

# 骨스캔을 이용한 薦腸關節／薦骨攝取比의 定量的 測定

서울大學校 醫科大學 內科學教室

李永烈·朴宣陽·李明哲·崔成在  
趙普衍·崔康元·高昌舜

= Abstract =

## Sacroiliac Joint/Sacrum Uptake Ratio Measured by Quantitative Sacroiliac Joint Scintigraphy

Young Yiul Lee, M.D., Seonyang Park, M.D., Myung Chul Lee, M.D., Sung Jae Choi, M.D.  
Bo Youn Cho, M.D., Kang Won Choe, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University*

To evaluate the diagnostic usefulness and significance of quantitative sacroiliac joint scintigraphy in the assessment of sacroiliitis, we measured Sacroiliac Joint/Sacrum Uptake Ratio(SIS Ratio) by region of interest(ROI) method using  $^{99m}\text{Tc}$ -methylene diphosphonate.

The observed results were as follows:

1. Using ROI method, the SIS ratios for the control group of 65 persons were  $1.05 \pm 0.08$  (left) and  $1.06 \pm 0.07$  (right) which were narrower in range than those of slice method (mean  $\pm$  S.D.)

2. The effects of age, gender and laterality on SIS ratio were not significant.

3. In left side, one of 6 patients with rheumatoid arthritis had SIS ratio in excess of 2 standard deviation of normal control group, and remainder had SIS ratios within normal limit.

In right side, 3 patients had SIS ratios in excess of 2 standard deviation of normal control group, and remainder, within normal limit.

4. In both sacroiliac joint, 2 of 3 patients having sacroiliitis clinically with Reiter's syndrome whose pelvis A-P X-ray findings showed normal had high SIS ratios (left/right; 1.31/1.69, 1.90/1.80), but SIS ratio of one patient who had no evidence of sacroiliitis clinically was within normal limit.

5. In 6 patients with ankylosing spondylitis in both sacroiliac joints, 4 whose pelvis A-P X-ray findings showed severe sclerotic change of sacroiliac joints had SIS ratio within normal limit or below that of normal control group, and SIS ratios of 2 patients whose pelvis A-P X-ray findings showed were increased.

6. 4 of 5 patients with low back pain of which cause could not be evaluated clinically and radiologically had SIS ratios in excess of that of normal control group.

It would be concluded that quantitative sacroiliac joint scintigraphy is useful and sensitive screening method in the diagnosis as well as in the assessment clinical activity of sacroiliitis.

본 연구는 1982년도 서울대학교병원 특진연구비의 보조로 이루어진 것임.

緒 論

薦腸關節(sacroiliac joint)은 해부학적 특성으로 염증 증 병변이 있을 경우, 임상적 및 X線 소견상 정확한 진단과 평가가 어려운 부위이다.

1975년 Russel 등이 뼈스캔상薦骨에 비하여薦腸關節에 뼈스캔劑의攝取增加가薦腸骨炎의 진단에 도움이 된다고 보고 한 이후, 뼈스캔에 의한薦腸關節/薦骨攝取比(Sacroiliac Joint/Sacrum Uptake Ratio; 이하 SIS ratio로 略함)의 定量的 측정은薦腸骨炎의 유용한 검사법으로, 간편하며 반복검사가 용이하여 치료중 경과관찰에 많은 도움을 주는 것으로 알려졌다.

이에 著者들은 임상적으로薦腸骨炎이 의심되는 환자들에서 뼈스캔을 이용한 定量的 SIS ratio 측정의 진단적 유용성을 알아보기 위하여  $^{99m}\text{Tc}$ -methylene diphosphonate를 이용한 뼈스캔을 시행하고,薦腸關節部位의放射能을 computer에 수록후 SIS ratio를 측정하여 임상상과 비교검토하고 다음과 같은 성적을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

對象 및 方法

對 象

研究對象은 1981년 11월부터 1982년 3월까지 서울대

Table 1. Number of Subjects

Group	No. of Subjects
Control Group	65
Disease Group	23
Ankylosing Spondylitis	6
Rheumatoid Arthritis	6
Reiter's Syndrome	3
Degenerative Joint Disease	3
Low Back Pain Group	5
Total	88

학교병원 내과에서 시행한 뼈스캔중,薦腸關節에 병변이 없는 정상대조군 65例와, 병변이 있었거나 임상적으로薦腸骨炎이 의심되었던 질환군 23例를 대상으로 하였다(표 1).

정상대조군은關節痛, 下部腰痛, 關節炎 및 代謝性骨疾患이 없고, 骨盤 X線 소견이나 뼈스캔상 이상소견을 전혀 발견할 수 없었던 例들로 국한하였다.

方 法

$^{99m}\text{Tc}$ -methylene diphosphonate 20mCi를 정맥주사 후 3시간에 scintillation camera (Ohio Nuclear Model Sigma 410)로 전신뼈스캔을 시행하고, 骨盤部

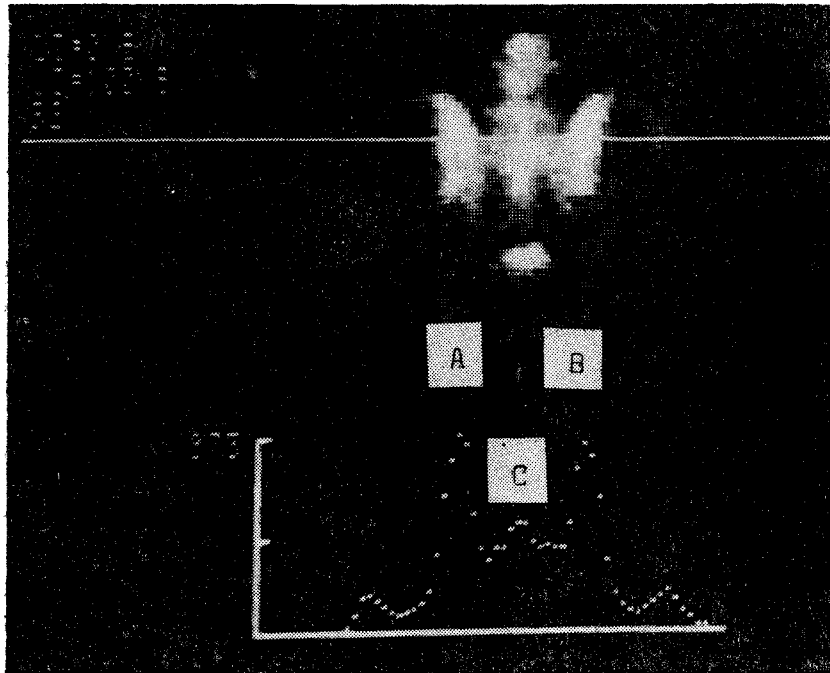


Fig. 1. Computer generated image of sacroiliac joints by slice method.

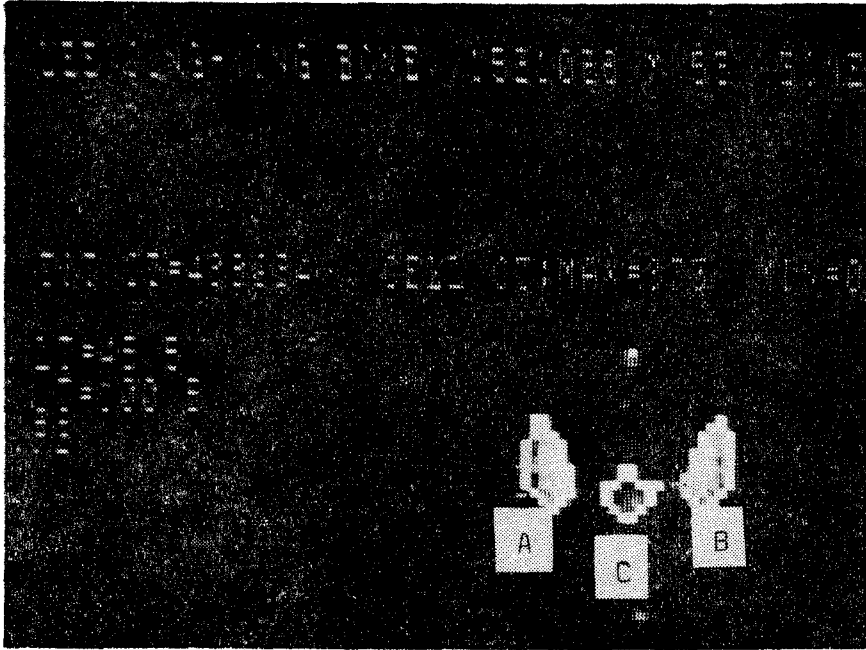


Fig. 2. Computer generated image of sacroiliac joints by ROI method.

前後面の 放射能을 computer 에 수록하여 SIS ratio 를 slice method 와 region of interest(ROI) method 두가지 방법으로 측정하였다.

Slice method 에 의한 SIS Ratio 는 다음과 같이 구하였다. 즉 骨스캔 骨盤部 後面이 computer screen 에 보여지면 이를 확대한 후, 薦腸關節과 薦骨을 가로지르는 수평선을 긋는 조작을 함으로써 左右 薦腸關節 및 薦骨 세부위의 放射能 정도에 따라 graph 와 함께 횡축에 放射能의 定量的 수치가 나타나게 되는데(그림 1), 이 graph 에서 정점을 이루는 두점의 수치(左:A, 右:B)와 두 정점사이의 또다른 하나의 정점의 수치(C)에서, 左側 SIS ratio=A/C, 右側 SIS ratio=B/C로 구하였다.

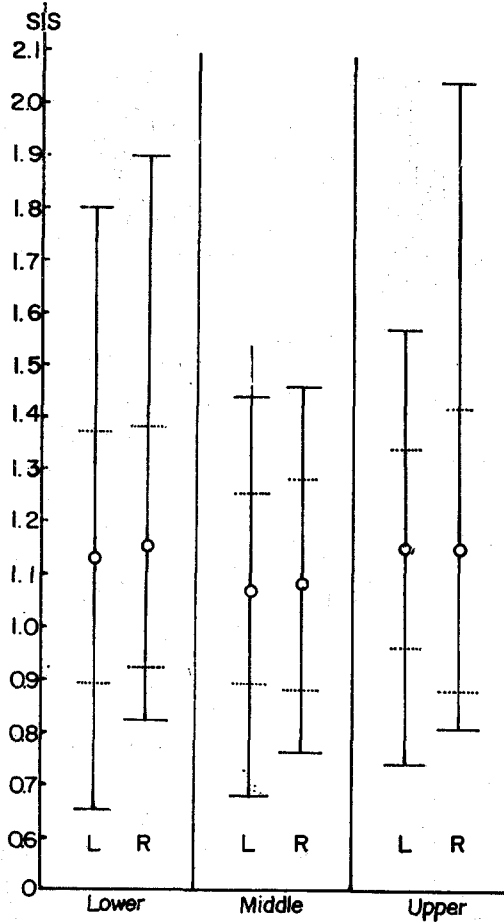
ROI method 에 의한 SIS ratio 는 다음과 같이 측정하였다. 즉 骨스캔 骨盤部 後面을 computer 에 수록하여 이를 확대한 후 放射能의 상한선과 하한선을 조작하여 薦腸關節과 薦骨을 확실하게 도식할 수 있다(그림 2). 그후 computer screen 에 남아있는 각 부위(左右側 薦腸關節, 薦骨)를 computer 조작에 의해 부분확대하여 각 부위의 放射能을 측정한 후 역시 slice method 와 같은 공식으로 SIS ratio 를 구하였다.

## 성績

### 1) Slice/ROI method 의 비교

① Slice method 에 의한 정상대조군 65례에서의 SIS ratio 는 薦腸關節의 上·中·下 각 부위에서의 SIS ratio 는 上(左側:  $1.15 \pm 0.19$ , 右側:  $1.15 \pm 0.27$ ), 中(左側:  $1.07 \pm 0.18$ , 右側:  $1.08 \pm 0.20$ ), 下(左側:  $1.13 \pm 0.24$ , 右側:  $1.15 \pm 0.23$ )으로서 정상범위가 넓게 분포되어 있었다(그림 3).

② ROI method 에 의한 정상대조군의 SIS method 는 左側이  $1.05 \pm 0.08$ , 右側은  $1.06 \pm 0.07$ 로서 Slice method 에 비해 정상범위가 훨씬 좁은 범위에 분포되어 있었고(그림 4), slice method 에 의한 것으로는 薦腸關節의 해부학적 특성때문에 정확한 SIS ratio 라고 말할 수 없으며, 항상 薦腸關節의 모든 부위를 포함한다고 생각되지 않을 뿐더러, 더우기 환자가 척추에 側彎症이 있으면 좌우대칭 측정이 불가능하므로 문제점이 많은 것으로 되어있다. 따라서 著者들은 질환군에서의 SIS ratio 를 ROI method 에 의하여 측정하였다.



; mean level of normal control  
 ; 2 standard deviation of normal control  
 ; upper and lower level of normal control

Fig. 3. SIS ratio by slice method in normal control.

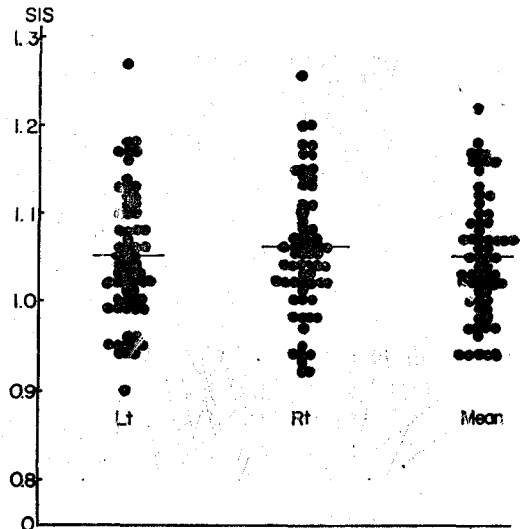


Fig. 4. SIS ratio by ROI method in normal control.

2) 좌우, 연령, 성별에 따른 SIS ratio

좌우측, 연령군이나 성별에 따른 차이는 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.1$ , 표 2).

3) 각 질환군에서의 SIS ratio(표 3, 그림 5)

① 强直性脊椎炎(ankylosing spondylitis) 6例에서 骨盤 X線 소견상 薦腸關節에 심한 硬化性變化를 보였으나(그림 6), 임상적으로 下部腰痛과 薦腸關節의 疼痛 및 壓痛등의 薦腸骨炎을 증세가 없었던 4例에서는 좌측 및 우측의 SIS ratio가 각기 좌우측의 SIS ratio의 정상범위내지는 감소되어 있었다.

정상骨盤 X線 소견과 임상적으로 薦腸骨炎의 증세를

Table 2. Effect of age, gender and laterality on SIS ratio in normal control

Age(yrs)/Side:	6~29		30~49		50~71		6~71	
	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt
Male:	n=6		n=14		n=19		n=39	
mean	1.05	1.06	1.06	1.10	1.04	1.04	1.05	1.06
SD	0.1	0.08	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06
Female:	n=3		n=14		n=9		n=24	
mean	1.10	1.05	1.04	1.06	1.02	1.02	1.04	1.05
SD	0.07	0.09	0.08	0.08	0.06	0.07	0.08	0.08
Female and Male	n=9		n=28		n=28		n=65	
mean	1.07	1.05	1.05	1.08	1.04	1.04	1.05	1.06
SD	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07

Table 3. SIS Ratio of Disease Group

Disease Group	Lt. SIS	Rt. SIS
Ankylosing Spondylitis	0.83#	0.73#
	0.94	0.81#
	1.04	1.14
	1.23*	1.24*
	1.04	0.89#
	1.36*	1.32*
Rheumatoid Arthritis	1.20	1.12
	1.20	1.28*
	1.08	1.06
	1.13	1.16
	1.27*	1.36*
	1.09	1.25*
Reiter's Syndrome	1.31*	1.69*
	1.90*	1.80*
	1.02	1.14
Degenerative Joint Disease	1.10	1.09
	1.02	1.06
	0.98	1.06

SIS ratio of control group; Lt.  $1.05 \pm 0.08$   
Rt.  $1.06 \pm 0.07$

#; below Normal Range (above 2 SD)

\*; above Normal Range (above 2 SD)

보였던 나머지 2例에서는 양측의 SIS ratio가 정상범 위보다 증가되어 있었다.

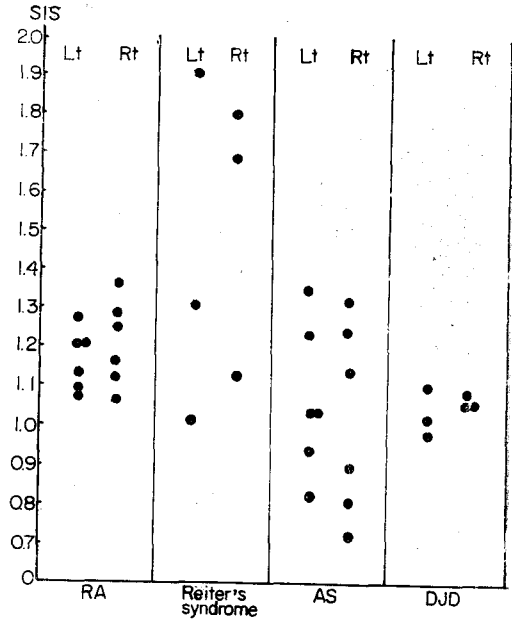
② Reiter 症候群 3例에서는 모두 骨盤X線 소견은 정상이었고, 임상적으로 심한 薦腸關節의 疼痛과 壓痛이 있었던 2例는 양측 SIS ratio가 현저히 증가되어 있었으나(좌측: 1.31/1.90, 우측: 1.69/1.80), 임상적으로 薦腸骨炎의 증세가 없었던 1例는 SIS ratio가 정상범위를 보였다(좌측: 1.02, 우측: 1.14).

③ 모두 정상骨盤X線 소견을 보인 류마티樣 關節炎

Table 4. SIS ratio in the back pain group

Case	Sex/Age	Lt. SIS	Rt. SIS	Pelvis AP, Lat.
1	M/40	1.23	1.28	WNL
2	M/25	1.20	1.22	WNL
3	M/32	1.02	1.24	WNL
4	M/30	0.95	1.12	WNL
5	F/41	1.04	1.06	WNL

\*SIS Ratio in Normal Control Group:  $1.05 \pm 0.07$



RA: Rheumatoid Arthritis

AS: Ankylosing Spondylitis

DJD: Degenerative Joint Disease

Normal Range of Left SIS Ratio;  $1.05 \pm 0.08$

Normal Range of Right SIS Ratio;  $1.06 \pm 0.07$

Fig. 5. SIS ratio in disease group.



Fig. 6. Pelvis A-P X-ray finding showing sclerotic change of both sacroiliac joints in ankylosing spondylitis.

(rheumatoid arthritis) 6例에서는 좌측 SIS ratio가 1例에서만 정상범위보다 증가되어 있었으며, 나머지 5例는 정상범위내에 있었다. 우측 SIS ratio에서는 3例가 정상범위보다 증가되었고, 나머지 3例는 정상범위를 보였다.

#### 4) 下部腰痛群의 SIS ratio

下部腰痛을 호소하나 骨盤X線 소견이 정상이었고 임상적으로 薦腸骨炎이 의심되었던 5例중 4例에서 좌측과(혹은) 우측의 SIS ratio가 정상범위보다 높게 관찰되었다(표 4).

### 考 按

薦腸關節은 해부학적 특성과 그의 斜角位置때문에 병변이 있을 경우 임상적 및 방사선적 검사로써 평가하기가 어려운 부위이다. 더우기 薦腸骨炎은 때로는 아무런 증세가 없기는 하나, 주된 증세가 下部腰痛으로 薦腸脊椎(lumbosacral spine)를 침범하는 질환과 감별이 매우 어렵다.

1975年 Russel 등은 薦腸關節의 병변진단에 정량적 骨스캔이 도움이 된다고 보고한 후<sup>1)</sup>, 强直性脊椎炎, Reiter 症候群, 乾癩性關節炎(psoriatic arthritis)등에 대해 연구하였는 바, 방사성 동위원소를 이용한 骨스캔이 방사선검사보다 薦腸骨炎의 초기진단에 도움이 된다고 발표된 바 있다<sup>2~4)</sup>. 그후 Namey 등은 HLA-B27과 관련된 薦腸骨炎의 초기진단에 정량적 骨스캔이 도움이 된다고 보고하여 Russel 등의 발표를 확인한 바 있고, 또한 연속적으로 정량적 骨스캔을 시행하여 SIS ratio를 측정하면 치료와 질병경과의 평가기준의 지표가 된다고 보고하였으며<sup>5)</sup>, 그후 여러 연구에서 확인되었다<sup>6~9)</sup>.

그러나 Bergh 등은<sup>10)</sup> 기계적 결합으로 발생하는 下部腰痛 환자에서도 높은 값의 SIS ratio를 보이므로 정량적 骨스캔만으로 薦腸骨炎의 진단을 하는는 특異性(specificity)이 결여된다고 반론을 제기하였다. 또한 Goldberg 등도<sup>11)</sup> 代謝性骨疾患과 下部脊椎의 구조적 결합이 있는 환자에서도 SIS ratio가 증가되어 있어 정량적 骨스캔에 의한 薦腸骨炎의 진단에 대하여 회의적인 보고를 하였으며, Dequeker<sup>12)</sup>, Esdaile<sup>9)</sup>등도 같은 결과를 보고하였다.

한편 Ho<sup>13)</sup>등은 骨스캔劑가 血量이 증가되어 있는 부위, 骨芽細胞의 증식이 왕성한 부위 및 미성숙의 膠原質<sup>14)</sup>이 있는 부위이면 어디에나 가서 침착되므로,

强直性脊椎炎, Reiter 症候群등의 薦腸關節을 침범하는 질환과 慢性腎不全症을 포함한 代謝性骨疾患에서도 SIS ratio가 높게 측정되어질 수 있기때문에 薦腸骨炎의 검사법으로서의 정량적 骨스캔은 예민성은 높으나 특이성이 결여되어 있다고 보고하면서, 임상적으로, 그리고 방사선적검사와 함께 정량적 骨스캔을 시행하면 下部腰痛의 원인으로서의 薦腸骨炎의 진단에 매우 유용하다는 발표를 하였다.

Vyas 등은 앞서 발표된 보고에서 언급된 SIS ratio의 연구는 성별·연령·좌우를 전혀 고려하지 않고 시행된 것이기 때문에 이러한 요인들이 SIS ratio에 미치는 영향을 연구한 바, 연령과는 특별한 관계가 없으며, 남녀 모두에서 좌측 SIS ratio가 증가되어 있고 남자가 여자보다 SIS ratio가 높게 관찰되었다고 보고 하였다<sup>15)</sup>.

그러나 이상의 보고들은 모두 slice method에 의한 것으로 薦腸關節의 해부학적 특성때문에 정확한 SIS ratio라고는 생각할 수 없고, slice method가 항상 薦腸關節의 모든 부위를 포함한다고 말할 수 없을 뿐더러, 더우기 환자가 脊椎에 側彎症이 있으면 좌우대칭적인 SIS ratio의 측정이 불가능하므로 문제점이 많은 것으로 되어있다<sup>16)</sup>. 1981年 Ayres<sup>16)</sup>등은 slice method와 ROI method로써 정상대조군과 질환군을 비교한 연구에서, ROI method가 통계적으로 더 의미가 있었음을 보고하고 동시에 ROI method에 의한 SIS ratio가 薦腸骨炎의 초기진단에 매우 유용하다는 발표를 하였다.

著者들은 SIS ratio를 slice method와 ROI method에 의해 정상대조군 65例를 대상으로 시행한 결과, ROI method가 slice method보다 비교적 좁은 범위에 걸쳐있어 이에 의해 각 질환군의 SIS ratio를 측정하였다.

정상대조군에서 성별·연령·좌우에 따른 SIS ratio를 측정하였으나, 著者들의 성적은 Vyas 등<sup>15)</sup>이 보고한 성적과는 달리 이들 사이에는 p>0.1로서 특별한 차이는 관찰되지 않았다.

强直性脊椎炎, Reiter 症候群에서는 정상 骨盤X線 소견을 보인 群에서는 정상대조군보다 SIS ratio가 높게 측정되어 Russel<sup>1)</sup>, Namey<sup>9)</sup>등의 성적과 동일하게 나와 薦腸骨炎의 초기진단에 도움이 된다고 생각하였으며, 骨盤X線 소견상 심한 硬化性변화를 보인 例에서는 SIS ratio가 정상대조군보다 감소내지는 정상범위내에 존재하였다.

薦腸關節을 잘 침범하지 않는 것으로 알려진 류마티

樣關節炎에서도 SIS ratio가 정상대조군보다 높게 관찰되었는 바, Ho<sup>13</sup>등의 성적과 동일하나 관찰된 예(6)가 적어 이에 대한 계속적인 연구가 필요하다고 사료된다. 또한 Ho 등<sup>13)</sup>은 腰薦椎의 退行性關節疾患에서 薦腸關節을 잘 침범한다고 보고하면서 역시 이때에도 SIS ratio가 높게 측정된다고 하였으나, 著者들의 경우 退行性關節疾患 3例에서는 腰薦椎를 침범하지 않았으며 이들의 SIS ratio는 정상범위내에 존재하였다.

임상적·방사선적 검사로써 그 원인을 알 수 없었던 下部腰痛群에서는 5例중 4例에서 SIS ratio가 증가되어 있어 著者들은 비특이성 薦腸骨炎이라 진단하였다. 즉 骨스캔은 骨代謝活性도와 관계가 있는 것으로, 骨新陳代謝가 증가할 경우 骨스캔劑의 침착이 증가하므로 임상적으로 薦腸關節에 염증의 소견이 있으면 SIS ratio는 증가하게 되고, 이로써 임상적 및 방사선적 검사로 앞서 언급되어진 SIS ratio가 증가되는 질환들을 배제하면 비특이성 薦腸骨炎이라 말할 수 있다고 사료되었다.

이상에서 언급한 바와 같이 정량적 骨스캔에 의한 (특히 ROI method) SIS ratio는 간편하고 예민하여 薦腸關節 병변의 有無 및 정도판정에 유용한 검사법임을 알 수 있었고, 또한 치료후 연속적으로 SIS ratio를 임상상과 비교검토하면 치료에 대한 효과판정의 지침으로 사용될 수 있으리라 사료된다.

### 結 論

著者들은 1981年 11월부터 1982年 3월까지 서울대학교병원 내과에서 SIS ratio의 임상적 의의를 평가하고자 <sup>99m</sup>Tc-MDP를 이용한 정량적 骨스캔을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Slice method보다 ROI method가 훨씬 좁은 정상범위를 보여 더 좋은 방법임을 알 수 있었다.
2. 연령·성별·좌우에 따른 차이는 없었다(p>0.1).
3. 強直性脊椎炎과 Reiter 症候群에서는 정상 骨盤 X線 소견을 보인 예에서는 높은 SIS ratio가 측정되었으나, 便化性변화를 보인 예에서는 정상범위내지는 오히려 정상범위보다 낮게 관찰되었다.
4. 임상적으로 薦腸關節을 잘 침범하지 않는 류마티스樣關節炎 6例중 좌측에서 1例, 우측에서 3例가 정상범위보다 높은 SIS ratio를 보였다.
5. 腰薦椎를 침범하지 않은 退行性關節疾患 3例에서는 全例가 정상범위내의 SIS ratio를 나타내었다.
6. 임상적·방사선적 검사로써 그 원인을 알 수 없

었던 下部腰痛群에서는 5例중 4例에서 좌측과(혹은)우측의 SIS ratio가 정상범위보다 높게 측정되었다.

이상의 결과에서 정량적 骨스캔에 의한 SIS ratio는 薦腸關節의 병변의 有無 및 정도판정에 임상적으로 의의있고 간편하며 예민함을 알 수 있었다.

### REFERENCES

- 1) Russel, A.S., Lentle, B.C. and Percy, J.S.: *Investigation of sacroiliac disease: comparative evaluation of radiological and radionuclide techniques. J. Rheumatol., 2:45, 1975.*
- 2) Russel, A.S., Lentle, B.C. and Schlaut, J.: *Radiologic and scintiscan findings in HLA-B27 negative patients with ankylosing spondylitis. J. Rheumatol., 3:321, 1976.*
- 3) Russel, A.S., Lentle, B.C., Percy, J.S. and Jackson, F.I.: *Scintigraphy of sacroiliac joints in acute anterior uveitis. Ann. Intern. Med., 85:606, 1976.*
- 4) Lentle, B.C., Russel, A.S., Percy, J.S. and Jackson, F.I.: *The scintigraphic investigation of sacroiliac disease. J. Nucl. Med., 18:529, 1977.*
- 5) Namey, T.C., McIntyre, J., Buse, M. and LeRoy, E.C.: *Nucleographic studies of axial spondylarthritides. Arthritis Rheum, 23:998, 1980.*
- 6) Russel, A.S., Davis, P., Percy, J.S. and Lentle, B.C.: *The sacroiliitis of acute Reiter's syndrome. J. Rheumatol., 4:293, 1977.*
- 7) Chalmers, M., Lentle, B.C., Percy, J.S. and Russel, A.S.: *Sacroiliitis detected by bone scintiscanning: a clinical, radiological, and scintigraphic follow-up study. Ann. Rheum. Dis., 38:112, 1979.*
- 8) Esdaile, J.M., Rosenthal, L., Tarkeltaub, R. and Kloiber, R.: *Prospective evaluation of sacroiliac scintigraphy in chronic inflammatory back pain. Arthritis Rheum., 23:998, 1980.*
- 9) Rothwell, R.S., Davis, P. and Lentle, B.C.: *Radionuclide bone scanning in females with chronic low back pain. Ann. Rheum. Dis., 40:79, 1981.*

- 10) Berghs, H., Remans, J., Drieskens, L., Kiebooms, L. and Poderman, J.: *Diagnostic value of sacroiliac joint scintigraphy with 99m-pyrophosphate in sacroiliitis. Ann. Rheum. Dis., 37:190, 1978.*
- 11) Goldberg, R.P., Genant, H.K., Shimshak, R. and Shames, D.: *Applications and limitations of quantitative sacroiliac joint scintigraphy. Radiology, 128:683, 1978.*
- 12) Dequeker, J., Goddeeris, T., Walravens, M. and DeRoo, M.: *Evaluation of sacroiliitis: comparison of radiological and radionuclide techniques. Radiology, 128:687, 1978.*
- 13) Ho, J., Sadovnikoff, N., Malhotra, C.M. and Claunch, B.C.: *Quantitative sacroiliac joint scintigraphy. Arthritis Rheum., 22:837, 1979.*
- 14) Lentle, B.C., Russel, A.S., Percy, J.S., Scott, J.P. and Jackson, F.I.: *Bone scintiscanning updated. Ann. Intern. Med., 84:297, 1976.*
- 15) Vyas, K., Eklem, M., Seto, H., Bobba, V.R., Brown, P., Haines, J. and Kirshnamurthy, G. T.: *Quantitative scintigraphy of sacroiliac joints: effect of age, gender, and laterality. A.J.R., 136:589, 1981.*
- 16) Ayres, J., Hilsen, A.J.W., Maisey, M.N., Laurent, R., Panayi, G.S. and Saunder, A.J.: *An improved method for sacroiliac joint imaging: A study of normal subjects, patients with sacroiliitis and patients with low back pain. Clinical Radiology, 32:441, 1981.*