

척추관 협착증에서 전산화 단층촬영의 의의

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

이한구 · 김희중 · 빈성일

= Abstract =

The Significance of Computerized Tomography in Spinal Stenosis

Han Koo Lee, M.D., Hee Joong Kim, M.D. and Seong Il Bin, M.D.

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

Spinal stenosis is a localized narrowing of spinal canal due to structural abnormalities. Its symptoms are obscure, and characterized by chronic, poorly localized, bilateral nerve root compression signs. Computerized tomography(CT) has been accepted as almost an absolute diagnostic method for spinal stenosis after its application in the orthopedic field. During the period of 2 years, from March 1982 to March 1984, 26 cases of spinal stenosis were treated surgically after both CT scanning and myelography.

We obtained following results about advantage of CT scanning in spinal stenosis.

1. Myelography showed following findings: Hourglass defect 9, Complete block 8, Unilateral focal defect 4, Uniform narrowing 1, Mixed 2, Negative finding 2. Myelographic finding was not specific for spinal stenosis and diagnostic accuracy was inferior to CT.
2. The type of spinal stenosis was identified by CT scan finding. Of 26 cases, 21 cases were degenerative spinal stenosis, of which central stenosis was present in 7 cases, and lateral stenosis was present in all cases. The remaining 5 cases were combined type, and both central and lateral stenosis were present in all cases.
3. The diagnostic accuracy in localizing the level of stenosis was 61.5% by myelography, and 96.2% by CT scan. CT was especially superior to myelography in the localization of the multi-segmental stenosis.
4. CT gives valuable information about extent and degree of stenosis, especially lateral recess stenosis, thus helping the surgeon to decide on the extent of decompressive laminectomy preoperatively.

Key Words : Computerized tomography, Spinal stenosis

I. 서 론

척추관 협착증은 1900년 Sachs와 Frankel이 요통을 호소하는 환자에서, 수술시 비후된 추궁관을 발견하고, 추궁관 절제술로 그 증상이 호전되었던 예를 보고한 이후, 여러 저자들이, 이 증상이 복잡하고 모호한 질환에 대하여 보고하였다¹⁾³⁾.

1954년 Verbiest가 좀더 구체적으로 요추관의 선천적인 협착이 그 원인이라고 기술한 이후, 선천성 및 퇴행성 척추관 협착증이 여러 저자에 의해 기술되었다.

그 이후 척추관 협착증의 임상적 발현 상태와 척

수 및 신경근 압박의 원인에 관한 많은 보고가 있었으나, 그 비특징적인 증상 및 소견등으로 인하여 1976년에 이르러서야 Arnoldi⁴⁾ 등에 의해 척추관, 신경근간, 추간강에서의 모든 유형의 협착에 의한 증상으로, 골구조 자체나 주위의 연부 조직의 비후로 인해 일어날 수 있다고 정의되었다.

척추관 협착증의 진단은 비특이적인 임상 증상과 이학적 소견으로 척수강 조영술에 많이 의존해 왔으나, 전산화 단층 촬영(이하 CT로 약함)이 척추 및 척수강 내의 정상 구조와 병적 상태의 규명에 이용된 이후, 척추관 협착증의 진단에 거의 절대적인 것으로 인정되고 있다.

저자들은 척추관 협착증에서 척수강 조영술에 비

교한 CT의 진단적 정확성 및 CT로 분석한 척추관 협착증의 유형 및 범위(extent)가 수술에 큰 도움을 주었기에, 문헌 고찰과 아울러 보고하는 바이다.

II. 연구 대상 및 방법

1982년 3월 부터 1984년 3월까지 서울대학교 병원 정형외과에서 치험한 척추관 협착증 환자 중 척수강 조영술 및 CT를 모두 시행하고, 수술을 받은 26례의 환자를 대상으로 하였다. 본 병원에서 사용한 CT는 미국 General electrics제 조인 CT/T 8800 형으로 120KVP, 3.3msec pulse, 400mA의 전력을 사용하였으며, 각 절편의 두께는 5 mm로 하였다.

III. 증례 분석

1) 연령 및 성별 분포

최저 연령은 32세, 최고 연령은 61세였고, 평균 연령은 45.1세 였다. 이중 41세에서 50세 사이가 57.7%로 가장 많았다. 성별로는 남자가 10명 (38.5%), 여자가 16명 (61.5%)이었다(Table 1).

Table 1. Age and Sex distribution

Age/Sex	Male	Female	Total	%
31-40	3	3	6	23.1
41-50	5	10	15	57.7
51-60	1	3	4	15.4
61-79	1		1	3.8
Total	10	16	26	100

2) 임상 증상 및 이학적 소견

입원 당시의 증세는 요통과 하지통이 함께 있던 경우가 21례 (80.8%)로 가장 많았으며, 간헐적 파행이 20례 (76.9%), 하지의 감각 이상, 하지통이 각각 2례 (7.7%)였으며, 요통과 배설 장애가 각각 1례 (3.8%)였다(Table 2).

Table 2. Clinical symptoms

Symptoms	No. of Cases	%
Pain	24	92.3
in low back and legs	21	80.8
in low back	1	3.8
in legs only	2	7.7
Claudication	20	76.9
Numbness	2	7.7
Voiding difficulty	1	3.8

이학적 소견은 근력 약화 12례 (46.2%), 심부 전 반사 감소 10례 (38.4%), 감각 이상 9례 (34.6%), 하지 직거상 검사 양성 8례 (30.8%) 등이었다(Table 3).

Table 3. Clinical signs

Signs	No. of Cases	%
Straight leg raising (Less than 70 degrees)	8	30.8
Motor deficit	12	46.2
Sensory deficit	9	34.6
Absent reflex activity	10	38.4

3) 척수강 조영술 소견

척수강 조영술상 모래시계형 양측 결함, 완전 차단이 각각 9례 (34.6%), 8례 (30.8%)로 대부분을 차지하였으며, 정상적으로 나타난 예도 2례 (7.7%) 있었다(Table 4).

Table 4. Myelographic findings

Findings	No. of cases	%
Unilateral focal defect	4	15.4
Hourglass defect	9	34.6
Complete block	8	30.8
Uniform narrowing	1	3.8
Mixed	2	7.7
Negative	2	7.7
Total	26	100.0

4) 전산화 단층 촬영 소견

CT 소견상 2가지 형태의 척추관 협착증을 인지할 수 있었다. 즉 퇴행성 척추관 협착증이 21례, 퇴행성과 선천성 척추관 협착증이 동반된 혼합형이 5례였다. 선천성 척추관 협착증의 예는 없었다(Table 5).

(1) 퇴행성 척추관 협착증

척추경을 통과하는 단면에서는 척추관이 그 모양, 크기 및 내경이 모두 정상이나, 추간판을 통과하는

Table 5. Type of spinal stenosis

Type	No. of Cases	Central stenosis	Lateral stenosis
Degenerative	21	7	21
Congenital	0	0	0
Combined	5	5	5
Total	26	12	26

Fig. 1. Degenerative stenosis. Lateral myelogram shows multiple constriction of dural sac and complete block at L4-5. CT scan shows asymmetrically distorted spinal canal by hypertrophied articular facet and lateral recess stenosis at L4-5.

Fig. 2. Combined stenosis. Lateral myelogram shows uniform narrowing and multiple constriction of dural sac. In CT scans, spinal canal is developmentally narrow and distorted by hypertrophied articular facet.

단면에서는 후방 관절의 비후 혹은 골극 형성으로 인하여 척추관이 찌그러지고, 압축되는 양상을 보였다. 하관절 돌기의 비후로 척추관의 중앙부의 협착을, 반면에 상관절돌기의 퇴행성 변화로, 대개 양측와(Lateral recess)와 추간공(Intervertebral foramen)의 협착을 보였다(Fig. 1). 본 연구에서는 Chaffetz의 CT상 척추관의 전후방 직경 11.5 mm 미만, 양측와의 폭 3 mm미만의 기준을 적용한 결과 퇴행성 척추관 협착증 21례 중 전례에서 측부 협착증(Lateral stenosis)을 보였으며, 7례에서 중앙부 협착증(Central stenosis)을 보였다.

(2) 혼합형 척추관 협착증

척추관을 통과하는 단면에서 척추관의 내경이 정상 범위 이하이며, 그 모양은 정상과 큰 차이가 없었다. 또한 추간관을 통과하는 단면에서는 퇴행성 척추관 협착증과 같은 변화를 보였다(Fig. 2).

혼합형 척추관 협착증 5례 중 전례에서 측부 및 중앙부 협착증이 관찰되었다.

5) 수술 방법

요추부 협착을 제거하기 위하여 추궁관, 절제술, 추간강 확장술 및 후방 관절 절제술을 부분적으로 혹은 전체적으로 시행하였다. 수술 범위는 CT 소견을 참고하였으며, 수술시 소견에 따라 그 범위를 조정하였다. 특히 양측와에서 신경근이 압박되었던 예들은 후방 관절을 충분히 제거하여, 신경 압박을 제거하였다. 26례 중 18례에서 후측방 유합술을 시행하였다.

6) 척수강 조영술, CT 및 수술 소견의 비교

척수강 조영술 및 CT소견을 각각 수술소견과 협착 부위를 중심으로 하여 비교하였다(Table 6).

CT소견은 전례 26례 중, CT소견상 제3, 4요추간부터 제 5요추, 제 1천추간까지의 협착을 보였으나, 수술 소견상 제 4, 5요추간 및 제 5요추, 제 1천추간의 협착을 보인 1례를 제외한 25례에서 수술 소견과 모두 일치하여, 96.2%의 정확성을 보였다.

척수강 조영술 소견이 수술 소견과 협착부위가 일치했던 예는 26례 중 16례로 61.5%의 진단적 정확

Table 6. Level of stenosis: Comparison of level of stenosis, which is detected by myelographic finding, CT finding and operative finding respectively.

Level of Stenosis	Myelographic finding No. of cases(%)	CT finding No. of cases (%)	Operative finding No. of cases(%)
1 Level	14 (53.8)	11 (42.3)	11 (42.3)
L ₄₋₅	12	9	9
L ₅ /S ₁	2	2	2
2 Level	7 (26.9)	8 (30.8)	9 (34.7)
L ₄₋₅ & L ₅ /S ₁	2	7	8
L ₃₋₄ & L ₄₋₅	5	1	1
3 Level	2 (7.7)	6 (23.1)	5 (19.2)
L ₂₋₃ -L ₄₋₅	1	1	1
L ₃₋₄ -L ₅ /S ₁	1	5	4
4 Level	0 (0)	1 (3.8)	1 (3.8)
L ₂₋₃ -L ₅ /S ₁	0	1	1
Negative or Not localized	3 (11.6)	0 (0)	0 (0)
Total	26(100.0)	26(100.0)	26(100.0)

성을 보였는데 수술소견과 일치하지 않았던 10례 전부에서 수술 소견상 조영술 소견에서, 보다 더 많은 부위의 협착이 발견되어 협착부위가 여러 곳인 경우일수록 척수강 조영술의 진단적 정확성이 떨어짐을 보였다.

IV. 고 찰

1945년 Sarpyener³¹⁾가 보다 구체적으로 척추관 협착증의 예를 보고한 이후 많은 저자들이 그 원인에 대해 기술하였다.

Verbiest^{34,35)}는 선천적으로 척추관의 전후방 직경이 좁아서 신경근을 압박할 수 있다고 하였고, 또한 퇴행성 변화가 동반된 경우라도 이미 존재하는 선천적인 척추관 협착의 소인이 있어야만 증상을 발현한다고 하였다³⁶⁾. 그러나 Gargano¹⁵⁾, McIvor와 Kirkaldy-Willis³³⁾, Paine³⁰⁾ 등은 선천성인 경우는 비교적 드물고, 대부분 퇴행성 변화에 기인한다고 하였다. Kirkaldy-Willis²²⁾, Onkey²⁵⁾ 등, Yong-Hing과 Kirkaldy-Willis³⁷⁾ 등은 퇴행성 협착증의 원인을 3관절 복합체, 즉 하나의 추간판과 2개의 후방 관절의 퇴행성 변화로 설명하였으며 신경의 압박 부위에 따라 중앙부 협착과 측부 협착으로 분류하였다. 여러 저자들이 퇴행성 협착증의 원인으로 후방 관절의 비후 및 비후된 관절 돌기의 척추관 내로의 돌출을 지적하였으며^{19,21,26)}, Ivan¹⁶⁾ 등은 특히 상후방 관절 돌기의 비후로 인하여 양측와 (Lateral recess)에서 신경근이 압박되는 현상을 양측와 증후군이라

하였다. Naylor³⁴⁾는 신경근의 선천적 협착, 상관절 돌기의 비후로 인한 신경근의 고정성(fixity), 추간판의 변성으로 인한 불안정성의 3가지 요소가 있어야 척추관 협착증의 증상이 발생한다고 하였다.

한편 Eisenstein¹⁵⁾은 양측와가 좁아져 있는 삼엽형의 척추관은 병적인 구조가 아니며, 정상인의 14%에서 발견된다고 하였으며, 특히 제5요추 부위에 많다고 하였다.

Getty¹⁶⁾는 척수강 조영술상 31례 중 20례(65%)가 퇴행성, 8례(25%)가 혼합형, 3례(10%)가 선천성 협착증이라 보고하였다.

이³⁾ 등은 60례 중 선천성이 5례(8.3%), 후천성이 55례(91.7%)였으며, 그 중 퇴행성 협착증이 11례(18.3%)라고 하였으며, 최⁵⁾ 등은 35례 중 선천성이 2례(5.7%), 혼합형이 11례(31.4%), 퇴행성 협착증이 15례(42.9%)라고 보고하였다. 본 저자들의 증례의 경우 전체 26례 중 퇴행성이 21례(80.8%), 혼합형이 5례(19.2%)였으며, 선천성 협착만 있었던 경우는 1례도 없어 척추관 협착증의 원인 및 증상 발현에 퇴행성 변화가 상당히 중요한 역할을 한다고 생각되며 선천적 협착이 증상발현에 필수적인 것은 아니라고 생각된다.

척추관 협착증의 임상 증상은 모호하여, 척수강 조영술이 필수 불가결한 것으로 인정되어 왔다^{7,11)}. 특히 척추관의 전후방 직경이 그 진단의 중요한 지표로 사용되었으며, 김¹⁾, 유³⁾ 등도 그 측정을 시도하였다. Verbiest³⁵⁾는 단순 측면 X-선 상에서 전후방 직경이 12mm 이하이면 협착증을 나타낸다고 하

였고, Eisenstein¹²⁾, Verbiest¹³⁾는 일반적으로 15 mm 이하 시는 척추관 협착증을 의심해야 한다고 하였다.

Jones²⁰⁾는 척추관과 척추체의 비율이 그 진단에 도움이 된다고 하였으나, Eisenstein¹²⁾는 의의가 없다고 하였다. 척수강 조영술은 CT의 등장 이전에 진단적 가치가 절대적이었으며, 선천성 협착증인 경우는 전반적으로 협소한 음영을 보이며, 퇴행성인 경우 후방 관절부위에 일치하여 모래시계 모양의 양측 결함, 혹은 편측 결함을 나타낸다. Paine²⁶⁾은 척수강 조영술상 전후방 직경이 14 mm이하인 경우, Epstein¹⁴⁾ 등, Baddeley⁷⁾ 등은 15 mm이하인 경우 척추관 협착증을 의심해야 한다고 하였다. 그러나 척수강 조영술은 요추관이 이미 협착되어 있어 바늘을 찌르기가 아주 어려울 수 있으며^{7, 16)}, 주의를 기울이지 않으면 추간관 탈출증으로 종종 오인되기도 한다. 특히 Kirkaldy-Willis²¹⁾ 등은 비후된 관절 돌기가 척추관내로 돌출된 퇴행성 협착증의 경우, 그 전후방 직경이 좁아져 보이지 않으므로 척추관 협착증을 발견하지 못하는 경우가 있다고 하였으며, 여러 저자들이, 협착이 양측와에만 한정된 경우 척수강 조영술로는 진단할 수 없는 경우가 많다고 하였다. 저자들의 경우 대상으로 하였던 26례중 24례에서 척수강 조영술상 이상 소견은 보였으나, 13례(50%)에서 편측 부분적 결함(unilateral focal defect)나 모래시계양 양측 결함(hourglass defect)만을 보여서 단순 추간관 탈출과 그 감별이 어려웠고, 10례(38.4%)에서 수술소견보다 적은 부위의 협착 소견을 보이는 등의 문제점이 있었다.

CT는 1972년 처음 개발된 후 두개강 병소의 진단에 쓰였으나, 1975년 척수 및 척수강내의 정상 구조와 병적 상태의 규명에 이용된 이후, 정형외과 영역에도 많이 이용되고 있으며^{4, 9, 10, 11, 27)}, 특히 고해상력 CT의 개발로 그 진단적 정확성이 더욱 높아지고 있다^{8, 28)}.

CT는 이제까지 다른 방법으로 얻을 수 없었던 척추의 횡적 단면의 입체적 구조를 보여주므로써, 현재는 척추관 협착증의 진단에 거의 절대적인 것으로 인정받고 있다. Ullrich³³⁾ 등은 일반적인 척추관 협착증에서는 전후방이나, 좌우 직경보다 그 단면적이 보다 정확하다고 하였으며, 다만 양측와 협착증같은 국소적 협착인 경우 척추관의 형태나 그 폭이 중요하다고 하였다. 그는 척추관의 단면적이 1.45 cm²미만, 전후방 직경이 11.5 mm미만, 좌우 직경 16 mm미만인 경우 비정상적이라고 하였다. Chafetz와 Gennant⁹⁾는 양측와의 폭이 3 mm미만인 경우 양측와 협착증을 의심해야 한다고 하였으며, 여

러 저자들이 경막주위 지방조직의 소실이 척추관 협착증의 진단에 중요하다고 하였다^{9, 28)}.

Postacchini²⁰⁾ 등은 척추관 협착증시 CT를 시행하므로써, 그 진단뿐만 아니라, 협착의 유형, 정도 및 범위에 관한 정보를 제공하므로써 감압적 추궁관 절제술의 범위를 결정하는데 도움을 준다고 하였다. 저자들의 경우에도 CT는 전체 26례 중 척추관 협착 유무 판정에서는 100%의 진단적 정확성을 보였으며, 1례를 제외한 25례에서 협착 정도 및 범위에 대한 소견이 수술 소견과 일치하여 96.2%의 정확성을 보였다. 특히 양측와 협착의 여부는 척수강 조영술시 발견 못하는 경우가 많은데^{21, 28)}, Kirkaldy-Willis²¹⁾, Getty¹⁷⁾ 등은 신경근이 양측와에서 압박받는 경우 후방 관절의 일부 혹은 전부를 제거해야 한다고 하였다.

저자들의 경우에도 양측와에서 신경 압박이 있던 예에서는, 추궁관의 완전 절제술 후 후방 관절을 충분히 제거하였다.

V. 결 론

1982년 3월부터, 1984년 3월까지 2년간 서울대학교 병원 정형외과에서 경험한 척추관 협착증 환자중 척수강 조영술, 전산화 단층 촬영을 모두 시행하고, 수술을 받은 26례의 환자를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 척수강 조영술 소견은 모래시계 모양 양측 결함이 9례(34.6%)로 가장 많았으며, 정상 소견을 보인 예도 2례(7.7%) 있었다.

2) CT소견상, 퇴행성 척추관 협착증이 21례(87.7%)였으며, 그 중 중앙부 협착증은 7례에서, 측부 협착증은 21례 모두에서 보였다. 혼합형 척추관 협착증은 5례(12.3%)였으며, 전례에서 중앙부 및 측부 협착증이 겹쳐져 있었다.

3) 협착 부위로 본 진단적 정확성은 척수강 조영술이 61.5%, CT가 96.2%였으며, 특히 협착 부위가 2부위 이상일수록 척수강 조영술의 진단적 정확성이 낮았다.

4) CT는 척추관 협착증에서 높은 진단적 정확성을 보일 뿐 아니라, 협착의 정도 및 범위, 양측와의 협착 여부에 관한 정보를 줌으로써 수술의 범위 및 방법의 결정에 큰 도움을 주었다.

REFERENCES

- 1) 김종환·변영수: 정상 한국인의 요척추관 내경의 방사선학적 연구. 대한정형외과학회지, 제

- 18권 제3호 : 445-452, 1983.
- 2) 유명철 · 강신혁 · 안승준 · 김순용 : 컴퓨터 단층 촬영기를 이용한 요추 척추관 내경 측정. 대한정형외과학회 잡지, 제14권 제1호 : 139-145, 1979.
- 3) 이덕용 · 김영민 · 조현오 · 최인호 : 척추관 협착증. 대한정형외과학회지, 제13권 제4호 : 629-644, 1978.
- 4) 이한구 · 오상빈 · 조세현 : 정형외과 영역에서 전산화 단층 촬영의 응용. 대한정형외과학회지, 제18권 제5호 : 1005-1012, 1983.
- 5) 최태홍 · 송주호 · 유충일 : 척추관 협착증의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 제19권 제3호 : 544-552, 1984.
- 6) Arnoldi, C.C., Brodsky, A.E., J., Cauchoix, Crock, H.V., Dommissie, G.F., Edgar, M.A., Gargano, F.P., Kirkaldywillis, W.H., Kurihara, A., Langenskiold, A., Macnab, I., McIvor, G. W.D., Newman, P.H., Paine, K.W.E., Russin, L. A., Sheldon, J., Tile, M., Urist, M.R., wilson, W.E. and Wiltse, L.L. : *Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification*, Clin. Orthop. 115: 4-5, 1976.
- 7) Baddeley, H. : *Radiology of lumbar spinal stenosis. The lumbar spine and back pain*, London Pitman Medical Publishing Co. 1976.
- 8) Burton, C.V. : *High resolution CT scanning, the present and future*. Orthop. Clin. North Am. Vol. 14, No. 3, pp 539-551, 1983.
- 9) Chafefz, N. and Gennant, H.K. : *Computed tomography of the lumbar spine*. Orthop. Clin. North Am. Vol. 14, No. 1, pp. 147-169, 1983.
- 10) Dorwart, R.H. and Genant, H.K. : *Anatomy of Lumbosacral spine*. Rad. Clin. North Am. Vol. 21, No. 2, pp. 201-220, 1983.
- 11) Dorwart, R.H. and Vogler, J.B. : *Spinal stenosis*. Rad. Clin. North Am. Vol. 21, No. 2, pp. 301-325, 1983.
- 12) Eisenstein, S. : *Measurement of the lumbar spinal canal in 2 racial groups*. Clin. Orthop. 115:42-45, 1976.
- 13) Eisenstein, S. : *The trefoil configuration of the lumbar vertebral canal*. J. Bone and Joint Surg., 62-B:73-77, 1980.
- 14) Epstein, J.A., Epstein, B.S., Lavine, L.S. Carras, R. and Rosenthal, A.D. : *Degenerative lumbar spondylolisthesis with an intact neural arch (psedudospondylolisthesis)*. J. Neurosurg. 44: 139-147, 1976.
- 15) Gargano FP : *Transverse axial tomography of the lumbar spine*. In : Rothman RH, Simeone FA, eds. *The spine*. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1975:469-75.
- 16) Getty, C.J.H. : *Lumbar spinal stenosis, The clinical spectrum and the results of operation*. J. Bone and Joint Surg. 62-B:481-488, 1980.
- 17) Getty, C.J.H., Johnson, J.R., Kirwan, E.O. and Sullivan, M.F. : *Partial undercutting facetectomy for bony entrapment of the lumbar nerve root*. J. Bone and Joint Surg., 63-B:330-440, 1980.
- 18) Grabias, S. : *Current concepts review. The treatment of spinal strnosis*. J. Bone and Joint Surg., 62-A:308-313, 1980.
- 19) Ivan, C., Michael, A.M., Joseph, A.T. and Nicholas, A.V. : *The lateral recess syndrome*. J. Neurosurg. 53:433-440, 1980.
- 20) Jones, R.A.C. and Thomson, J.L.G. : *The narrow lumbar canal*, J. Bone and Joint Surg., 50-B:595-605, 1968.
- 21) Kirkaldy-Willis, W.H., Paine, K.W.E., Cauchoix, J. and McIvor, G. : *Lumbar spinal stenosis*. Clin. Orthop. 99:30-52, 1974.
- 22) Kirkaldy-Willis, W.H. : *Diagnosis and treatment of lumbar spinal spenosis*. A.A.O.S. : Symposium on the lumbar spine, pp. 137-144, St. Louis. C.V. Mosby Co., 1979.
- 23) McIvor G.W.D. and Kirkaldy-Willis, W.H. : *Pathological and myelographic changes in the major types of lumbar spinal stenosis*. Clin. Orthop. 1976:115:72-6.
- 24) Naylor, A. : *Factors in the development of the spinal stenosis syndrome*. J. Bone and Joint Surg., 61-B:306-309, 1979.
- 25) Onkey, R.G., Marvin Tile and Kirdaldy-Willis, W.H. : *Lumbar spinal stenosis*. In Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons. Vol. XXVIII, pp. 237-245, St. Louis. C.V. Mosby Co., 1979.
- 26) Paine, K.W.E. : *Clinical features of lumbar spinal stenosis*. Clin. Orthop. 115:77-82, 1976.
- 27) Paul, D.F. et al. : *Computed tomography in orthopaedic surgery*. Cl. Orthop., No. 139:142,

- 1979.
- 28) Postacchini, F., Pezzeri, G., Montanaro, A. and Natal, G.: *Computerized tomography in lumbar stenosis. J. Bone and Joint Surg.*, 62-B: 78-82, 1980.
- 29) Putti, V.: *New conceptions in the pathogenesis of sciatic pain. Lancet* II:53, 1927.
- 30) Reis, N.D., Besser, M.I.B. and Shifrin, L.Z.: *High-resolution Computerized Tomography in Clinical Orthopedics. J. Bone and Joint Surg.*, 64-B:20-24, 1982.
- 31) Sarpyener, M.A.: *Congenital stricture of the spinal canal. J. Bone and Joint Surg.*, 22:70, 1945.
- 32) Schatzker, J. and Pennal, G.F.: *Spinal stenosis, A cause of cauda equina cympression. J. Bone and Joint Surg.*, 50-B:606-615, 1968.
- 33) Ullrich, C.G., Binet, E.F., Sanecki, M.G., et al.: *Quantitative assessment of the lumbar spinal canal by computed tomography. Radiology*, 134: 137-143, 1980.
- 34) Verbiest, H.: *A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. J. Bone and Joint Surg.*, 36-B: 230-237, 1954.
- 35) Verbiest, H.: *Further experience on the pathological influence of a developmental narrowness of the bony lumbar vertebral canal. J. Bone and Joint Surg.*, 37-B:576, 1955.
- 36) Verbiest, H.: *Result of surgical treatment of idiopathic developmental stenosis of the lumbar vertebral canal. A review of twenty-seven years experience. J. Bone and Joint Surg.*, 59-B:181-192, 1977.
- 37) Yong-Hing, K. and Kirkaldy, W.H.: *The Pathophysiology of Degenerative Disease of the lumbar spine. Orthop. Clin. North Am. Vol. 14, No. 3, pp. 491-504, 1983.*
-