

류마티스성 관절염 환자의 골밀도검사 소견

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

이상훈 · 강신영 · 이종석

=Abstract=

Bone Densitometry in Rheumatoid Arthritis

Sang Hoon Lee, M.D., Shin Young Kang, M.D. and Jong Seok Lee, M.D.

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

Rheumatoid arthritis is considered to be a collagen disease which mainly involves articular structures, sometimes has extraarticular manifestations. It is generally accepted now that periarticular osteoporosis develops in early phase of rheumatoid arthritis and generalized osteoporosis in late period.

Of several methods of non-invasive measurement of bone mass, single photon absorptiometry was introduced by Cameron and Sorenson(1963) and it has been used for measuring bone mass by many authors with its precision, reproducibility and objective quantification.

We tried to observe the quantitative changes of bone mass in rheumatoid arthritis patients with single photon absorptiometry technique. Through the study of bone densitometry in 30 rheumatoid arthritic women compared with age-matched 60 healthy controls, we obtained follow results.

1. Bone mineral density of the rheumatoid arthritis group was lower than that of the control group, but had no significant statistical difference.
2. Bone mineral density of the 40-49-year-old group and 50-59-year-old group was considerably different in the rheumatoid arthritis group and control group.
3. Bone mineral density of the group whose rheumatoid arthritis history was over 2 year was lower than that of the group below 2 year.

Key Words : Bone densitometry, Single photon absorptiometry, Bone mineral density.

서 론

류마티스성 관절염은 관절증상을 주로 하며 때로는 여러가지 관절외 증상도 유발하는 교원 질성 질환의 일종으로 이해되고 있고 초기에는 관절 주위의 골조송증을 보이며 질환의 이환기

*본 논문은 1987년도 서울대학교 병원 임상 연구비 보조로 이루어진 것임.

*본 논문의 요지는 1987년 제 7차 류마티스 학회 추계학술대회에서 발표된 바 있음.

간이 길어짐에 따라 골전체에 전반적인 골조송 증의 소견을 보이는 것으로 알려져 있다.

비침습적인 골양(bone mass)의 측정방법들 중 단광자 흡수계측기(single photon absorptiometry)를 이용한 골밀도측정법(bone densitometry)은 1963년 Cameron과 Sorenson²⁾에 의해 처음 소개된 이후 적은 골양의 변화를 보다 정확하고 객관적으로 표시할 수 있어 골양의 측정에 좋은 방법으로 평가되어 왔다.

저자들은 단광자 흡수계측기를 이용하여 류마티스성 관절염 환자에서 객관적인 골양변화를

관찰하고자, 1987년 3월부터 1987년 10월까지 서울대학교병원 정형외과에서 임상적으로 류마티스성 관절염으로 진단받은 30명의 여성환자를 60명의 대조군과 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

류마티스성 관절염 환자군으로는 American Rheumatism Association의 류마티스성 관절염 진단기준²²⁾에 부합되는 probable, definite 그리고 classic 류마티스성 관절염환자중 30대에서 50대의 여성을 대상으로 하였고, 이때 최근 6개월 이내 부신피질호르몬 제재를 1개월 이상 계속 사용한 경우는 제외하였다.

대조군으로는 골무기질의 변화를 초래할 수 있는 특별한 질환 및 그에 대한 치료를 받은 병력이 없고 이학적 검사, 단순방사선 소견과 혈액검사소견상 특별한 이상을 발견할 수 없는 30대에서 50대의 여성을 택하였다.

대상수는 류마티스성 관절염 환자군이 30대, 40대 그리고 50대 여성 각 10명씩으로 모두 30명이었고 대조군으로는 30대, 40대 그리고 50대 여성 각 20명으로 모두 60명이었다(Table 1).

골무기질의 측정기기는 단광자 흡수계측기의 일종인 Norland사의 digital bone densitometry model 2780을 사용하였고 광자원으로는 반감기가 약 60일인 방사선 동위원소 Iodine-125를 사용하였다.

측정위치는 우측상지를 주로 사용하는 사람의 경우는 좌측 전완부에서, 좌측상지를 주로 사용하는 사람의 경우는 우측 전완부에서 측정하였는 바, 주두(olecranon)끝에서 척측 경상돌기(ulna styloid process)까지의 길이를 측정하여 전체길이의 2/3되는 원위 전박부에서 요골을 택하여 즉 요골의 원위 간부에서 측정하였다(Fig. 1).

Table 1. Age-groups in rheumatoid arthritis group and control group

Age (years)	R.A. (No. of cases)	Controls (No. of cases)
30~39	10	20
40~49	10	20
50~50	10	20
Total	30	60

측정의 정확도를 높이기 위해 동일인의 동일측정위치에서 연속 4회의 반복 측정을 시행하여 골무기질량(bone mineral content, BMC, g/cm), 골폭(bone width, BW, cm) 그리고 골무기질 밀도(bone mineral density, BMD, g/cm²)의 평균치를 산출하였다(Fig. 2).

류마티스성 관절염 환자군과 대조군의 비교는 각 측정치의 평균치와 표준편차를 구하여 student t-test로 통계학적 유의성을 검정하였다.

결 과

류마티스성 관절염 환자군 전체와 대조군 전체의 비교에서 골무기질량(BMC)과 골폭(BW)은 유의한 차이가 있는 것으로 나왔으나 결국 골무기질 밀도(BMD)의 비교에서 환자군이 0.642 g/cm², 대조군이 0.656 g/cm²으로 환자군에서 평균치가 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

각 나이군(age-group)에서 환자군과 대조군의 비교상, 30세에서 39세까지의 나이군에서는 골무기질 밀도가 환자군이 0.675 g/cm², 대조군이 0.681 g/cm²으로 환자군의 평균치가 낮았으나 t-값이 0.44로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

40세에서 49세까지의 나이군에서는 골무기질 밀도가 환자군이 0.662 g/cm², 대조군이 0.676 g/cm²으로 환자군의 평균치가 낮았으나 t-값이 0.58로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4).

50세에서 59세까지의 나이군에서는 골무기질 밀도가 환자군이 0.590 g/cm², 대조군이 0.611 g/cm²으로 환자군의 평균치가 낮았으나 t-값은 0.66

Fig. 1. Scanning site of single photon absorptiometry.

Fig. 2. Examples of bone densitometry. **A)** Normal pattern (bone mineral density was 0.700 g/cm²) **B)** Severe osteoporotic patient whose bone mineral density was 0.416 g/cm².

Table 2. Bone densitometry in rheumatoid arthritis patients

	R.A.	Controls	t-value	p-value
BMC	0.725 ± 0.092	0.774 ± 0.098	2.28	< 0.05
BW	1.126 ± 0.069	1.181 ± 0.109	2.52	< 0.05
BMD	0.642 ± 0.076	0.656 ± 0.071	0.86	NS

* Data are Mean ± S.D. values.

BMC : Bone Mineral Content (g/cm).

BMD : Bone Mineral Density (g/cm²).

BW : Bone Width (cm).

NS : No Significance (p > 0.05).

Table 3. 30-39- year- old group

	R.A.	Controls	t-value	p-value
BMC	0.748 ± 0.063	0.784 ± 0.069	1.37	NS
BW	1.108 ± 0.085	1.151 ± 0.091	1.25	NS
BMD	0.675 ± 0.032	0.681 ± 0.037	0.44	NS

* Data are Mean ± S.D. values.

BMC : Bone Mineral Content (g/cm).

BMD : Bone Mineral Density (g/cm²).

BW : Bone Width (cm).

NS : No Significance (p > 0.05).

으로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 5).

류마티스성 관절염 환자의 이환기간에 따른 비교에서 2년 이상의 이환기간을 가진군에서는

골무기질 밀도가 0.616 g/cm², 2년 미만의 경우는 0.674 g/cm²으로 이환기간이 긴 경우 낮게 나왔으며 t-값이 2.26으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(P < 0.05) (Table 6).

Table 4. 40-49-year-old group

	R.A.	Controls	t-value	p-value
BMC	0.745±0.097	0.810±0.090	1.82	NS
BW	1.128±0.077	1.198±0.105	1.87	NS
BMD	0.662±0.082	0.676±0.051	0.58	NS

* Data are Mean±S.D. values.

BMC : Bone Mineral Content (g/cm).

BW : Bone Width (cm).

BMD : Bone Mineral Density (g/cm²).

NS : No Significance (p>0.05).

Table 5. 50-59-year-old group

	R.A.	Controls	t-value	p-value
BMC	0.681±0.096	0.729±0.110	1.17	NS
BW	1.142±0.023	1.193±0.116	1.37	NS
BMD	0.590±0.075	0.611±0.086	0.66	NS

* Data are Mean±S.D. values.

BMC : Bone Mineral Content (g/cm).

BW : Bone Width (cm).

BMD : Bone Mineral Density (g/cm²).

NS : No Significance (p>0.05).

Table 6. Comparison by duration of history

Duration of Hx.	BMD	t-value	p-value
≥ 2 year	0.616±0.082	2.26	<0.05
< 2 year	0.674±0.056		

* Data are Mean±S.D. values.

BMD : Bone Mineral Density (g/cm²).

Table 7. Comparison by age-group in controls

Age-Group(years)	BMD	t-value	p-value
30~39	0.681±0.037	0.35	NS
40~49	0.676±0.051	2.91	<0.01
50~59	0.611±0.086	3.35	<0.005
30~39	0.681±0.037		

* Data are Mean±S.D. values.

BMD : Bone Mineral Density (g/cm²).

NS : No Significance (p>0.01).

Table 8. Comparison by age-group in rheumatoid arthritis

Age-Group(years)	BMD	t-value	p-value
30~39	0.675±0.032	0.47	NS
40~49	0.662±0.082	2.05	<0.1
50~59	0.590±0.075	3.30	<0.005
30~39	0.675±0.032		

* Data are Mean±S.D. values.

BMD : Bone Mineral Density (g/cm²).

NS : No Significance (p>0.1).

대조군에서 각 나이군끼리의 골무기질 밀도 비교상, 나이의 증가에 따라 골무기질 밀도의 평균치가 낮아지는 것을 보여주었고 30~39세 나이군과 40~49세 나이군은 통계적으로 유의한 차

이가 없었으나 40~49세 나이군과 50~59세 나이군, 30~39세 나이군과 50~59세 나이군과의 비교상 t-값이 각각 2.91, 3.35로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(P<0.01, P<0.005) (Table

7).

류마티스성 관절염 환자군에서 각 나이군끼리의 골무기질 밀도 비교상, 역시 나이의 증가에 따라 골무기질 밀도 평균치의 감소양상을 나타내었으며 30~39세 나이군과 40~49세 나이군은 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 40~49세 나이군과 50~59세 나이군은 t -값이 2.05로 통계적 유의성을 나타내었고($P < 0.01$) 30~39세 나이군과 50~59세 나이군과의 비교상 t -값이 3.30으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.005$) (Table 8).

고 찰

류마티스성 관절염은 주로 관절 및 그 주변부를 침범하여 관절증상을 유발하며 때로는 피부조직, 폐 및 늑막, 심장, 신경, 안구, 조혈계통등을 침범하여 관절의 합병증을 야기시키는 교원질성 질환의 일종으로 생각되고 있다.

발생기전으로는 여러가지 주장들³³⁾이 있으나 현재는 자가면역성 기전에 의해 설명되어지고 있다.

류마티스성 관절염의 경우 염증반응기전^{7,8)}, 면역반응 기전²⁸⁾ 등 여러 기전에 의해 초기에는 침범한 관절주위에 골조송증을 보이며 질환의 이환기간이 길어짐에 따라 골 전체에 전반적인 골조송증을 유발하여 골절에 대한 위험도가 증가하는 것으로 알려져 있다^{6,16,26,29)}.

골양(bone mass)의 측정방법들중 비침습적이며 임상적 사용이 가능한 방법들^{30~32)}들로는, 전신골의 무기질양을 바로 측정하는 전신 중성자 활성분석법(total body neutron activation analysis)^{11,31)}, 이중광자 흡수계측법에 의한 전신골 무기질 측정법(total body mineral by dual photon absorptiometry)²¹⁾ 등이 있고 특정부위의 골을 선택하여 무기질양을 측정하고 이것을 바탕으로 전신골의 무기질 상태를 추정할 수 있는 방법들로는 대퇴골 근위부에서의 Singh지표^{15,32)}, 피질골의 두께측정에 의한 radiographic morphometry³⁰⁾, 방사선 촬영에 의한 광자밀도 계측법(radiographic photodensitometry)³⁰⁾, 단광자(single photon)^{2,19,20)} 및 이중광자(dual photon) 흡수계측법(absorptiometry)¹⁷⁾, 캠프톤산란법³⁰⁾ 그리고 단에너지(single energy) 및 이중에너지 전산화 단층촬영법(computed tomography)³¹⁾ 등 실로 다양한 여러방법들이 있다.

이들 방법들은 근본적으로 X-선이나 감마선을 이용하는데, 단순방사선 촬영의 경우 척추(spinal column)에서의 골양감소가 30퍼센트 이상 되어야 양성소견이 나오며³⁰⁾, 골조송증의 진단에 흔히 이용되는 대퇴골 근위부에서의 Singh 지표등은 보는 사람에 따라 주관적인 차이가 생길 수 있고 정량적인 측정이 불가능한 단점을 안고 있으며, 전신 중성자 활성분석법은 전신골의 무기질양을 제일 정확하게 측정할 수 있지만 측정에 많은 시설과 시간이 소요되며 다수에서 쉽게 적용할 수 없는 단점이 있는 등 각각의 방법들은 어느 정도의 한계점을 가지고 있다.

단광자 흡수계측법(single photon absorptiometry)은 1963년 Cameron과 Sorenson등²⁾에 의해 요골간부에서 골무기질양을 측정한 것이 소개된 후 보편화 되었는데 그 원리는 방사선 물질인 Iodine-125(27.3 keV) 또는 Americium-241(59.6 keV)등을 이용하여 여기에서 발생하는 단색(monochromatic), 저에너지 광자선이 특정부위의 골을 통과하게 하여 골의 무기질에 흡수되고 남은 광자선의 강도를 진동자(scintillation detector)로 측정함으로써 골의 무기질양을 알 수 있는 것인데 이때 산출할 수 있는 측정치로는 골폭(bone width, BW), 골무기질양(bone mineral content, BMC)등인데 골폭은 측정한 특정부위 골의 피질간 거리를 cm 단위로 나타낸 것이고, 골무기질양은 원통형 골의 축길이(axial length) 1 cm를 연소시켜 남은 무기질 재잔여량(ashed bone weight)을 gram으로 표시하여 g/cm 단위로 표시한 것이며, 골무기질 밀도는 골무기질양을 골폭으로 나누어 골격의 크기때 따른 골무기질양의 차이를 교정해주어 자료의 비교를 용이하게 한 것으로 g/cm² 단위로 표시된다.

단광자 흡수계측법에 의한 골양의 측정은 그 정확도, 정밀도가 높고 재현성(reproducibility)의 오차가 3% 이내로 보고되고 있는바^{1,2,13,25,31)}, 적은 골양의 변화를 정확하게 그리고 수량화하여 표시할 수 있어 초기에 골양의 감소를 발견하고 추시검사에서 골소실양을 비교할 수 있으며 골절 위험도(fracture risk)를 산출하는데 이용할 수 있고 측정 방법이 간단하고 짧은 시간에 측정할 수 있어 골조송증의 탐색 검사(screening test)에 유용하게 쓰일 수 있다^{3~5,9,11,13,31,32)}.

골조송증의 경우 초기에는 피질골보다는 척추

체에서와 같은 망상골에서 먼저 변화가 일어나는데 단광자 흡수계측법을 이용한 골양의 측정치는 주로 측정하는 위치가 요골의 간부인바, 요골간부는 대부분 피질골로 형성되어 있어 여기서 측정한 측정치가 척추등에서와 같이 망상골이 많은 골의 상태를 정확히 반영한다고는 할 수 없다는 주장이 있다.^{17, 21, 23~25, 30~32)}

이를 개선하기 위해 저자에 따라서는 망상골의 비율이 높은 요골의 원위 간단부에서 측정하는 방법이 소개되었는데^{13, 25)} 이는 측정시의 위치나 자세가 약간만 달라져도 측정치가 크게 바뀌는 등 재현성이 낮다는 단점을 안고 있다.

최근 Awbrey 등^{1, 10, 12)}은 비교적 망상골의 상태를 잘 나타내주고 정확도 및 재현성도가 좋은 요척골거리가 5 mm되는 곳의 요골 원위부에서 측정하는 방법을 주장하였다.

또한 골양의 감소를 가져올 수 있는 대사성 및 내분비성 질환등의 경우 피질골이 주인 사지장골(appendicular system)에서와 망상골이 주인 척추등의 중심지주골(axial system)에서와의 골양감소반응이 질환에 따라 각각 상이함으로 일률적으로 사지장골에서 측정한 것 만으로는 전체골 각 부분의 골무기질 변화를 정확히 파악하기 힘들다는 주장도 있다²⁷⁾. 하지만 몸전체 골은 약 80퍼센트가 피질골이며 나머지 20퍼센트가 망상골로 형성되어 있으므로 비교적 피질골이 많은 요골에서의 골밀도 측정으로도 몸의 전체적 무기질 상태를 비교적 정확히 알 수 있고^{18, 24, 30)} 앞서 기술한 정확성 및 정밀성 그리고 높은 재현성 및 측정상의 편리성등의 장점들을 가지고 있어 골조송증의 검색에 유용한 방법이며 사지와 중심지주골에서 각기 다른 골양감소를 유발하는 여러가지 상태들에 일률적이 아닌 선택적 적용과 이중광자 흡수계측법등의 다른 골양 측정방법과 상호보완적 사용, 그리고 보다 편리하고 정확하게 전신골의 피질골 및 망상골의 상태를 잘 나타낼 수 있는 새로운 측정 위치의 개발등으로 단광자 흡수계측법의 문제점을 보완할 수 있을 것으로 생각된다.

저자들의 연구에서 류마티스성 관절염 환자군과 대조군에서 측정한 골무기질 밀도의 전체군 및 나이군끼리의 비교상, 환자군에서 골무기질 밀도가 낮았지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었는 바 이는 류마티스성 관절염의 경우 전신적 골조송증보다는 주로 국소적 골조송증을 유발한다는 것으로 해석될 수 있다.

2년을 경계로 이환기간이 길어짐에 따라 골밀도치가 낮아지는 것은(Table 6) 질환이 만성화함에 따라 전신적 골조송증을 유발할 수 있다는 것을 나타내준다 하겠다.

대조군에서의 각 나이군끼리의 골무기질 밀도치 비교 및 환자군에서의 각 나이군끼리의 비교상(Table 7, 8), 나이의 증가에 따라 골무기질 밀도치가 낮아지는 것을 잘 나타내어 고령화에 따른 골양의 감소를 잘 증명해 주고 있으며, 특히 40대(40~49세)에서 50대(50~59세)로 넘어갈때 골무기질 밀도치가 많이 떨어지는 것을 보여 여러 학자들에 의해 관찰된 사실과^{2, 13, 17, 24)} 일치하고 있으며 이것은 폐경기후 골조송증(postmenopausal osteoporosis)을 시사해 준다고 할 수 있다.

결 론

류마티스성 관절염 환자에 있어서 골양의 변화를 정량적으로 관찰하기 위하여, 저자들은 1987년 3월부터 1987년 10월까지 서울대학교병원 정형외과에서 류마티스성 관절염으로 진단받은 30명의 30대에서 50대의 여성 환자군과 60명의 건강한 30대에서 50대의 여성 대조군에서 단광자 흡수계측기를 이용하여 골밀도검사를 시행하고 그 결과를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 류마티스성 관절염 환자군의 골무기질 밀도(bone mineral density)는 건강한 대조군에 비해 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

2. 40대(40~49세)와 50대(50~59세)의 나이군간의 골무기질 밀도 비교상, 류마티스성 환자군 및 대조군에서 공히 상당한 차이를 보였다. 즉 50대에서 골무기질 밀도의 감소가 현저하였다.

3. 류마티스성 관절염 환자에서 이환기간이 2년 이상인 군은 2년 미만인군 보다 골무기질 밀도가 낮았다.

REFERENCES

- 1) Awbrey, B.J., Jacobson, P.C., Grubb, S.A., McCartney, W.H., Vincent, L.M. and Talmage, R.V.: Bone density in women: A modified procedure for measurement of

- distal radial density. *J. Orthop. Res.*, 2 : 314-321, 1984.
- 2) Cameron, J.R. and Sorenson, J. : *Measurement of bone mineral in vivo : An improved method.* *Science*, 142 : 230-236, 1963.
 - 3) Christiansen, C. and Rodbro, P. : *Estimation of total body calcium from the bone mineral content of the forearm.* *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 35 : 425-431, 1975.
 - 4) Christiansen, C. and Rodbro, P. : *Bone mineral content and estimated total body calcium in normal adults.* *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 35 : 433-439, 1975.
 - 5) Christiansen, C., Rodbro, P. and Jensen, H. : *Bone mineral content in the forearm measured by photon absorptiometry. Principles and Reliability.* *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 35 : 323-330, 1975.
 - 6) Duncan, H., Frost, H.M., Villaneuva, A.R., et al. : *The osteoporosis of rheumatoid arthritis.* *Arthritis Rheum.*, 8 : 943, 1965.
 - 7) Ganda, O.P. and Caplan, H.I. : *Rheumatoid disease without joint involvement.* *J.A.M.A.*, 228 : 338, 1974.
 - 8) Ginsberg, M.H., Genant, H.K., Yu, T.F. and McCarty, D.J. : *Rheumatoid nodulosis : An unusual variant of rheumatoid disease.* *Arthritis Rheum.*, 18 : 49, 1975.
 - 9) Goldsmith, N.F., Johnston, J.O., Ury, H., Vose, G. and Colbert, C. : *Bone mineral estimation in normal and osteoporotic women.* *J. Bone and Joint Surg.*, 53-A : 83-100, 1981.
 - 10) Grubb, S.A., Jacobson, P.C., Awbrey, B.J., McCartney, W.H., Vencent, L.M. and Talmage, R.V. : *Bone density in osteopenic women : A modified distal radius density measurement procedure to develop an "At Risk" value for use in screening women.* *J. Orthop. Res.*, 2 : 322-327, 1984.
 - 11) Horsman, A., Burkinshaw, L., Pearson, D., Oxby, C.B. and Milner, R.M. : *Estimating total body calcium from peripheral bone measurement.* *Calc. Tiss. Int.*, 35 : 135-144, 1983.
 - 12) Jacobson, P.C., Beaver, W., Grubb, S.A., Taft, T.N. and Talmage, R.V. : *Bone density in women : College athletes and older athletic women.* *J. Orthop. Res.*, 2 : 328-332, 1984.
 - 13) Johnston, C.C., Smith, D.M., Yu, P.L. and Deiss, W.P. : *In vivo measurement of bone mass in the radius.* *Metabolism*, 17 : 1140-1153, 1968.
 - 14) Khairi, M.R.A., Cronin, J.H., Robb, J.A., Smith, D.M., Yu, P.L. and Johnston, C.C. : *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., Jurist, J.M., and Lee, H.G. : *Femoral trabecular patterns and bone mineral content.* *J. Bone and Joint Surg.*, 54-A : 1472-1478, 1972.
 - 16) Maddison, P.J. and Bacon, P.A. : *Vitamin D deficiency, spontaneous fractures, and osteopenia in rheumatoid arthritis.* *Br. Med. J.*, 2 : 433, 1974.
 - 17) Madsen, M. : *Vertebral and peripheral bone mineral content by photon absorptiometry.* *Invest. Radiol.*, 12 : 185-188, 1977.
 - 18) Manzke, E., Chesnut, C.H., Wergedal, J.E., et al. : *Relationship between local and total bone mass in osteoporosis.* *Metabolism*, 24 : 605-615, 1975.
 - 19) Mazess, R.B., and Cameron, J.R. : *Direct readout of bone mineral content using radionuclide absorptiometry.* *Int. J. Appl. Radiat. Isot.*, 23 : 449-471, 1972.
 - 20) Mazess, R.B., and Cameron, J.R. : *Direct readout of bone mineral content using radionuclide absorptiometry.* *Int. J. Appl. Radiat. Isot.*, 23 : 471-479, 1972.
 - 21) Mazess, R.B., Peppler, W.W., Chesney, R. W., Lange, T.A., Lindgren, U. and Smith, E. : *Does bone measurement on the radius indicate skeletal status?* *J. Nucl. Med.* 25 : 281-288, 1984.
 - 22) Mitchell, D.M., and Fries, J.F. : *An analysis of the American Rheumatism Association criteria for rheumatoid arthritis.*

- Arthritis Rheum.* 25 : 481-487, 1982.
- 23) Nilsson, B.E. and Westin, N.E. : *Bone mineral content and fragility fractures.* *Clin. Orthop.*, 125 : 196-199, 1977.
 - 24) Riggs, B.L., Wahner, H.W., Dunn, W.L., Mazess, R.B., Offord, K.P. and Melton, L. J. : *Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging.* *J. Clin. Invest.*, 67 : 328-335, 1981.
 - 25) Russell, W.C. and Rechar, M.S. : *The non-invasive determination of bone mineral content by photon absorptiometry.* *Am. J. Dis. Child.*, 136 : 578-580, 1982.
 - 26) Saville, P.D. and Kharmosh, O. : *Osteoporosis of rheumatoid arthritis : Influence of age, sex and corticosteroid.* *Arthritis Rheum.*, 10 : 423, 1967.
 - 27) Seeman, E., Wahner, H.W., Offord, K.P., Kumar, R., Johnson, W.J. and Riggs, B. L. : *Differential effects of endocrine dysfunction on the axial and the appendicular skeleton.* *J. Clin. Invest.*, 69 : 1302-1309, 1982.
 - 28) Simons, F.E.R. ad Schaller, J.G. : *Benign rheumatoid nodules.* *Pediatrics*, 56 : 29, 1975.
 - 29) Vainio, K. : *The rheumatoid foot : A clinical study with pathologic and roentgenological comments.* *Ann. Clin. Gynaec. Fenn.*, 45(Suppl. 1) : 107, 1956.
 - 30) Wahner, H.W. : *Measurements of bone mineral by photon absorptiometry.* In *bone scanning in clinical practice*, pp. 249-256. edited by Fogelman, E., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1987.
 - 31) Wahner, H.W., Dunn, W.L. and Riggs, B. L. : *Assessment of bone mineral. Part 2.* *J. Nucl. Med.*, 25 : 1241-1253, 1984.
 - 32) Wahner, H.W., Riggs, B.L. and Beabout, J.W. : *Diagnosis of osteoporosis : Usefulness of photon absorptiometry at the radius.* *J. Nucl. Med.*, 18 : 432-437, 1977.
 - 33) Zvaifler, N.J. : *Pathogenesis of the Joint disease of rheumatoid arthritis.* *Am. J. Med.*, 75(6A) : 3-8, 1983.