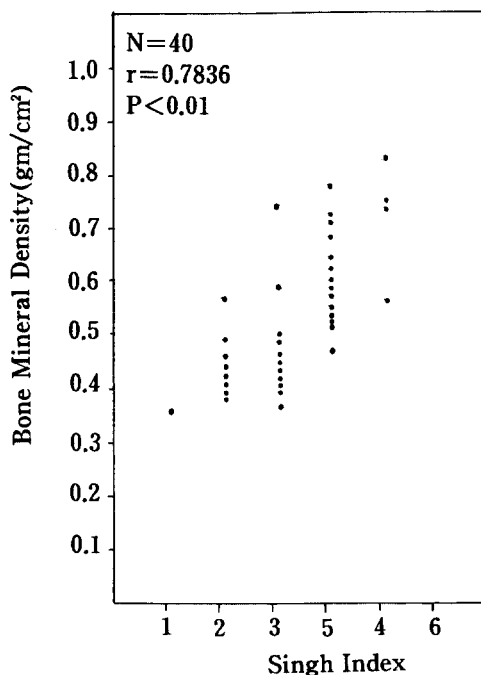


Fig. 8. Correlation of bone mineral density of Ward's triangle with Singh Index: Graph shows a significant correlation between the Singh Index and bone mineral density of Ward's triangle.

Table 7. Comparison between control and osteoporosis in femur neck(60-69 years)

	Control (N=12)	Osteoporosis (N=19)	r-value
B M D (gm/cm ²)	0.61±0.39	0.59±0.32	0.0038
Singh Index	3.38±0.77	3.21±0.71	0.0854*
Mean Age(yrs)	63.15	63.74	

Values for BMD and Singh Index are mean ± S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

rank sum-test 결과, P-value가 0.05이하로 통계적으로 유의하였다.

4. Singh Index와 골밀도의 상관관계

각 부위별로 대조군과 골조송증군에 대한 회귀 분석을 시행하여 요추부, 대퇴골 경부, 전자부, Ward's triangle 각 부위별로 상관계수가 각각 0.7683, 0.7691, 0.7735, 0.7836로 나왔다 (Fig. 5~8).

Tabel 8. Comparison between control and osteoporosis in trochanteric area(50-59 years)

	Control (N=13)	Osteoporosis (N=4)	r-value
B M D (gm/cm ²)	0.67±0.11	0.05±0.15	0.0012
Singh Index	3.36±0.90	2.00±0.35	0.0109*
Mean Age(yrs)	55.15	58.00	

Values for BMD and Singh Index are mean ± S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

Tabel 9. Comparison between control and osteoporosis in trochanteric area(60-69 years)

	Control (N=12)	Osteoporosis (N=9)	r-value
B M D (gm/cm ²)	0.59±0.07	0.45±0.06	0.0006
Singh Index	3.42±0.79	2.67±0.50	0.0225*
Mean Age(yrs)	63.42	64.33	

Values for BMD and Singh Index are mean ± S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

고 찰

대부분의 대사성 골질환은 해면골(cancellous bone)이 골순환율(turn over rate)이 높기 때문에, 피질골(cortical bone)보다는 해면골에 더 영향을 미치며, 섬유주골에서 비교적 많이 일어나는 경향이 있다^{10,13)}.

대사성 골질환에서 골 손실(bone loss)은 중증의 골연화증(osteomalacia)이 있는 경우 하루에 300mg의 칼슘(calcium)의 손실이 있고²⁴⁾, 폐경기에 있는 여성에서는 하루 500mg의 손실이 있다⁹⁾.

정상여성에서 연령에 따른 골밀도는 각 부위에 따라 직선적으로 감소하며, 전 생애를 통한 전체 골밀도는 태퇴골 경부에서 58%, 대퇴골 전자부에서 53%, 요추부에서 42%의 감소를 보인다고 한다. 정상남자에서 연령에서 따른 골밀도는 각 부위에 따라 직선적으로 감소하며, 골밀도의 감소는 여성에 비해 태퇴골 경부와 전자부에서 2/3, 요추부에서는 1/4에 해당된다고 한다²⁷⁾. 의학의 발전에 의해 사람의 평균 수명이 연장되면서, 폐경기 여성의 인구가

Tabel 10. Comparison between control and osteoporosis in Ward's triangle(50-59 years)

	Control (N=13)	Osteoporosis (N=2)	r-value
B M D (gm/cm ²)	0.65±0.12	0.45±0.03	0.0027
Singh Index	3.85±0.73	2.00±0.01	0.0328*
Mean Age(yrs)	55.15	56.00	

Values for BMD and Singh Index are mean ± S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

Tabel 11. Comparison between control and osteoporosis in Ward's triangle(60-69 years)

	Control (N=13)	Osteoporosis (N=12)	r-value
B M D (gm/cm ²)	0.54±0.11	0.41±0.05	0.0021
Singh Index	3.23±0.73	2.87±0.52	0.0217*
Mean Age(yrs)	63.15	65.00	

Values for BMD and Singh Index are mean ± S.D. $p < 0.05$, $p^* < 0.05$

증가하며, 또 노인층에서도 골조송증이 점점 증가하고 있다. 미국의 경우 골조송증이 전 인구의 20%에서 발생하며, 매년 190만명의 환자가 발생한다고 한다. 또 흑인보다는 백인, 남자보다는 여자에게서 발생빈도가 높으며²²⁾, 국내에서 용²³⁾등의 보고에 의하면 한국인의 골밀도가 백인보다 낮다고 한다.

골조송증은 대사성 골질환중 임상에서 가장 흔하게 접할수 있고, 노인이나 폐경기 여성에서 경미한 충격에도 골절이 유발된다. 골조송증은 주로 2가지 형태로 나눌 수 있는데 I형은 폐경후 15년 이내에 호발하며, 주로 섬유주(trabeculae)의 감소가 최대되므로써 척추골의 압박골절이 많이 발생되며, II형은 70세 이후에 호발하며 골량 감소가 피질골과 섬유주에서 일어나면서 태퇴골골절이 주로 발생한다¹⁸⁾. 골조송증의 원인에 대해서는 정확히 알려진 것은 없으나, 약에 의한 수도 있고(drug-induced), 난소 부전(ovarian failure)에 의해 이차로 생길수 있고(postmenopause), 나이가 들면서 생길수 있다(senile)¹³⁾. 이 외에도 칼슘섭취의 결핍, 흡연, 만성적 알콜섭취에 의해서도 생길수 있다고 한다¹⁸⁾. 골조송증은 첫째, 골조송성 골절

(osteoporotic fracture)이 일어날 수 있는 조건이거나, 둘째, 동일 연령의 정상인데 비해서 골량(단위부피당 골질량)이 현저히 감소된 상태이거나, 셋째 골질량이 골절 역치(fracture threshold)이하에 있는 경우를 말한다.

골조송증에서는 뚜렷한 자각 증상이 없으면서 골 기형(bone deformity)이 초래되거나, 골절이 발생한 후에 병원에 입원하게 되는데 70세 이상의 여자 30%에서 골조송성 골절이 일어난다는 보고도 있다. 또, 폐경기의 백인여성 1/3에서 척추 골절로 고생하며, 대퇴골 근위부 골절이 있는 백인 남녀의 경우 잔여 수명을(estimated life time risk)은 각각 15%, 5%가 감소한다고 한다⁵⁾.

골조송증을 진단하는데는 주로 평면 X선 사진에 의해서 1차 진단을 하게 되는데 평면 X선 사진에서는 30%이상의 골 무기질(bone mineral)의 감소가 있어야 진단할 수 있다. 단순 방사선 사진에서 골조송증을 진단하는 방법은 요추부 방사선 사진에서 등급화하여(Singh Index)²⁹⁾ 진단할 수도 있지만^{7,12)}, 1970년 Singh 등은 근위대퇴골 경부의 골소주 형태변화를 등급으로 표시한 근위 대퇴골 골소주지표(Singh Index)에 의해서 골조송증을 간단하게 진단할 수 있다고 하였다(Fig. 2, Table 1)^{28,31)}.

이 외에 X선 사진상 쇄골(clavicle)의 피질골 폭의 변화로 골조송증을 진단할 수 있고, 요골(radius)의 피질골 폭을 측정하므로써 진단할 수 있다. 그러나 이런 방법은 시간 허비가 많고, 전반적으로 수용되지 않고 있다²⁰⁾.

Photodensitometry는 평면 X선 사진에서 골에 의한 광자흡수(photon absorption)를 지표로 골 무기질의 영상(bone mineral imaging)을 나타내며, Iodine-125나 Americium-241를 에너지원으로 사용하여, 이 에너지원에서 방출된 단일에너지 광자(monoenergetic photon)를 이용한, 부속골(appendicular bone)의, (주로 요골), 골무기질을 측정하는 Single-energy Photon Absorptiometry(SPA)가 있다^{29,32)}.

Dual Photon Absorptiometry(DPA)는 두개의 다른 에너지를 가진 광자(photon)를 방출하는 방사선 동위체(gadolinium)를 이용한 것으로, Single-energy Photon Absorptiometry의 변형된 형태이다³¹⁾. Dual Photon Absorptiometry는 광자(photon)의 흡수측정(absorption measurement)시 연부조직(soft tissue)의 영향(effect)을 제거하고, 요추부, 대퇴골 및 전체 골

무기질을 측정하는데 이용한다³⁰⁾. 그 원리는 Gadolinium-153을 에너지원으로 주로 2개의 물질, 골과 연부조직으로 구성된 매질(medium)을 통과하는 2개의 독립된 광자에너지의 양을 NaI detector로 측정하는 것이다. DPA를 이용한 골 무기질 측정시, 전체 골질량은 각각의 단위면적당 골무기질의 질량을 합해서 결정된다³¹⁾. DPA로 측정한 골밀도는 요골에서 Single Photon Densitometry를 이용하여 측정한 골밀도보다 더 정확하며, 매우 재현성이 높고, 동일연령의 여성에서 골조송증 환자를 잘 구별해 낼 수 있다. DPA에 의한 정상요추부의 평균 골밀도는 1.08g/cm^2 , 상대적 정밀도 오차(selective accuracy error)는 5%-6%이며, 골수 내의 지방의 변화나 주위 조직에 의해서는 거의 영향을 받지 않는다고 한다^{1,2)}.

Quantitative Computer Tomography는 Mineral reference standard, 즉 K_2HPO_4 solution을 이용해서 요골과 척추의 골 무기질량(bone mineral content)을 측정하는 방법이며, 몸속에 Calcium-48을 Calcium-49로 활성화시키는 고에너지 중성자(neutron)를 이용한 Neutron activation analysis등이 있다³⁰⁾.

1970년 Singh등은 첫째, 골조송증이 거의 변함없이 대퇴골 상부와 척추를 포함하고, 둘째, 방법이 간단하고, 셋째, 정상인에게서도 전체 골량의 변화가 연령, 성, 종족등에 따라서 연관이 있으며, 이런 생리학적 변화에서는 절대 골밀도(absolute bone density)나 피질골의 폭을 기초로 골조송증의 등급을 나누기 어렵기 때문에 골량(bone quantity)보다 구조의 변화를 등급을 나눈것이 Singh Index의 장점이라고 하였다^{25,30)}. Singh²⁸⁾는 Singh Index가 골조송증의 조직학적 등급과 연관이 있다고 하였고, 정상인 골조송증 환자를 구분할 수 있다고 했지만, 판독하는 의사에 따라서 재현성이 낮고, 골소주의 형태 변화를 6가지로만 등급화 했기에 미세한 변화를 세분화 할수 없는 단점이 있다고 하였다^{14,15)}.

본 연구에서도 대조군과 비교해, 연령별 및 부위별 골조송증군의 Singh Index가 Wilcoxon-rank sum-test에서 P-value가 0.05이하로 나와서 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있고 Singh Index가 골조송증의 1차검색에 유용하다고 생각되었다.

골밀도의 측정은 골조송증 환자를 확진할 수 있고, 골절의 위험도가 척추와 근위대퇴골의

골밀도와 밀접한 관계가 있다고 한다. 요골도, cholesterol이 심장의 관상동맥 질환을 나타내는 지표(index)가 되듯이, 골조송증이 있는 여자에게서 골절을 예상하는데 이용되나, Hui등¹¹⁾에 의하면 요골의 골밀도의 10%감소가 있을 때마다, 골절의 위험도가 1-3배씩 증가하며, 60세이하에서 척추와 대퇴골 경부에서 골밀도의 진단학적 민감성(sensitivity)이 요골의 원위부나 다른 주변골(peripheral bone)에서 측정된 것보다 2-3배 더 높다고 한다^{19, 28)}.

본 연구에서 대조군의 요추부의 골밀도는 $1.04 \pm 0.16 \text{g/cm}^2$ 으로 위해서 말한 Heing가 측정한 요추부 평균 골밀도 1.089g/cm^2 좀 낮으나, 국내의 용동의 보고에 한국인의 골밀도가 백인보다 낮다고 한것에 일치한다고 생각되었다.

정상 폐경기 여성에서 평균 골밀도는 65세까지는 골절 역치(fracture threshold)이상 이었고, 65세 이상에서 약 50%의 요추 골절의 가능성이 있고, 대퇴골 근위부 골절의 가능성은 약 20%라고 보고한 것도 있다¹⁹⁾.

대퇴골 근위부 및 척추골의 95%는 DPA에 의한 골밀도중 척추 골밀도가 1.0g/cm^2 이하, 대퇴골 경부 골밀도가 0.75g/cm^2 이하인 노인의 5%에서 일어날 수 있다고 한다¹⁸⁾. 또 대퇴골 경부골절의 60%는 대퇴골 경부의 골밀도가 0.60g/cm^2 이하인 여성의 10%에서 일어났고, 비슷하게 대부분의 척추 골절은 척추 골밀도가 0.9g/cm^2 이하인 폐경기여성 30%에서 일어났다고 보고하고 있다¹⁸⁾.

본 연구에서 각 부위별로 대조군의 골밀도는 요추부 $1.04 \pm 0.15 \text{g/cm}^2$ 대퇴골 경부 $0.75 \pm 0.11 \text{g/cm}^2$, 전자부 $0.66 \pm 0.12 \text{g/cm}^2$, Ward's triangle $0.61 \pm 0.11 \text{g/cm}^2$, 골조송증군의 골밀도는 요추부 $0.74 \pm 0.09 \text{g/cm}^2$, 대퇴골 경부 $0.55 \pm 0.05 \text{g/cm}^2$, 전자부 $0.45 \pm 0.06 \text{g/cm}^2$, Ward's triangle $0.39 \pm 0.05 \text{g/cm}^2$ 였고, 각 연령별(50대, 60대) 및 부위별 골밀도와 Singh Index는 각각 Wilcoxon-rank sum-test에서 P-value가 0.05 이하로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 골조송증군과 대조군 사이의 상관계수가 부위별로 요추부 0.7683, 대퇴골 경부 0.7691, 전자부 0.7735, Ward's triangle 0.7836으로 두가지 방법 공히 진단에 유용할 것으로 생각된다. 앞으로 노령인구의 증가에 따라 골조송증 환자의 골조송증의 증가로, 본 연구에서 대조군과 골조송증군 사이에선 명확한 차이를 보였던 두 검사방법이 골조송증의 진단 및 등급판정에 유

용하기에, 임상에서 일차검색(primary screen)에 Singh Index가 매우 간편하고 유용하게 쓰일 것으로 생각된다.

결 론

골조송증은 골기질의 감소로 인한 골질량의 전반적인 감소를 일으키는 질환으로 골조송증의 진행의 정도를 판정하는데 여러가지 방법이 이용되고 있다. 가장 간단한 방법으로 단순 골반 전후 방사선 사진에서 근위 대퇴골 골조수계(trabecular system)의 변화로 골조송증의 정도를 분류하는 Singh Index가 있으며, 최근에 개발된 Dual Photon Absorptiometry로 척추골((L2-L4)과 대퇴골(femur neck, Ward's triangle, trochanteric area) 골밀도를 측정하는 방법이 있다.

이에 저자들은 이 두가지 방법의 상관관계를 규명하기 위해서 1987년 1월부터 1989년 1월까지 본 대학 정형외과와 내과에 내원한 정상적인 한국인 36명과 골조송증으로 진단받은 35명을 대상으로 Singh Index와 Dual Photon Absorptiometry를 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 정상군과 골조송증군의 부위별 골밀도는 통계적으로 유의한 차이를 보였다.
2. 정상군과 부위별로 골조송증군의 Singh Index는 통계적으로 유의한 차이를 보였다.
3. Singh Index와 골밀도 검사는 유의한 상관관계를 나타내었다.
4. Singh Index는 골조송증의 진단 및 진행 정도를 판정하는데 유용한 방법으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Adrian, D.L., Harlan, J.E., Cherri, M., Victor, S., Philip, C. J. and Satish, G.J.: *Precision of Dual Photon Absorptiometry Measurement*. J. Nucl. Med., 27:1362-1365, 1986.
- 2) Anderson, G., Jan, D., Henrik, N. and Lisbeth, N.: *Accuracy of Lumbar Spine Bone Mineral Content by DPA*. J. Nucl. Med., 29: 248-254, 1988.
- 3) Anton, H.C.: *Width of Clavicle in Osteoporosis*. Brit. Med. J., 1:409-411, 1969.
- 4) Cameron, J.R., Mazess, R.B. and Sorenson,

- J.A.: *Precision and Accuracy of Bone Mineral Determination by Direct Photon Absorptiometry*. *Invest. Radiol.*, 3:141-150, 1968.
- 5) Cummings, S.R.: *Epidemiology of Osteoporosis and Osteoporotic Fractures*. *Epidemiol. Rev.*, 7:178, 1985.
 - 6) Dequeker, J., Gautama, K. and Roh, Y.S.: *Femoral Trabecular Patterns in Asymptomatic Spinal Osteoporosis and Femoral Neck Fracture*. *Clin. Radiol.*, 25:243-246, 1974.
 - 7) Doyle, F.H., Gutteridge, D.H., Toplin, G.F. and Russel, F.: *An Assessment of Radiologic Criteria used in the Study of Spinal Osteoporosis*. *Br. J. Radiol.*, 40:241-250, 1967.
 - 8) Erman, J. and Susan, M.O.H.: *accuracy of Dual Photon Absorptiometry in Excised Femur*. *J. Nucl. Med.*, 29:1853-1855, 1988.
 - 9) Heaney, R.P., Recker, T.T. and Saville, P. D.: *Menopausal Changes in Calcium Balance Performance*. *J. Lab. Clin. Med.*, 92:953-963, 1978.
 - 10) Health and Public Policy Committee, American College of Physicians.: *Radiological Methods to evaluate Bone Mineral Content*. *Ann. Intern. Med.*, 100:908-911, 1984.
 - 11) Hui, S.I., Slemenda, C.W. and Johnston, C. C. Jr.: *Age and Bone Mass as Predictors of Fracture as a Prospective study*. *J. Clin. Invest.*, 81:1804-1811, 1988.
 - 12) Iskrant, A.P. and Smith, R.W.: *Osteoporosis in Women 45 Years and Over Related to Subsequent Fractures*. *Pub. Health. Rep.*, 84:33-38, 1969.
 - 13) Jonston, C.C. Jr., and Epsteins.: *Clinical, Biochemical, radiographic, Epidemiologic and Economic Features of Osteoporosis*. *Orthop. Clin. North. Am.*, 12:1853-1855, 1988.
 - 14) Khairi, M.R.A. and Cronin, J.H.: *Femoral Trabecular Pattern Index and Bone Mineral Content Measurement by Photon Absorption in Senile Osteoporosis*. *J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 221-226, 1976.
 - 15) Kranendonk, D.H.M.D. and Jurist, J.M.: *Femoral Trabecular Pattern and Bone Mineral Content*. *J. Bone and Joint Surg.*, 54-A: 1472-1478, 1972.
 - 16) Lachmanm, E.: *Osteoporosis; Potentialities and Limitation of Roentgenologic Diagnosis*. *Am. J. Roentgenol.*, 74:712-715, 1955.
 - 17) Lim, S.K., Chung, H.C., Huh, K.P., Kim, N. H. and Park, B.M.: *Risk Factors for Osteoporosis in Korean Women*. *Kor. J. In-tern. Med.*, 34:444-451, 1988.
 - 18) Mazess, R.B. and Barden, H.S.: *Measurement of Bone by Dual Photon Absorptiometry (DPA) and Dual-Energy X-ray Absorptiometry(DEXA)*. *Ann. Chir. Gynae.*, 77:197-203, 1988.
 - 19) Mazess, R.B., Deppler, W.W., Cheoney, R. W., Large, T.A., Lindgren, U. and Smith, E. Jr.: *Dose Bone Measurement on the Radius indicate Skeletal state*. *J. Nucl. Med.*, 25: 281-288, 1984.
 - 20) Melton, L.J. III, Wahner, H.W. and Richelson, L.S.: *Bone Density-specific fracture risk: A population-based study of the relationship between osteoporosis and vertebral fractures*. *J. Nucl. Med.*, 25:281-288, 1984.
 - 21) Michael, C.H.: *The Trabecular Pattern of the Neck of the Femur with Particular Reference to Changes in Osteoporosis*. *Canad. M.A.J.*, 85:1141-1144, 1961.
 - 22) Nordin B.E.C.: *Metabolic Bone Disease*, Edinburgh, London, Churchill Livingstone, 2nd. ed, 1984.
 - 23) Riggs, B.L., Wahner, H.W., Seenan, E., Offer K.P. and Dunn, W.L.: *Changes in Bone mineral Density of the Proximal Femur and Spine with Aging*. *J. Clin. Invest.*, 70: 716-723, 1982.
 - 24) Riggs, B.L., Wahner, H.W. and Seenan, E.: *Changes in Bone Mineral density of Proximal femur and Spine with Aging*. *J. Clin. Invest.*, 70:716-723, 1982.
 - 25) Ross, B.O., Hansson, T.H. and Skoldborn, H.: *Dual Photon Absorptiometry in Lumbar Spine*. *Acta. Radiol. Onco.*, 19:111-114, 1980.
 - 26) Russels, W.C., Richard, M.S.: *The Noninvasive Determination of Bone Mineral Content by Photon Absorptiometry*. *Am. J. Dis. Child.*:578-580, 1982.
 - 27) Saviue, P.D.: *A Quantitative Approach to the*

- Osteoporosis of Rheumatoid Arthritis: Its application to the Osteoporosis of Rheumatoid Arthritis. Arthrit. and Rheumat., 10: 416-422, 1967.*
- 28) Singh, Mannohan, Nagrath, A.R. and Maini, P.S.: *Changes in Trabecular Pattern of the Upper End of the Femur as an Index of Osteoporosis. J. Bone and Joint Surg., 52-A; 457-467, 1970.*
 - 29) Wahner, H.W., Dunn, W.L. and Riggs, B. L.: *Part 1: Assessment of Bone Mineral. J. Nucl. Med., 25: 1134-1141, 1984.*
 - 30) Wahner, H.W., Dunn, W.L. and Riggs, B. L.: *Part 2: Assessment of Bone Mineral. J. Nucl. Med., 25: 1241-1253, 1984.*
 - 31) Wahner, H.W., Dunn, W.L. and Richard, B. M.: *Dual Photon Gd-153 Absorptiometry of Bone. Radiolog., 156: 203-206, 1985.*
 - 32) William, L., Dunn, M.S., Wahner, H.W. and Riggs, B.L.: *Measurement of Bone Mineral Content in Human Vertebrae and Hip by dual Photon Absorptiometry. Radiol., 138: 485-487, 1980.*
 - 33) Yong, S.J., LIM, S.K. Huh, K.P. and Kim, N.H.: *Bone Mineral Density of Normal Korean Adults. J. Kor. Med. Ass, 31: 1350-1358, 1988.*