

## 제4요추 협부결손형 전방전위증의 임상적인 특징

대구파티마병원 정형외과

김홍태 · 박봉훈 · 천동욱 · 이형석 · 전홍배

### — Abstract —

### Clinical Characteristics of Fourth Lumbar Spondylolytic Spondylolisthesis

Hong-Tae Kim, M.D., Bong-Hoon Park, M.D., Dong-Wook Cheon, M.D.,  
Hyung-Seok Lee, M.D. and Hong-Bae Jeon, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Fatima Hospital, Taegu, Korea*

A most common site for the isthmic spondylolisthesis is at fifth lumbar vertebra(L5) and far less at fourth(L4). The pathogenic lesion in the pars interarticularis is essentially the same in L4 and L5 isthmic spondylolisthesis, but the clinical characteristics may differ each other according to their anatomical and biomechanical differences.

A retrospective review of 24 patients of L4(study group) and 27 patients of L5(control group) isthmic spondylolisthesis was undertaken for their medical records and radiographs to compare the clinical characteristics in each groups. Included in each groups were all patients who were surgically treated during the same period and followed for more than two years after surgery.

In the study group, 18 of 24 patients were females having an average age of 42.5 years(ranging 34-65), while in the control group, 17 of 27 patients were males having an average age of 38.1 years(ranging 13-59). The symptoms were severe leg pain in most of the study group, but in the control group, the leg pain and back pain were equally complained. The degrees of slip were similar in two groups, but a narrowing of disc space at slip segment was more prominent in study group. The lateral radiographs taken in flexion and extension revealed more changes of slip in study group (4.7mm in

---

※ 통신저자 : 김 홍 태

대구시 동구 신암동 302

대구파티마병원 정형외과

※ 본 논문의 요지는 1992년 12월 4일, 대한정형외과 관련학회 종합학술대회와 1993년 8월 31일, SICOT 제 19차 세계 대회(Seoul)에서 구연 발표하였음.

study group vs 2.8mm in control group in averages), and more angular motion at slip segment in study group unless the disc space is not severely narrowed. A spinal stenosis in CT findings was disclosed in almost all patients of study group and in 18 patients of control group. The sizes of L5 transverse process were bigger than twice as those of L4 in 17(70.8%) patients including 9(37.5%) sacralizations of L5 in study group, while in control group they were only 8(29.6%) patients with no sacralization. The heights of intercreastal line revealed no difference in two groups. The surgical procedures in study group were fusion only in two and decompression with fusion in 22(91.7%) patients and those in control group were fusion only in 11 and decompression with fusion in 16(59.3%) patients. The satisfactory results of treatment were in 21(87.5%) patients of study group and 25(92.6%) patients of control group without significant difference between two groups.

In conclusion, the L4 spondylolytic spondylolisthesis compared to L5 lesion was more unstable and developed spinal stenosis more often. The surgical treatment and decompression procedure were also more needed in L4 lesions particularly in aged women.

**Key Words :** Lumbar spine, Isthmic spondylolisthesis, Clinical characteristics of L4 lesion.

## 서 론

## 연구대상 및 방법

협부결손형 요추전방전위증은 주로 제5요추에 발생하므로 이에 관한 임상적인 기술은 모두 전형적인 제5요추를 기준으로 하고 있다<sup>10</sup>. 그러나 협부결손형 요추전방전위증의 약 10%에서는 제4요추에도 발생하는 것으로 알려져 있으며<sup>19</sup>, 드물게는 더 상위요추에도 발생한다<sup>3,5,11,13,17</sup>. 제4요추에 발생한 협부결손형 전방전위증은 제5요추의 것과 국소병변은 동일하나 해부학적인 차이와 역학적인 차이 때문에 임상적인 특성에 차이가 있을 것이다<sup>11</sup>.

Jackson 등<sup>11</sup>은 제4요추에 발생한 것이 신경장해의 증상과 소견을 더 잘 나타내며, 성인에서도 전위가 더 진행하기도 하므로 제5요추의 것과 다르게 생각해야 한다고 하였으며, Saraste<sup>19,20</sup>는 제4요추의 경우에는 전위의 진행이 더 심하고, 추간판의 퇴행성 변화가 더 빨리 진행하며, 요통과 좌골신경통의 발생빈도가 더 많다고 하였다. 또 Grobler 등<sup>9</sup>은 제4요추의 협부결손형 전방전위증은 제5요추의 것과 선천적으로 다르며, 더 불안정하고 수술적 치료가 더 필요하다고 하였다.

저자들은 제4요추 협부결손형 전방전위증의 임상적인 특성을 알아보기 위하여 제5요추의 협부결손형 전방전위증과 비교조사하여 유의한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

대구파티마병원 정형외과에서 1986년 이후 제4 또는 제5요추의 협부결손으로 인한 요추전방전위증을 수술하고 2년이상 원격추시가 가능하였던 환자 51명을 연구대상으로 하였는데, 제4 및 제5요추협부의 중복결손이 있거나 요추질환의 증상을 일으킬 수 있는 다른 병변이 동반되어 있는 환자는 본 연구대상에서 제외하였다.

이들에 적용된 수술의 적응증은 소아에서는 초진시에 전위가 50%이상이거나 경과관찰 중 전위가 25%이상으로 진행되는 환자 또는 충분한 비수술적 치료를 시행해도 증상이 지속되는 환자였고, 성인에서는 심한 신경성 하지통이 운동신경의 장애소견을 동반하였거나 비수술적 치료로서 심한 하지통이 호전되지 않는 환자, 또는 일상생활에 장애를 일으킬 정도의 요통이 전위분절의 불안정성을 동반하였거나 충분한 비수술적 치료로서 이러한 요통이 호전되지 않는 환자였다.

수술방법의 적용은 전위가 심하거나 진행하는 환자, 요통이 주증상인 환자 및 하지통이 있으나 심하지 않고 신경장애나 협착증이 없는 환자는 유합수술만 시행하였고, 하지통이 신경장애나 협착증을 동반하였거나 심한 하지통이 주증상이면서 비수술적 치료로서 증상이 호전되지 않는 환자는 절제감압수술

과 유합수술을 병행하였다. 유합수술은 모두 측방유합이었으며, 감압수술을 시행한 경우에는 모두 내고정도 시행하였다.

총 51례 중 제4요추의 협부가 결손되어 전위한 24례를 조사군으로 하고, 제5요추의 협부가 결손되어 전위한 27례를 비교군으로 하여 이들의 성별 및 연령, 증상과 이학적 검사소견, 전위정도, 전위분절의 안정성, 횡돌기의 크기, 능간선의 높이, 전산화 단층촬영에 나타난 협착증, 수술방법 및 치료결과를 비교 분석하였다.

## 결 과

### 1. 성별 및 연령

비교군은 남자가 17명 (70.8%), 여자가 10명이었으나 조사군에서는 남자가 6명, 여자가 18명 (66.7%)으로서 수술을 시행한 제4요추 전방전위증은 여자가 훨씬 많았다. 연령은 조사군에서는 34세부터 65세까지, 평균 42.5세이었고, 비교군에서는 13세부터 59세까지, 평균 38.1세로서 뚜렷한 차이

**Table 1. Sex and age distribution**

	조사군			비교군		
	남	여	합계	남	여	합계
10-19	0	0	0	4	1	5
20-29	0	1	1	1	0	1
30-39	1	3	4	3	4	7
40-49	2	11	13	4	4	8
50-59	2	3	5	5	1	6
60-69	1	0	1	0	0	0
합계	6	18	24	17	10	27

Sex :  $P < 0.02$ , Age :  $P > 0.05$

**Table 2. Symptoms**

	조사군	비교군
Leg pain only	10	9
Leg pain > Back pain	11	7
Leg pain = Back pain	1	4
Leg pain < Back pain	2	2
Back pain only	0	5

$P < 0.01$

는 없었으나 수술이 필요한 제4요추 전방전위증은 모두 성인이었다(Table 1).

### 2. 증상

요통 또는 하지의 신경성 통증이 주증상이었는데, 조사군에서는 3례를 제외한 전례 (87.5%)에서 요통보다 심한 하지통이 주증상이었으나 비교군에서는 요통과 하지통을 비슷하게 호소하였다(Table 2).

### 3. 신경장애

이학적 검사로 확인된 신경장애는 조사군의 15례 (62.5%)와 비교군의 12례 (44.4%)에 운동신경장애의 소견이 있었는데, 조사군에서는 사두고근의 약화와 슬개근반사의 감소가 주로 나타났으나 비교군에서는 제일모지신근의 약화가 주로 나타났었다(Table 3).

### 4. 전위정도

Meyerding의 판정기준에 따른 전위정도는 대부분 Grade I 또는 Grade II로서 전위가 심한 예는 드물었는데, 조사군과 비교군 사이에 전위정도의 차이는 없었다(Table 4).

### 5. 추간판의 협소

전위분절의 추간판이 정상적인 상위의 추간판과 비교하여 50%이하의 협소가 있으면 정도, 50%이상이면 고도로 판정하여 조사한 결과 조사군의 17례 (70.8%)에서 정도 또는 고도의 추간판 협소가 있었으나(Fig. 1) 비교군에서는 14례 (51.9%)에만 추간판이 협소되었다(Table 5).

### 6. 안정성

수술전에 촬영한 굴곡 및 신전시의 측면 방사선 사진에서 측정 한 전위정도의 변화는 조사군에서는

**Table 3. Neurologic deficits**

	조사군	비교군
Motor deficit :	15/24	12/27
Weak quadriceps	9	0
Diminished knee jerk	11	0
Weak E.H.L	3	12
Diminished ankle jerk	1	2

$P < 0.05$

평균 4.7mm이었으나 비교군에서는 평균 2.8mm이었으며, 4mm이상 전위가 증가되는 불안정한 예는 조사군에 훨씬 더 많았다(Table 6). 또 같은 방법으로 측정한 추간각의 변화는 조사군에서 약간 더 많

았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 그러나 추간판의 협소가 심한 예들을 제외하면 조사군에서는 평균 14.2°이었으나 비교군에서는 평균 11.5°로서 추간각변화의 차이가 뚜렷하였다( $p<0.05$ ) (Table 7) (Fig. 2).

**Table 4.** Degree of slipping(Meyerding's grade)

Slipping	조사군	비교군
Grade 0	0	0
Grade I	11	14
Grade II	12	13
Grade III	1	0

**Table 5.** Narrowing of disc space at slip segment

Narrowing	조사군	비교군
Severe	7	6
Mild	10	8
No	7	13

$P<0.05$

## 7. 횡돌기의 크기

전후면 방사선 사진에서 측정한 횡돌기의 크기(길이×폭)가 제4요추보다 제5요추가 2배 또는 그 이상인 예는 조사군에서는 17례(70.8%)이었으나 비교군에서는 8례(29.6%)뿐이었다( $p<0.01$ ) (Fig. 3). 제5요추의 천추화는 조사군의 9례(37.5%)에 있었으나 비교군에는 없었다.

## 8. 능간선의 높이

전후면 방사선 사진에서 양측 장골능을 연결하는

**Table 6.** Translational motion at slip segment

Motion	조사군	비교군
8mm	1	0
7mm	3	1
6mm	5	3
5mm	4	1
4mm	6(3)	4
3mm	2(1)	5(1)
2mm	2(2)	7
0	1(1)	6(5)

$P<0.01$

( ) : Patients with severe disc narrowing

**Table 7.** Angular motion at slip segment

Motion	조사군	비교군
20°	1	0
18°	5	2
15°	3	1
12°	6(2)	7
10°	3	11(2)
8°	5(4)	4(2)
5°	1(1)	1(1)
3°	0	0
0°	0	1(1)

$P>0.05$

( ) : Patients with severe disc narrowing

**Fig. 1.** A severe narrowing of disc space at slip segment in a L4 spondylolisthesis.

**Fig. 2.** The lateral radiographs taken in flexion and extension of a L4 spondylolisthesis revealed prominent change of intervertebral angle and degree of slip.

능간선의 높이가 제4요추의 추경과 제5요추의 추경의 중간점을 기준으로 한 선보다 하위인 예는 조사군의 10례(41.7%), 비교군의 13례(48.1%)로서 별 차이가 없었다.

#### 9. 전산화 단층촬영 소견

협착증에 관한 전산화 단층촬영 소견<sup>1)</sup>은 비교군에서는 일례를 제외한 전례(95.8%)에서 추간공 협착이 있었으나 조사군에서는 27례 중 18례(66.7%)에서만 추간공 협착이 있었다( $p < 0.05$ ).

#### 10. 수술방법

조사군에서는 대부분인 22례(91.7%)에 감압술과 유합술이 필요하였고, 2례에서 유합수술만 필요하였으나 비교군에서는 11례(40.7%)에 유합술만 필요하였고, 16례(59.3%)에는 감압술도 필요하였다( $p < 0.02$ ). 유합수술만 필요한 경우에는 양측 측방유합수술을 시행하였고, 감압술과 유합술을 병행한 경우에는 추경통과 내고정기기를 사용하여 양측 측방유합수술을 시행하였다.

#### 11. 치료결과

수술후 최단 2년, 최장 5년 4개월, 평균 3년 4개월간 추시하여 Gill등<sup>7)</sup>의 판정기준에 따라 판정한

**Fig. 3.** The sizes of L5 transverse process(length × width) were bigger than twice as those of L4 in a L4 spondylolisthesis.

**Table 8.** Clinical results of treatment

	조사군	비교군
Excellent	12(50.0%)	12(44.4%)
Good	9(37.5%)	13(48.1%)
Fair	2( 8.3%)	2( 7.4%)
Poor	1( 4.2%)	0

P>0.05

우수 또는 양호의 만족할 만한 치료결과는 조사군의 21례(87.5%)와 비교군의 25례(92.6%)로서 별 차이가 없었다(Table 8).

## 고 찰

협부결손형 요추전방전위증은 모든 사람의 약 5%에서 발견되는 드물지 않은 이상인데, 주로 제5요추에 발생하지만, 퇴행성 요추전방전위증은 중년 이후의 여자에 호발하고, 주로 제4요추에 발생한다<sup>21)</sup>. Saraste<sup>19)</sup>의 조사에 의하면 제4요추에 발생하는 협부결손형 전방전위증은 제5요추의 것보다 훨씬 드물지만 성별이나 연령에는 차이가 없다고 하였다. 그러나 저자들이 수술한 협부결손형 요추전방전위증들은 제4요추와 제5요추의 빈도가 비슷하였고, 제4요추의 것은 주로 성인 여자이었다. 협부결손형 요추전방전위증이 제4요추에 발생하면 수술적 치료가 훨씬 더 많이 필요하였는데, 이는 협부결손형 요추전방전위증을 발생시키는 요인과는 다른 역학적인 요인이 추가로 작용함을 암시하는 것인데, 제4요추에 퇴행성 전위증을 발생시키는 것과 같은 역학적인 요인들이 제4요추에 발생한 협부결손형 전위증에 작용하여 병변을 진행시키기 때문일 것으로 짐작된다.

협부결손형 요추전방전위증의 발생원인은 반복된 역학적인 작용으로 인한 협부의 피로골절인데, 선천적인 요인의 영향을 받는다고 하며, 퇴행성 요추전방전위증의 발생원인은 해당분절의 불안정성이 원인이라고 한다<sup>21)</sup>. 제4요추에 발생하는 협부결손형 요추전방전위증도 발생원인은 제5요추의 것과 비슷할 것이나 제4요추에 드문 것은 피로골절을 일으키는 역학적인 작용을 덜 받거나 선천적인 요인이 적기 때문일 것이다. Saraste<sup>19)</sup>는 제5요추에 발생하는 협부결손은 선천적인 유발요인이 많이 작용하고, 제4요추에 발생하는 것은 외상이 직접적인 원인이라고 하

였으며, Cyron과 Hutton<sup>9)</sup>은 협부결손형 요추전방전위증이 상위의 요추에 드문 것은 제5요추에 비하여 역학적인 요인이 덜 작용하기 때문이라고 하였다.

제4-5요추분절의 역학적인 특성에 관하여 Posner 등<sup>15)</sup>은 제4-5요추분절이 요천추분절보다 더 불안정한데, 이는 요천추분절의 후관절이 더 관상면으로 형성되어 있고, 요천추간판이 더 두껍기 때문일 것이라고 하였다. Yamamoto 등<sup>22)</sup>은 장요인대가 요천추분절을 안정시키는데 중요한 역할을 함을 증명하였고, Leong 등<sup>12)</sup>과 Chow 등<sup>4)</sup>도 장요인대가 요천추분절을 안정시키는데 중요한 역할을 하므로 제4-5요추분절보다 요천추분절이 더 안정되어 있다고 하였으며, 퇴행성 요추전방전위증이 요천추분절보다 제4-5요추분절에 호발하는 것은 이 인대의 역할때문일 것이라고 하였다. Grobler 등<sup>9)</sup>은 역학적인 실험에서 제4-5요추분절보다 요천추분절이 더 안정되어 있으나 이는 장요인대의 역할만이 아닌 다른 해부학적 및 역학적 요인들, 즉 추간관, 근육, 여러 인대들 등의 역할일 것이라고 하였다. 이러한 역학적인 차이가 뚜렷하므로 동일한 병변이 발생하여도 임상적인 양상은 차이가 있을 것이다.

전위분절의 안정성을 알아보기 위하여 저자들이 굴신시의 측면 방사선사진에서 측정한 전위정도의 변화와 추간각의 변화 및 전후면 방사선사진에서 측정한 능간선의 높이와 횡돌기의 크기를 비교한 결과 제5요추보다 제4요추에 발생한 협부결손형 요추전방전위증에서 전위의 정도가 더 많이 변하는 불안정성이 뚜렷하였고, 제4요추 횡돌기의 크기가 제5요추의 것보다 훨씬 작은 예가 더 많았는데, 이는 잘 발달된 장요인대가 제5요추를 잘 안정시키지만 제4요추에서는 이러한 안정구조물이 미약함을 의미한다. Jackson 등<sup>11)</sup>도 제4요추에 협부결손형 전방전위증이 발생한 예들에서는 제5요추의 천추하가 정상인에서의 발생빈도인 3-8%보다 훨씬 많은 25%에서 발견되며, 59%에서는 제4요추의 횡돌기가 매우 짧은 것을 발견하고, 제4요추에 발생한 협부결손형 전방전위증은 제5요추의 것에 비하여 역학적으로 훨씬 불리하다고 하였다.

협부결손형 요추전방전위증이 제5요추에 발생하면 성인에 전위가 진행하는 예는 매우 드물지만 제4요추에 발생하면 성인에서도 전위가 더 진행함은 잘 알려진 사실인데<sup>8, 11, 18, 20)</sup>, Saraste<sup>18, 20)</sup>는 제4요추에

발생한 것은 제5요추의 것과 비교하여 초진시에는 전위의 정도가 덜 심했으나 관찰중에 전위의 정도가 더 많이 증가함을 발견하였고, 이는 추간판의 퇴행성 변화때문이라고 하였으며, Jackson 등<sup>11)</sup>은 협부결손이 제4요추와 제5요추에 중복발생한 경우에는 항상 제4요추의 전위가 더 심하고, 성인에서 전위가 더 진행되는 것은 모두 제4요추라고 하면서 이는 제5요추의 천추화 또는 제4요추의 횡돌기가 더 짧은 것과 유관하다고 하였다.

협부결손형 요추전방전위증에서 협착증을 일으키는 것은 협부결손부위가 비후되기 때문인데<sup>11)</sup>, 더 불안정한 제4요추에 협부결손형 전방전위증이 발생하면 퇴행성 변화가 더 촉진되어 요추관 협착증이 더 잘 속발할 것이다. 따라서 증상은 협부결손의 발생 부위에 따라 차이가 있을 것인데<sup>11)</sup>, 제5요추의 협부결손형 전방전위증으로 인하여 성인에 증상을 나타내는 일은 드물다고 하나<sup>14)</sup>, 제4요추에 발생하면 퇴행성 변화가 나타남에 따라서 증상은 소아에서보다 성인에서 주로 나타나게 될 것이다<sup>15)</sup>. Saraste<sup>19, 20)</sup>는 제5요추보다 제4요추에 발생한 협부결손형 전방전위증환자에서 통증의 정도가 더 심하고, 통증의 빈도도 더 많았는데, 이는 퇴행성 변화가 더 심하기 때문이라고 하였으며, Grobler 등<sup>8)</sup>은 평균 35.8세에 증상이 나타나기 시작하였는데, 이때 92%에서 제4요추간판의 협소가 있다고 하였다. 저자들의 예에서도 거의 모든 예에서 협착증의 소견이 나타나고, 이로 인한 하지의 신경성 통증이 주증상이었는데, 제4요추는 제5요추와 비교하여 역학적으로 불리한 상태이며, 협착증으로 인한 신경증상이 더 잘 나타나므로 제4요추의 협부결손형 전방전위증은 일반적인 제5요추의 것과 다르게 생각해야 할 것이다.

제4요추의 협부결손형 전방전위증은 일반적인 제5요추의 것과는 해부학적인 차이뿐만 아니라 역학적인 차이와 병리현상의 진행과정에도 차이가 있으므로 이에 대한 치료의 개념도 다를 것이다. Saraste<sup>19, 20)</sup>의 조사에 의하면 제5요추의 예들에서는 69%만이 치료가 필요하였으나 제4요추의 예들에서는 90%에서 치료가 필요하였으며, Ravichandran<sup>16)</sup>은 보존적 치료의 어려움을 지적하였고, Grobler 등<sup>8)</sup>은 제5요추의 협부결손형 전방전위증은 보존적 치료로서 성공할 가능성이 많으나 제4요추의 것은 64%에서 보존적 치료가 실패하였고, 68%에 수술이 필요하였

는데, 수술이 더 일찍 필요하고, 유합수술이 더 필요하다고 하였다. 또 Jackson 등<sup>11)</sup>은 유합수술 만으로는 불충분하고, 신경증상이 있으면 감압수술이 필수적이라고 하였다. 저자들의 예에서는 제4요추의 예들은 제5요추의 예들과 비교하여 수술적 치료가 훨씬 더 많이 필요하였고, 유합수술은 물론이고 거의 전 예에서 감압수술도 필요하였다. 수술결과가 불량한 예가 더 많다고 하나<sup>11, 16)</sup> 저자들의 예에서는 차이가 없었는데, 이는 충분한 감압 뿐만 아니라 내고정 유합을 잘 하였기 때문일 것이다<sup>2)</sup>.

## 결 론

제4요추와 제5요추의 협부결손형 전방전위증 환자에 나타난 여러가지 임상적인 소견을 비교분석하여 제5요추와 다른 제4요추 협부결손형 전방전위증의 다음과 같은 임상적인 특성을 얻었다.

1. 요통보다 하지의 신경성 통증과 신경장애가 더 흔하였다.
2. 제5요추신경근보다 제4요추신경근의 장애소견이 주로 나타났다.
3. 추간관 협소의 소견이 더 뚜렷하게 나타났다.
4. 전위분절이 더 불안정하였다.
5. 제4요추의 횡돌기 크기가 제5요추의 것보다 훨씬 작은 예가 더 많았고, 제5요추의 천추화 소견이 더 흔하였다.
6. 협착증의 소견이 더 뚜렷하게 나타났다.
7. 수술적 치료가 더 필요하였는데, 특히 성인 여자에 뚜렷하였다.
8. 단순유합수술보다 절제감압수술이 더 많이 필요하였다.
9. 수술적 치료결과에는 별 차이가 없었다.

이상의 결과에서 얻은 결론은 제4요추의 협부결손형 전방전위증은 일반적인 제5요추의 협부결손형 전위증과 다른 임상적인 특징이 많으며, 치료방법도 다르게 시도하여야 할 것이다.

## REFERENCES

- 1) 김홍태, 박봉훈, 변영수, 신두일, 김형표 : 협부결손형 요추전방전위증에서 신경장해의 원인에 대한 고찰. *대한정형외과학회지*, 25:519-526, 1990.

- 2) 김홍태, 박봉훈, 변영수, 이재구, 홍순만 : 성인 협부결손형 요추전방전위증의 수술적 치료. *대한정형외과학회지*, 27:671-677, 1992.
- 3) 이은우, 강기서, 장의찬 : 한국인 해외취업자의 척추분리증의 방사선학적 고찰. *대한정형외과학회지*, 21: 813-816, 1986.
- 4) **Chow DHK, Luk KDK, Leong JCY and Woo CW** : Torsional stability of the lumbosacral junction. Significance of the iliolumbar ligament. *Spine*, 14:611-615, 1989.
- 5) **Colonna PC** : Spondylolisthesis. Analysis of two hundred one cases. *JAMA*, 154:398-402, 1954.
- 6) **Cyron BM and Hutton WC** : The fatigue strength of the lumbar neural arch in spondylolysis. *J Bone Joint Surg*, 60-B:234-238, 1978.
- 7) **Gill GG, Manning JG and White HL** : Surgical treatment of spondylolisthesis without spine fusion. *J Bone Joint Surg*, 37-A:493-511, 1955.
- 8) **Grobler LJ, Haugh L, Wiltse LL and Frymoyer JW** : L4/5 isthmic spondylolisthesis : Clinical and radiological review in 52 cases. *J Bone Joint Surg*, 74-B(Suppl III):281, 1992.
- 9) **Grobler LJ, Novotny JE, Wilder DG, Frymoyer JW and Pope MH** : L4-5 isthmic spondylolisthesis : A biomechanical analysis comparing stability in L4-5 and L5-S1 isthmic spondylolisthesis. *Spine*, 19:222-227, 1994.
- 10) **Hensinger RN** : Current concepts review : Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescent. *J Bone Joint Surg*, 71-A:1098-1107, 1989.
- 11) **Jackson AM, Kirwan EO and Sullivan MF** : Lytic spondylolisthesis above the lumbosacral level. *Spine*, 3:260-266, 1978.
- 12) **Leong JCY, Luk KDK, Chow DHK and Woo CW** : The biomechanical functions of the iliolumbar ligament in maintaining stability of the lumbosacral junction. *Spine*, 12:669-674, 1987.
- 13) **Lowe J, Libson E, Ziv I, Nyska M, Floman Y, Bloom RA and Robin GC** : Spondylolysis in the upper lumbar spine. *J Bone Joint Surg*, 69-B:582-586, 1987.
- 14) **Macnab I** : *Backache*. 2nd ed. Baltimore, Williams and Wilkins : 84-103, 1990.
- 15) **Posner IRA, White III AA, Edward WT and Hayes WC** : A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and lumbosacral spine. *Spine*, 7:374-389, 1982.
- 16) **Ravichandran G** : Upper lumbar spondylolysis. *Internat Orthop*, 5:31-35, 1981.
- 17) **Rothman SLG and Glenn WV** : CT multiplanar reconstruction in 253 cases of lumbar spondylolysis. *Amer J Neuroradiol*, 5:81-90, 1984.
- 18) **Saraste H** : The etiology of spondylolisthesis. *Acta Orthop Scand*, 56:253-255, 1985.
- 19) **Saraste H** : Symptoms in relation to the level of spondylolysis. *Internat Orthop*, 10:183-185, 1986.
- 20) **Saraste H** : Long-term clinical and radiological follow-up of spondylolysis and spondylolisthesis. *J Pediat Orthop*, 7:631-638, 1987.
- 21) **Wiltse LL, Newman PH and Macnab I** : Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clin Orthop*, 117:23-29, 1976.
- 22) **Yamamoto I, Panjabi MM, Oxland TR and Crisco JJ** : The role of the iliolumbar ligament in the lumbosacral junction. *Spine*, 15:1138-1141, 1990.