

후측방 척추유합술에 의한 척추전방전위증의 수술적 치험

충남대학교 의과대학 정형외과학교실

윤승호 · 이광진 · 이갑열 · 이준규

- Abstract -

The Surgical Treatment of Spondylolisthesis by Posterolateral Fusion

Seung Ho Youne, M.D., Kwang Jin Rhee, M.D., Kap Yop Lee, M.D. and Jun Kyu Lee, M.D.

Dept. of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chung-Nam National University,
Daejeon, Korea

On general principle, spondylolisthesis does not need surgical treatment but special features may arise in any such case to change the clinical picture and to indicate the necessity for operative intervention.

There have been described a number of techniques and their combinations in the treatment of spondylolisthesis. Despite continuing efforts to develop better techniques of lumbar fusion, failure has been relatively common. In 1953, Watkins described a lateral approach to the transverse processes. Rombold recently described a lateral mass fusion of a single level for spondylolisthesis using extensive autogenous iliac grafts. He reported 96% roentgenographic fusion.

It is the purpose of this paper to review a series of adults with symptomatic spondylolisthesis (16 cases) who were surgically treated by posterolateral fusion.

1. The site incidence of spondylolisthesis was 68.8%(11 cases) in L-5, 25%(4 cases) in L-4 and 6.2% (1 case) in L-4 & L-5.
2. Satisfactory results according to Gill's criteria was 94% (15 cases).
3. In follow-up study, the younger the adult, the better the clinical results.
4. The fusion rate of intervertebral joint in roentgenographic finding was 100%.
5. There were no significant differences in duration and result of solid fusion between cases applied with hip spica cast and lumbosacral back brace or Norton-Brown brace.

Key word : spine — Spondylolysis — Spondylolisthesis — Posterolateral fusion.

I. 서 론

척추유합술에 대해 Hibbs 와 Albee 가 1911 년 연이어 처음으로 보고한 이래 유합술을 위한 보다 나은 술식을

* 이 논문은 제 23 차 대한정형외과학회 추계 학술대회에서 발표하였음.

계속하여 개발함에도 불구하고 유합술이 실패하는 경우를 종종 경험하고 있다. 유합술이 개발되던 초기에는 척추절핵 및 척추축만증의 치료에 시도하는 경우가 많았으나 질병의 발생빈도가 바뀌면서 오늘날에는 퇴행성 변화로 생기는 질병에 대하여 동통을 제거하는 선택적 술식으로 변화되고 있다. 때문에 비수술적 치료법에 비하여 확실한 신뢰성과 안정성이 있고 좋은 결과가 이루어

질 경우에 시행하여야 되겠다. 그러나 술자들의 경험과 판단에 따라 여러가지 유합술의 방법이 선택되어지고 있으며 그중 후측방유합술이 최근 여러저자들에 의해 보고되고 있다.

저자들은 1975년 1월부터 1979년 2월까지 충남대학교 의과대학 부속병원 정형외과에 입원가료한 척추전방위증 및 척추분리증 16예를 후측방척추유합술을 시행하여 최단 5개월에서 최장 3년까지 추구관찰 한바 만족할 만한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 보고하는 바이다.

II. 증 례 분 석

1. 치료 대상 및 추구관찰 기간

1975년 1월부터 1979년 2월까지 4년 2개월동안 충남대학교 의과대학 부속병원 정형외과에서 척추전방위증 혹은 척추분리증으로 입원하여 후측방 척추유합술을 받았던 16명을 대상으로 하였으며 추구관찰기간은 최단 5개월에서 최장 3년까지 하였다(평균 9.7개월).

2. 성별 및 연령

총 16예중 남자가 9예, 여자가 7예로 남자에서 약간 많았으며, 연령별로는 최연소자 18세에서 최연장자 49세까지로 나타났으며 여자에서는 모두 전방전위증 환자였다(표1 참조).

Table 1. Age and Sex Distribution.

Age(Yrs.)	Lysis		Olisthesis		Total
	Male	Female	Male	Female	
10 ~ 19	2	0	0	0	2
20 ~ 29	2	0	1	0	3
30 ~ 39	0	0	2	3	5
40 ~ 49	1	0	1	4	6
Total	5	0	4	7	16

3. 임상증상

요통만을 호소한 경우가 8예로 가장 많았으며, 요통과 좌골신경통을 호소하는 경우가 4예, 둔부 및 대퇴부 동통을 호소하는 경우가 3예, 그리고 요통과 감각이상을 동반한 경우는 1예였다(표2 참조).

4. 병력기간 및 입원전 치료법

입원당시의 병력기간은 3개월 이내였던 경우가 1예였고 대부분 1년 이상의 병력을 가지고 있었다(표3 참조).

Table 2. Clinical Picture.

Clinical Picture	Cases
Low Back Pain	8
Local Pain with Sciatica	4
Buttock or Thigh Pain	3
Local Pain with Sensory deficit	1

Table 3. Duration of Symptom at Admission.

Duration	Cases
0 ~ 3 months	1
4 ~ 6 months	2
7 ~ 12 months	4
1 ~ 5 Years	6
over 5 Years	3

입원전 치료법으로는 요추추 보조기를 착용했던 경우가 5예, 약물치료만 받았던 경우가 7예, 그리고 전혀 치료를 받지 않았던 경우가 4예였다(표4 참조).

Table 4. Method of Previous Treatment

Method	Cases
Lumbosacral Brace	5
Drug Therapy only	7
Nothing	4

5. 발생부위 및 전위정도

발생부위는 제5요추가 11예로 제일 빈발했으며, 제4요추가 4예, 제4요추 및 제5요추가 함께 분리증을 보인 경우가 1예였으며, 전방전위증의 정도는 전위증 11예중 2예에서 메이더딩(Meyerding)씨법 2도였으며 나머지 14예에서는 1도 이내에 속하였다(표5 참조).

Table 5. Level and Degree of Slipping

Level		Grade			
		I	II	III	IV
Lysis	5				
L-5	4				
L-4 & L-5	1				
Olisthesis	11				
L-5	7	6	1	0	0
L-4	4	3	1	0	0
Total		9	2	0	0

6. 척추조영술소견 및 수반된 질환

신경근 압박증상을 의심했던 5예에서 척수조영술을 시행했으나 특별한 소견을 발견하지 못하였으며, 수술 당시 수핵탈출증을 동반한 경우가 1예 있었다. 수반된 질환에서 척추절핵을 보인 2예중 척추분리증을 보였던 같은 부위에서 척추절핵이 있었던 경우가 1예, 그리고 별개의 부위에서 생긴 경우가 1예였으며, 이분척추와 천추화가 각각 2예씩, 그리고 요추화가 1예있었다(표 6 참조).

Table 6. Associated Lesions

Lesion	Case
Tuberculous Spondylitis	2
Spina bifida of S1	2
Sacralization	2
Lumbarization	1
Total	7

7. 수술적 치료방법과 결과

수술방법은 원칙적으로 Watkins씨 술식을 택하여 후 장골능과 요천추부에서 대칭적으로 반월형 절개법을 사용하여 sacrospinalis muscle을 분리하지 않고 근육층에 따라 도달하여 관절돌기(articular facet), 척추궁관절간 협부(pars interarticularis), 횡돌기(transverse process)의 골막, 연골 및 골피질을 벗긴 뒤 풍부한 장골 이식을 하였다.

임상적으로는 수핵탈출증을 의심하였던 경우는 편측의 정중선 가까이 종결개를 하여 부분적으로 척추궁을 절제하고 골세편 이식을 첨가하였다.

치료결과에 대한 평가는 편의상 세 평가법을 이용하여 임상적 결과를 얻었으며, 외상력이 있었던 1예를 제외하고 모든예에서 만족스러웠으며 특히 20대 전후의 활동기 남자에서 우수한 결과를 얻었다(표 7, 8 참조).

Table 7. Gill's Criteria

Excellent	: Able to carry out all activities. No back or lower extremity pain.
Good	: Able to carry out all activities. Mild or occasional back or lower extremity pain.
Fair	: Improved over preoperative status. Mild or moderate back or lower extremity pain. Some restriction of activity.
Unsatisfactory	: Restriction of activity. Moderate to severe back and lower extremity pain. Reoperation for any reason.

Table 8. Clinical results according to Level of involvement.

Level	Clinical Result			
	Excellent	Good	Fair	Unsatisfactory
Lysis	5			
L-5	4	3	0	1
L-4 & L-5	1	0	1	0
Olisthesis	11			
L-5	7	1	4	2
L-4	4	0	2	1
Total	4	7	4	1

8. 유합술후 처치 및 골유합까지의 기간

수술후 고정법으로 3개월간 석고붕대 고정법을 원칙으로 하였으며 조기활동을 필요로 하였던 경우에만 요천추 보조기를 3-6개월간 착용시켰다.

대부분 3-6개월 사이에 골유합이 이루어 졌으며, 나머지 3예(19%)에서는 7-12개월 사이에 골유합이 이루어 졌는데 X-선상 불유합이 발생한 예는 없었다(표 9 참조).

Table 9. Duration of Solid Fusion after Operation.

Method of postoperative Treatment	3~6 months	7~9 months	10~12 months
Double short spica cast(10 cases)	8	1	1
Lumbosacral corset or Norton-Brown Brace(6 cases)	5	1	0
Total (16 cases)	13	2	1

III. 고 찰

척추전방전위증(spondylolisthesis)은 척추궁 관절간 협부(pars interarticularis)의 결함으로 추체가 전방으로 전위되어 있는 상태를 말하며, 전위없이 관절간협부의 결함만 있을 때는 척추분리증(spondylolysis)이라고 하는데 일반적으로 척추전방전위증에 포함시키는 것이 상례이다.

1854년 Kilian이 spondylolisthesis라는 말을 처음으로 명명한 이후 임상적으로 관심을 끌기 시작한 것은 1881년 Neugebauer가 이 질환에 대한 연구결과를 보

고한 이후 부터이며 1895년 X-선이 발견된 이래 이 질환이 희귀한 질환이 아니라는 것을 알게된 이후 그 원인 과 발생빈도 및 병리, 그리고 경과에 대해 깊은 관심을 보여왔다^{12,26,30,35,41,47}.

이 질환의 원인은 아직 규명되어 있지는 않으나 여러 학설들이 제기되어 있다. 일찌기 양측 신경궁에 하나씩 하나씩, 화골증상이 서로 융합이 안되어 생긴다는 비정상화 골설⁴²이 제기되었고, 외상으로 인한 골절로 온다는 설을 뒷받침하는 경우로^{23,32}, Lane(1893)과 Capener(1931) 등이 제 5 요추의 해부학적 위치상으로 제 4 요추의 하관절돌기의 하향성 압박과 제 1 천추의 상관절돌기의 상향성 압박이 제 5 요추의 척추궁 관절간협부에 가해짐으로서, 생긴다는 Pincer theory을 Nathan²⁹이 뒷받침한 바 있다. 이 질환이 유전적 요인과 관계가 있다고 보고되어 있어^{13,43,44} 척추전방위증의 원인은 상당히 다발성인자를 가지고 있음을 보여주고 있다.

병리학적 소견에서 결손부위의 병리에 대해 Wilte⁴⁴와 Newman 및 Stone³⁰ 등에 의해 결손부위를 연결하는 섬유연골체등에 관하여 언급이 있었고, 최근에 들어 결손부위가 가골형성이 나타나며¹² 자연적인 치유를 보고한 바 있다^{31,47}. 그러나 골자재의 어떤이상(dysplasia)이 조직학적으로나 생화학적으로 증명되지는 않았다.

발생빈도는 성별 및 인종에 따른 차이가 있지만 전체 인구의 4-5.33%로 알려져 있는데, 여러저자들도 비슷한 보고를 하였다^{5,42}. 보다 흥미있는 것은 지역별로 발생율의 차이가 있어 에스키모인에서는 24%의 높은 빈도를 나타내며, 이는 유전적인 요인의 표현율이 지역차가 있기 때문이라고 설명하였다³⁷.

한국인의 통계에서는 1965년 정¹⁾ 등이 서독파견 광부들의 신체검사에서 1380명중 56명(4.05%)가 척추관절간협부에 결함이 있음을 보고하였다.

년령별 발생빈도를 보면 대부분의 저자들 보고를 종합해 보면, 소아기 이후부터 빈도가 증가하다가 20세 이후 부터는 그 빈도가 증가하지 않는다고 보고하였다^{33,35,37,44}. Laurent와 Einola²⁶도 10세전까지는 약간씩 전위가 증가하며 10-15세 사이에 전위가 가장 빨리 진행하고 성인이 되어서는 전위가 드물게 일어난다고 구체적으로 보고하였다.

발생부위는 제 5 요추가 가장 빈도가 높은 것으로 보고하고 있으며^{33,36,37} Roche와 Rowe³³에 의하면 제 2 요추에서 부터 제 5 요추 쪽으로 내려 갈수록 발생빈도가 증가한다고 하였는데, 두부위에 결손이 생기는 경우가 2.8%라 하였다. 저자들의 경우에는 제 5 요추가 68.8%로 제일 빈도가 높았으며, 그의 제 4 요추는 25%, 제 4 요추 및 제 5 요추가 함께 척추분리증을 보인 경우가 6.3%이었다.

척추전방위증과 수핵탈출증의 관계를 보면 Laure^{nt}²⁶는 4%에서, Amsco⁴⁾은 3%에서 Henderson¹⁹은 29%에서 관련이 있는 것으로 보고 했으며 Gill¹⁴ 등은 불안정한 척수궁과 결손부위에 있는 섬유연골체를 절제하여 신경근 압박을 해소 시킬것을 주장하였다. 그 밖에 수반되어 나타나는 질환으로는 이분척추, 천추화, 특발성 구조적 척추측만증 등을 보고 하였다.

이 질환에 대한 분류는 학자에 따라 이견이 있으나 Wiltse, Newman, MacNab⁴⁶ 등이 발표한 분류법이 이상적이라 할 수 있다. 이에 따르면 제 1형은 이상형 척추전방위증(Dysplastic)인데, 제 1천추 혹은 제 5 요추 척추궁의 선천적 발육 이상으로 전위가 일어나는 형이며, 제 2형은 협부형(isthmus)으로 관절간 협부에 병변이 있는 것으로 피로골절과 관계있는 A형과 협부의 결손없이 단지 늘어나기만 한 B형과 심한 외상 후에 생기는 C형으로 다시 분류하였는데, 이와같은 제 2형이 진성 척추전방위증에 해당한다. 제 3형은 퇴행성 척추전방위증으로 척추궁에는 결함이 없으나 돌기관절(apophyseal joint)의 퇴행성 변화로 전위가 오는 경우인데 50세 이후의 여자에서 제 4 요추간에 호발한다. 제 4형은 외상성 척추전방위증으로 외상으로 인해 척추궁에 골절이 생겨 전위가 일어나는 형이며, 제 5형은 병적 척추전방위증으로서 선형질환이 척추궁에 미칠 경우 전위가 일어나는 형이다.

전위의 정도를 분류하는 법으로는 X-선 사진에서 측정하기 어려운 경우가 종종 생기는데, 측면 X-선 사진으로 측정하는 Meyerding씨 분류법²⁸과, 좀 더 정확히 하려면 Taillard씨 법을 권하고 있다³⁶. 최근에 보고된 척수조영 X-선 상에서 심한 척추전방위증과 방사통(radicular symptom)을 보인 15명중 13명에서 부분적 혹은 완전한 척수차단(block)을 보였는데 이는 제 1천추체의 후면이 경막을 치켜 올리기 때문에 생기며 수핵탈출을 나타내는 소견은 발견하지 못하였다고 하였다⁸.

임상적으로 호소하는 증상을 보면 일반적으로 요부통통을 호소하는 경우, 둔부와 대퇴부 통통, 그리고 좌골신경통을 호소하는 경우로 나눌수 있는데 서로의 증상이 복합되어 나타나는 경우도 볼 수 있으며 신경근 압박으로 인한 신경증상이 나타나는 경우도 있다⁴. 치료법을 고찰해 보면 발생빈도의 반수에서는 증상을 호소하지 않으며²⁷, 증상이 없는 환자에서는 예방목적으로 자세교정, 요추운동용 요하는 요소로 부터의 제거등을 권하며, 증상을 가진 환자에서는 안정 및 약물요법, 물리요법, 보조기 착용 등의 고식적요법을 시도 할 수 있으나 이런 치료에도 불구하고 계속적인 요통을 호소할 경우 수술적 치료가 요구되는데 특히 나이가 젊을수록 수술적 치료의 효과가 좋으며 일반적으로 증상을 가진 척추전방위증

환자의 20%에서 수술을 요하게 된다⁹⁾.

Hibbs²⁰⁾와 Albee³¹⁾가 같은 해인 1911년에 각각 후방척추유합술을 발표한 이후, 유합술에 대한 성공률이 1.4%²⁾에서 98%¹⁶⁾까지 보고되었는데 이와같은 결과의 큰 차이는 전고한 유합술을 판정하는 방법의 차이 때문이라 사료된다.

McElvenny의 보고에 의하면 요천추부 유합술시에 실패율이 5%에서 일어났으나 제4요추에서 제1천추에 걸쳐서 유합술을 확대할 경우, 즉 두개의 척추간 이상을 유합할 경우 실패율이 30%이상 발생한다고 하였는데 다른 저자들도 거의 비슷한 결과를 보고하였다^{11, 22, 23, 32, 39)}.

후방척추유합술의 경우 Cleveland(1948), McElvenny (1963), Howorth(1964) 등의 결과를 종합해 볼때 85%가 유합에 성공하였는데 이는 요통을 해소하기 위한 선택적 술식으로서 적당하지 않은 것으로 사료된다.

이 질환에 대한 전방유합술은 1932년 Capener¹⁰⁾가 시행한 후 Lane²⁴⁾등이 1948년 11월에서 54%의 성공적인 유합을 얻었으며 1963년 Harmon¹⁷⁾이 anterior retroperitoneal approach에 의한 전방유합술을 보고하였는데 이러한 전방척추고정술의 경우 골유합이 늦으며 X-선상으로 유합의 판단이 어려운 점을 지적하였다¹⁸⁾.

1968년 Hoover²¹⁾의 보고에서는 전반적인 전방척추 유합술에 대해서 평균 70%의 유합을 보였는데, 척추전방전위증에 대해서는 66%에서 유합에 성공하였다.

1955년 Gill¹⁴⁾등은 척추유합술을 시행하지 않고 척추전방전위증을 수술적으로 치료하는 방법을 보고한바 있는데, 불안정한 척추궁과 관절간협부의 결합부에 있는 섬유 연골체를 절제하여 제5요추와 제1천추의 신경근 압박을 해소함으로써 요통을 제거할 수 있다고 보고한 이후 1965¹⁵⁾년에 43명의 추궁결과에서 86%의 만족할 만한 결과를 얻었다고 보고하였고 비슷한 술식으로 치료한 Henderson¹⁹⁾은 57%에서 성공적임을 주장하였다.

그러나 대개의 저자들은 척추전방전위증 환자에서 척추유합술을 계속 권하고 있는데 이는 척추궁의 절제로 척추의 안정성을 감소시키고, 전위가 계속 증가할 위험성이 있는 점등을 들고 있다⁷⁾. Gill 자신도 20-30대 이전의 젊은 연령에서는 금기이며 40대 이후에서 신경근 압박증상이 동반될 때 주로 적용이 된다고 하였다. 그러나 단순한 술식, 술후 빠른 회복, morbidity의 감소 등은 흥미있는 술식으로 받아들여 지고있다^{4, 6)}.

후측방유합술은 1948년 Cleveland, Bosworth, 및 Thompson¹¹⁾이 척추유합술후 가관절 형성에서 시행한후 1953년 Watkins⁴⁰⁾이 술식에 대해 상세히 보고하였고 1959⁴¹⁾년 그의 경험을 발표하였는데 28명에서 68%의 전고한 유합이 있었음을 보고하였다. 1955년 Adkins²⁾

는 경골을 이식하여 83%, Kelly²³⁾는 1963년 비골을 이용하여 단일부위에서는 100%, 2개 부위에서는 44%의 유합율을 보고하였다. Truchly와 Thompson³⁹⁾은 Watkins씨 술식을 다소 변경하여 커다란 골편 대신 여러개의 얇은 골편을 이용하여 93%에서 성공적인 유합을 보고하였으며, Rombold³⁴⁾는 정중절개법으로 척추궁의 절제와 후측방 유합술을 시행하여 단일부위에서 96%의 성공을 얻었는데, 조기활동을 허용하여도 골유합에 지장이 없다고 보고하였다. 저자들의 경우도 후측방척추 유합술을 시행하여 93.8%에서 Gill씨 평가법에 따른 만족할만한 결과를 얻었으며 X-선상 불유합의 소견을 보인 예를 발견할 수 없었다.

어떠한 상황이든 골유합에 있어서 고정은, 골절치로서 의 고정에 대한 기본적 원칙과 같다. 그러나 어느정도의 운동은 가관형성을 조장하지만 과도한 운동의 허용은 많은 가관의 형성으로 가관절을 유발시킬 수 있다는 사실은 술후 고정방법의 융통성을 시사하는 것이라 하겠다.

이런 가관의 형성은 척추의 전후방 굴곡에는 영향이 적으나 전단력(shearing force)에는 지장을 초래하게 되므로 이식골이 유합될 부위가 척추의 관절운동축중심에 가까이 위치할수록 연전력(distraction force)과 전단력을 적게 받아 유합이 잘될 것이다. 정상 추간 관절의 운동축은 추간판수핵의 중심에 있게되나 퇴행성 변화를 초래할 경우 운동축이 후방으로 이동되어 관절돌기(plane of articular)에 있게 되어 횡돌기 부위에 골유합을 도모하는 후측방 유합술이 골유합의 가능성이 높다는 것을 Hoover²¹⁾가 이론적으로 설명하였고, 특히 관절돌기 내에 골세편 압입(bone chip packing)을 강조하였는데 2개 부위의 유합시 척추전방전위증과 가관절에 대한 술식으로 권하였다. 1968년 Wiltes⁴⁵⁾는 Watkins씨의 후측방 도달법 보다는 척추근(sacrospinalis muscle)을 내방으로 당겨야하는 불편을 덜고 관절돌기에 직접 도달하고, 출혈을 적게 할수 있고, 필요시에 신경근 압박을 해소시킬 수 있는 이점을 들어 척추척추근 박리도달법(sacrospinalis splitting approach)을 시행하여 86%의 유합율을 보고하였다. 기술한 바와같은 척추전방전위증의 수술적 요법을 종합해 보면 Gill¹⁴⁾등의 주장처럼 단순히 불안정한 척추궁과 섬유연골체를 제거하는 방법과 H-graft를 이용하는 Bosworth⁷⁾와 같이 신경근의 압박을 해소하고 척추유합술을 시행하는 경우, 그리고 단지 척추유합술만을 시행하는 3가지 군으로 대별할 수 있겠다.

수술후 고정방법으로는 조기활동을 허용한 Rombold의 경우는 대부분의 학자들이 골유합이 전고할 때까지 3개월이상 석고붕대 고정을 권하고 있으며 척추전방전위증 환자의 비수술적인 요천추부 보조기로 이용되어 왔던

Norton-Brown씨 보조기를 환자에 따라 선택적으로 석고 붕대고정 대신 사용하는 경우도 있어 그 고정방법에 대해서도 다양한 면을 보여주고 있다. 저자들의 경우 석고붕대 고정 및 요천추 보조기를 병행하여 시행하였으나 골유합 및 그 기간에는 차이가 없었다.

IV. 결 론

본 교실에서 1975년 1월부터 1979년 2월까지 4년 2개월 동안 척추전방위증환자 16예에 대하여 후측방척추유합술을 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 척추전방위증 및 분리증의 발생부위별 분석에서 제 5요추가 11예(68.8%), 제 4요추가 4예(25%), 그리고 제 4 및 5요추가 함께 척추분리증을 보인 경우가 1예(6.3%)이었다.
2. 16예중 15예인 93.8%에서 Gill씨 평가법에 따른 만족할 만한 임상적 결과를 얻었다.
3. 추구관찰시 젊은 성인일수록 임상적 결과가 만족스러웠다.
4. 후측방 유합술을 시행한 모든 예에서 X-선상 골유합이 이루어졌다.
5. 수술후 고정방법으로 석고붕대고정법을 10예에서, 요천추 보조기 착용을 6예에서 시행했으나 골유합 및 그 기간에는 차이가 없었다.

REFERENCES

1. 정인회, 안화용, 김남현, 강웅식 : 건강한국청장년의 요천추부 이상소견에 대한 통계학적 관찰, 대한외과학회잡지. Vol. 7, No. 2 : 89, 1965.
2. Adkins, E.W.O. : Lumbo-sacral arthrodesis after laminectomy, *J.B.J.S.*, 37-B:208-223, May, 1955.
3. Albee, F.H. : Transplantation of a portion of the tibia into the spine for pott's disease: a preliminary report, *J.A.M.A.*, 57:885-886, 1911.
4. Amuso, S.J., Neff, R.S., Coulson, D.B., Lang, P.G. : The surgical treatment of spondylolisthesis by posterior element resection, *J.B.J.S.*, 52-A:529-536, 1970.
5. Bailey, W. : Observations on the etiology and frequency of spondylolisthesis and its precursors radiology, 48:107, 1947.
6. Barr, J.S. : Spondylolisthesis, *J.B.J.S.*, 37-A:878-880, July, 1955.
7. Bosworth, D.M., Fielding, J.W., Damarest, L., Bonaquist, M. : Spondylolisthesis, *J.B.J.S.* 37-A:767-786, July, 1955.

8. Boxall, D., Bradford, D.S., Winter, R.B., Mae, J.H. : Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents, *J.B.J.S.*, 61-A:479-495, June, 1979.
9. Campbell, W.C. : Operative orthopaedics, The C.W. Mosby Co., St. Louis, 1972.
10. Capener, Norman : Spondylolisthesis, *Br. J. Surg.*, 19:374-386, 1932.
11. Cleveland, Mather, Bosworth, D.M., and Thompson, F.R. : Pseudoarthrosis in the lumbosacral spine, *J.B.J.S.*, 30-A:302-311, April, 1948.
12. Einsenstein, S.M. : Spondylolysis, *J.B.J.S.*, 60-B, 488-494, 1978.
13. Friberg, S. : Studies on spondylolisthesis *Acta. Chir. Orthop. Suppl.*, 60, 1939.
14. Gill, G.G., Manning, J.G. and White, H.L. : Surgical treatment of spondylolisthesis without spine fusion, *J.B.J.S.*, 37-A:493-520, 1955.
15. Gill, G.G. and White, H.L. : Surgical treatment of spondylolisthesis without spine fusion A long term follow-up of operated cases, *Acta. Orthop. Scandinavica, Suppl.* 85, 1965.
16. Harmon, P.H. : Anterior extraperitoneal lumbar disk excision and vertebral body fusion, *Clin. Orthop.* 18:169-185, 1967.
17. Harmon, P.H. : Anterior disc excision and fusion of the lumbar vertebral bodies, *J. Int. Coll. Surg.*, 40: 572-586, 1963.
18. Harmon, P.H. : Anterior excision and vertebral body fusion operation for intervertebral disk syndromes of the lower lumbar spine, *Clin. Orthop.*, 26:107-127, 1963.
19. Henderson, E.D. : Results of the surgical treatment of spondylolisthesis, *J.B.J.S.*, 48-A:619-642, June, 1966.
20. Hibbs, R.A. : An operation for progressive spinal deformities: a preliminary report of three cases from the service of the orthopaedic hospital, *N.Y. Med. J.*, 93:1013-1016, 1911.
21. Hoover, N.W. : Methods of lumbar fusion, *J.B.J.S.*, 50-A(1):194-210, Jan., 1968.
22. Howorth, Beckett : Low backache and sciatica: results of surgical treatment, *J.B.J.S.*, 46-A:1485-1519, Oct., 1964.
23. Kelly, R.P. : Intertransverse fusion of the low back, *Trans. South. Surg. Assoc.*, 74:193-202, 1963.
24. Lane, J.D., Jr, and Moore, E.S., Jr., : Transperitoneal

- approach to the intervertebral disc in the lumbar area, Ann. Surg.* 127:537-551, 1948.
25. Laurent, L.E. : *Spondylolisthesis. A study of 53 cases treated by spine fusion and 32 cases treated by laminectomy, Acta. Orthop. Scand.*, 35(suppl.): 1958.
26. Laurent, L.E. and Einola, S. : *Spondylolisthesis in children and adolescents. Acta. Orthop. Scand.*, 31: 45-64, 1961.
27. Magora, A. : *Conservative treatment in spondylolisthesis, Clin. Orthop.*, 117:74-79, 1976.
28. Meyerding, H.W. : *Spondylolisthesis, Surg., Gynec. and Obstet.*, 54:371-377, 1932.
29. Nathan, H. : *Spondylolysis, its anatomy and mechanism of development, J.B.J.S.*, 45-A, 303-320, 1959.
30. Newman, P.H. : *The etiology of spondylolisthesis, with a special investigation by K.H. Stone., J.B.J.S.*, 45-B:39-59, Feb., 1963.
31. Rabushka, S.E., Apfelbach, H. and Love, L. : *Spontaneous healing of spondylolysis of the 5th lumbar vertebrae, Clinical orthopaedic and related research*, 93, 256-259, 1973.
32. Roche, M.B. : *Healing of bilateral fracture of the pars interarticularis of a lumbar neural arch, J.B.J.S.*, 32-A:428, 1950.
33. Roche, M.B., and Rowe, G.G. : *Incidence of separate neural arch and coincident bone variation: survey of 4200 skeletons, Anat. Rec.*, 109:233, 1951.
34. Rombold, Charles : *Treatment of spondylolisthesis by posterolateral fusion, resection of the pars interarticularis, and prompt mobilization of the patient, An end-result study of seventy-three patients, J.B.J.S.*, 48-A:1282-1300, Oct., 1966.
35. Rowe, G.G. and Roche, M.B. : *The etiology of separate neural arch, J.B.J.S.*, 35-A:102-110, Jan. 1953.
36. Schmol, G., and Junghanus, H. : *The human spine in health and disease, 2nd American edition, Edited by E.F. Basemann, New York: Grune and Stratton, 1971. (chapter IV & XIII)*
37. Stewart, T.D. : *The age incidence of neural-arch defects in Alaskan natives considered from the standpoint of etiology, J.B.J.S.*, 35-A:937, 1953.
38. Tailland, W. : *Le spondylolisthesis chez l'enfant et l'adolescent, (Etude de 50 cas.) Acta. Orthop. Scand.*, 24:115-144, 1954.
39. Truchly, George, and Thompson, W.A.L. : *Posterolateral fusion of the lumbosacral spine, J.B.J.S.*, 44-A: 505-512, April, 1962.
40. Watkins, M.B. : *Posterolateral fusion of the lumbar and lumbosacral spine, J.B.J.S.*, 35-A:1014-1018, Oct., 1953.
41. Watkins, M.B. : *Posterolateral bone-grafting for fusion of the lumbar and lumbosacral spine, J.B.J.S.*, 41-A: 388-395, April, 1959.
42. Willis, T.A. : *The separate neural arch, J.B.J.S.*, 13: 709, 1931.
43. Wiltse, L.L. : *Etiology of spondylolisthesis, J.B.J.S.*, 39-A: 447, 1957.
44. Wiltse, L.L. : *The etiology of spondylolisthesis, J.S.J.S.*, 44-A:539-560, April, 1962.
45. Wiltse, L.L., Bateman, J.G., Hutchinson, R.H. and Nelson, W.E. : *The paraspinal sacrospinalis-splitting approach to the lumbar spine, J.B.J.S.*, 50-A:919, 1968.
46. Wiltse, L.L., Newman, P.H. and MacNab, Ian : *Classification of spondylolysis and spondylolisthesis, Clin. Orthop.*, 117:23-29, 1976.
47. Wiltse, L.L., Widell, E.H., Jr. and Jackson, D.W. : *Fatigue fracture: The basic lesion in isthmic spondylolisthesis, J.B.J.S.*, 57-A:17-22, Jan., 1975.