대한척추외과학회지 제 8 권 제 3 호
Journal of Korean Spine Surg.
Vol. 8, No. 3, pp 356~361, 2001

척추 전방전위증의 후방유합술

김 영 태

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 정형외과학교실

Posterior Fusion of Spondylolisthesis
(Posterolateral Fusion and Posterior Lumbar Interbody Fusion)

Yung-Tae Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery , University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

– Abstract –

Spondylolithesis is defined as forward slipping of a vertebral body on distal vertebra, and this slipping causes a spectrum of symptoms from mild back pain to overt spinal stenosis. The various treatment modality for spondylolisthesis is introduced.

In general, the slip of lesser than 50 per cent can be successfully treated with in situ fusion in children and early adolescent without neurologic deficit.

Operative reduction of spondylolisthesis may be indicated in cauda equina syndrome, progressive slip surpassing 40 to 50 per cent, major deformity causing decompensation or distress, major pain or deficit plus two or more risk factor. Risk factors for in situ fusion include the following: slip angle greater than 25 degrees, trapezoidal L5, rounded sacral end plate, hyperlordosis exceeding 50 degrees L2-S1, L5 radiculopathy requiring decompression, female adolescents, excess lumbosacral mobility, sign of sacral root stretch.

Stabilization after decompression of high grade isthmic spondylolisthesis is difficult due to insufficiency of fusion base, gap between the bases and incompetent anterior disc support. So posterior lumbar interbody fusion(PLIF) offered anterior support, reduction of the deformity and a broad fusion base may be applied. PLIF may be indicated in spinal stenosis with narrow neuroforaminal space, isthmic spondylolisthesis with instability after removal of posterior structure of vertebra, grade 3,4 isthmic spondylolisthesis, failure of posterolateral fusion, symptomatic degenerative disc disease.

Key Words : Isthmic spondylolisthesis, Instrumentation, In situ fusion, Posterior lumbar interbody fusion(PLIF)

서 론

척추 전방전위증 중 협부형 척추전방전위증은 L5-S1에서 가장 많이 온다. 진단된 시점에서의 환자의 나이와 전위정도가 향후 요통의 중요한 지침이 된다. 척추 전방전위증의 수술적 치료는 감압술, 정복술 그리고 고정술 혹은 유합술의 세단계로 나눌 수 있으며 환자의 상태와 장애의 원인에 따라 치료방법이 나뉘어진다. 유합술은 전방추체 유합술, 후방유합술, 후외방유합술,후방요추체간 유합술 등이 있다.

후방 유합술은 협부형에서는 제 5추궁판이 제 5추체와 협부 결손에 의해 분리되어 있으므로 제 4요추에서

Address reprint requests to
Yung-Tae Kim, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center
#388-1 Poongnap-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel : 82-2-2224-3530, Fax : 82-2-488-7877, E-mail : ytkim2@www.amc.seoul.kr

제 1천추까지 시행해야 한다. Apel 등은 성인 환자에 적용하여 43%의 높은 불유합이 보였다고 하였다[6].

요추 후외방 유합술은 횡골기, 협부,후관절 및 추궁을 유합하는 것으로 정의하며 후방 유합술에 비해 증상 호전, 골유합율, 술후 전위증가 등을 고려할 때 더 효과적인 술식이다. 제 5요추의 횡돌기가 작거나 제 5요추 상연과 수평선이 이루는 각도가 55도 이상이거나 전위가 50% 이상의 전위가 있더라도 이 술식을 시행할 수 있다. 대부분이 onlay 골 이식술을 시행하며, 유합술의 목적은 변형 방지와 교정, 질병 제거, 척추 안정화, 동통분절의 운동을 제거하는 것이다.

후방 요추추체간 유합술은 후방 도달 법을 사용하면서도 전방에 있는 추체간의 유합술을 시행할 수 있는 방법으로 동일 수술시야에서 척추의 삼주(three column) 모두에 수술이 가능하다.

역사적 배경

1911년 Albee[4]와 Hibbs[19]는 각각 척추후방유합술을 보고하였으며 1927년 Campbell[10]이 후외방 유합술의 개념을 소개하였다. 1933년에는 Ghormley[14]가 현재의 골 이식의 표준 공여부인 장골능 자가 이식골편을 사용하였고 1944년에는 King[20]이 척추 후관절 나사못 고정술을 처음 사용하였으며, 1959년에는 Boucher[7]가 척추경 나사못을 사용하였다. 1960년에는 Harrington[16]이 척추 기기고정술의 개념을 도입하였으며 1970년에는 Roy-Camille 등[22]이 오늘날의 척추경 나사못 기기 고정 술을 소개하였다. 후방요추체간 유합술은 요추부 추간판병증(lumbar disc disease)으로 나타나는 요통을 치료하기 위하여 1950년 초에 Cloward[11]에 의해 일반화된 척추유합 방법으로 추간판 spacer로 신선 동결 동종 골을 이용하였다. 1980년대 후반부터는 요추 추체간 유합술과 후방주를 척추경나사못 고정으로 보강하였으며 1990년대에는 추간판 spacer로 금속이나 골대치물을 사용하기 시작하였다.

수술의 적응증

수술의 목적은 요통과 하지통을 감소시키며, 전위의 증가를 막고, 요천추부를 안정시키고, 신경 증상을 없애고, 척추의 정상 역할을 복원하여 자세나 보행 등을 호전시키고 정상적인 모습을 갖게 하는 것이다.

협부형 척추전방전위증에 대하여 요추유합술에 대한 적응증은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 적어도 1년 이상 적절한 보존적 치료에도 불구하고 소아에서 기계적인 통증과 신경학적인 증상이 지속될 때
2) 최초 발견시 50% 이상 전위를 보이는 소아
3) 33% 이상 전이된 경우에서 지속적인 전이와 증상이 있을 때
4) 성인에서 추간판 탈출증이 동반되었을 때
5) 성인에서 인접 부위에 퇴행성 변화에 의한 척추관 협착증이 생겼을 때
6) 성인에서 제 4-5 요추간 전위증에서 전위가 증가할 때를 들 수가 있다.

감압 및 유합

1. 감압술

소아인 경우 감압술은 대부분 필요 없는데 비교적 가벼운 신경 증상이 보이기 때문이다. 반면에 어른들에서 지속적인 전위와 심한 요통이 나타나고 신경학적 증상이 많이 나타나므로 후방 구조물을 제거한 후 신경 주변을 감압하고 고정술과 골유합술을 실시한다.

건반사, 감각 및 운동 등의 신경 장애가 있는 경우 절대적인 감압술을 시행한다. 특히, 배뇨, 배변 장애나 보행에 제한이 있는 정도의 운동 신경 장애가 있는 경우는 감압술의 절대적인 적응증이 된다. 감압술을 시행한 경우 전위의 증가 위험성과 불유합의 가능성이 높아진다. 따라서 석고 고정이나 분절 기기 내고정술을 시행해야 한다. 전위가 심한 경우 골유합을 얻기가 어려우며, 따라서 전방에도 유합술을 시행하여 후외방 유합술을 보조해 준다.

2. In situ 유합술

김 등[1]은 수술시 수술대에서 자세를 조절함으로써 부분적인 정복을 하고 in situ 유합술을 시행하여 좋은 결과를 보고 하였다. 또한 좀 더 많은 정복을 위하여서 기구술을 이용하여 Grade I정도의 더 얻을 수 있었다. 석 등[2]은 전위가 심하거나 진행하며 증상 및 징후가 전이 자체로 인한 젊은 환자에서 퇴행성 변화로 인한 증상이 없는 한 in situ 유합술으로 충분하다고 하였으며 전위가 Grade I, Grade II의 경우에 정복을 하지않고 in situ 유합술을 시행하여 좋은 결과를 보고 하였다.

Grade II 또는 그 이상 전이된 증상이 있는 아이들과 10대에서 수술이 필요하다고 Hensinger는 보고하고 있다[17]. 그리고 Grade III, Grade IV로 전이된 협부형 척추전

방전위증에 대하여 비수술적 방법에 의한 치료 시는 약 50%에서 불만족스럽다고 보고하였다[5].

Grade III -IV와 같이 많이 전위가 된 경우에 후방고정기기인 VSP로 정복을 한후 후방고정과 전방 골이식이 결과가 좋다고 보고한다. 다른 많은 학자들은 수술 적응으로는 앞으로 전위될 가능성이 많은 환자한테 실시한다고 보고한다[5].

Hensinger는 증상이 있건, 없건 진행을 막기 위하여 50% 이상 전위된 소아에서 유합을 권하고 있다[18]. 많은 전위가 있는 경우와 척추 후만증이 있는 경우 추가적인 전방 유합을 필요로 한다. 50% 이상 전이된 소아에서 증상이 없는 경우에 어떻게 해야할 것인지 논란이 많다.

많은 학자들은 후외방 In situ 유합술에 대하여 좋은 결과를 보고하고 있으며 전이를 정복할 것에 대해서는 논란이 많다. Grade II 또는 그 이상 전이되고, 통증이 있으며 비수술적인 방법으로 효과가 없을 시에는 In situ로 고정을 한다[12]. 대부분의 저자들이 전이가 50% 이하이면서 신경 증상이 없으면 in situ 후외방 유합술이 최적이 술식이라고 주장한다[4,5].

정복을 한 경우 약1/3경우는 일시적이거나 영구적인 신경증상이 있을 수 있기 때문이다. 이는 신경근의 땡김 또는 신경조직의 혈액 순환 변화가 관계가 된다.

3. In situ 유합술의 문제점

전위가 Grade III 이상인 경우에 in situ 유합술을 시행하면 아래의 문제점의 가능성이 더 커진다.

1) 불유합(pseudoarthrosis)

Hanley등 은 척수 전방 전위증에서 다른 질환에 비하여 골유합율이 60~70%로 떨어진다고 하였다[15].

2) 운동분절의 소실(loss of motion segment)

제 5 요추 제 1 천추간에서 Grade III이상인 고도의 전위증에서 유합율을 높이기 위해 제 4 요추에서 제1 천추까지 유합하여야 한다.

3) 전위 증가(further slippage)

정복되지 않은 견고하게 골유합이 되어도 전위가 될 수 있다. In situ 유합술후 전위의 증가는 Gill 추궁판 절제술, 술후 고정을 안한 경우와 술전 전위각이 클 때 잘 발생한다[12].

4) 신경 손상(neurologic deficit)

50% 이상 전위된 경우, 전위각이 45도 이상인 경우 in situ 유합시 신경손상의 가능성이 높다.

5) 잔여 기형(residual deformity)

30도 이상의 요천추 후만이 있는 경우 in situ 유합후 그 근위부가 후방전위 생길 수 있다.

생역학적 관점에서 볼 때, 전방전위 정복은 in situ 유합술보다 바람직할 것이다. 왜냐하면 정복을 함으로써 비정상적 전만과 슬괵근의 긴장 그리고 척수강이나 추간공의 신경요소에 대한 지나친 압박을 교정하는 것이기 때문이다. 반면, 더 광범위한 절개가 요구되며 오랫동안 지속되어 온 전방전위를 정복시키려는 시도는 신경근을 긴장시킬 위험을 안게 된다.

Edward는 60명 환자에서 전이를 약 80% 정복하였고 후방 기기 사용 및 골유합을 실시하였다. 요추 후만은 교정되었고 임상적인 결과상 요통은 약 50% 정도 감소되었다. 가끔 통증이 오는 경우가 40%이었고 일시적인 신경학적 증상은 40%에서 나타났다. 그리고 5명에서는 영구적인 신경장애가 남았다[13].

기구를 사용하지 않는 후외방 요추 유합술은 적게 전위된 전방전위증 특히 한 부위를 유합을 위하여는 좋은 방법이라고 보고하였지만, 최근에는 전위증의 생역학에 대하여 이해가 되고 기기술의 발달로 차츰 정복-기기고정술의 적응증이 늘어나고 있다[13].

정복및 고정

1. 정복의 적응증

1) 마미 신경 증후군

천추 신경들이 천추 골단판의 후상방에 걸리면서 신장되어 있으므로, 정복을 하면 압력이 풀리게 된다.

2) 전위가 40 ~ 50%를 넘을 때

소아 환자에서 전위가 30%가 넘으면 전위가 증가하는 경향이 있다. 대부분의 전위 증가는 증가할수록 접촉면적은 기하학적으로 줄어든다. 따라서 소아에서 전위가 40%를 넘으면 정복 수술의 적응이 된다[8,12].

성인에서 50% 이상의 전위가 있을 때 불안정성이 심하며, 유합술만 시행하면 불유합, 전위증가, 마미 신경증후군까지 생길 수 있으므로 고정술을 하여야 한다.

3) 대상 부전과 정신적인 고통을 야기하는 주된기형 (major deformity causing decompensation or distress)

시상면의 대상 부전이나 정신적인 고통을 야기하는 심한 기형은 정복의 적응이 된다.

4) 동통이나 신경 증상이 있으면 아래 8항목 중 2개 이상의 위험 요소가 있는 경우

아래의 8개의 요소는 In situ 유합 술후 불유합, 전위 증가, 신경 손상이나 비정상적인 척추 생역학 등의 수술의 실패나 합병증이 오기 쉬운 조건들이다. 따라서 2개 이상의 위험 요소가 있을 때는 정복을 하는 것이 합리적이다.

① 전위각이 25도를 넘을 때 : **정상에서도 5도 이상의 전만을 나타낸다.**

② 제 5요추가 능형(Trapezoidal L5)일 때 : **제 5추제의 후방 높이가 전방 높이의 75% 이하가 되면 위험 요소로 간주한다. 전위의 진행은 제5요추체의 설상화(wedging)에 비례한다.**

③ 천추 골단판이 둥글게 되었을 때 : **1천추 골단판의 앞부분이 둥글게 되면 요추 전방지지가 안되므로 계속해서 전위가 증가하는 경향이 있고 이와 반대로 천추 전방에 골극(osteophyte)의 있는 경우 전위 증가는 잘 안온다.**

④ 요추 전만이 50도를 넘을 때 : **요추가 과전만위를 취하면 제 1천추 골단판이 수직 위를 취하게 한다. 따라서 전단력이 증가하므로 골유합을 지연시키고 따라서 전단력이 증가하므로 골유합을 지연시키고 전위가 증가하여 신경 손상이 올 수 있다[8].**

⑤ 감압을 요하는 제 5요추 신경근통이 있을 때 : **제 5요추 추궁판 절제술과 신경근 감압을 시행한 경우 불유합이 잘 온다.**

⑥ 40% 이상 전위된 사춘기 소녀 : **대개의 전위의 증가는 사춘기에 생기며 여자인 경우 전위 증가의 확률이 더 크다.**

⑦ 요천추부의 운동성이 과도할 때 : **전위가 되면 대개 추간판 간격이 좁아지고 요천추 운동이 감소하게 된다. 따라서 굴곡-신전 또는 기립-앙와위 방사선 촬영상 3 mm 이상의 전이(translation)나 10도 이상의 각운동 차이가 있으면 과도한 운동성이 있다고 판단 할 수 있다. 이때는 In situ 유합술보다는 정복-기기 고정술을 시행함으로써 전위 증가와 불유합을 방지 할 수 있다.**

⑧ 천추 신경근이 신장되는 증세가 있는 경우 : **초기 증세는 심한 하지 직거상 제한. 아킬레스건 반사 감소, 방광 및 장기능의 이상 등이다**

2. 정복및 고정방법

1) 견인-석고 붕대 정복

이 방법은 현재 많이 사용되지 않는다.

2) 후방 골이식 및 신전 석고 붕대 (posterior grafting with extension casting)

후만이 주 기형이면서 유연한 소아 환자에서 적응이 된다. 이 술식은 전위증에서 요천추 후만(angular slip)은 별로 정복되지 않는다.

3) 자세 교정술(postural reduction)

낮은 정도의 전위의 정복은 수술대 위에서 자세를 조절함으로써 부분적인 정복을 얻을 수 있다[1].

4) 후방 신연 기기술

요추 후방에서 기기를 이용해 전위 부위에 신연을 가하여 ligamentotaxis로 전위를 정복하는 술식이다. 전이의 50~60%의 교정을 얻을 수는 있지만, 전위각 및 요천추 후만은 호전이 안된다. 또 요추부에 신연력을 가함으로써 요추 전만이 소실되어 시상면상의 균형 문제를 초래한다.

5) 척추경 나사고정

심하지 않은 전위증의 경우 나사못의 암수 나사를 이용하여 제 5요추를 후방으로 끌어당기며 정복하는 술식으로 많이 사용을 한다. 그러나 정복의 정도에는 한계가 있다[21].

6) 점진적 기기술 정복

Edwards가 주장 하였으며 다른 방법들에 비해 적은 수술로 완전한 교정을 얻으며 교정력(신연, 요추의 후방전이 그리고 천추를 굴곡시키는 힘), 2점 천추 고정, 응력 이완, 정상 해부학적 정렬 등의 4가지 개념이 복합되어 있다[13].

7) 전후방 절제 정복

다른 치료 방법으로는 힘든 자가 유합(autofusion) 된 고도의 전위 중이나 오래된 척추하수증의 치료에 사용한다. 만약 추간판 제거술과 천추 원개(sacral dome)의 절제만 필요하다면 후방 도달로만 가능하지만, 제 5요추의 하부를 제거하거나 추체 제거술이 필요하다면 전방 도달이 필요하다.

8) 추체 제거술(vertebrectomy)

제 5 요추를 제거하여 전위를 정복한다. 주위 연부조직과 마비 신경이 느슨해지면 정복이 용이하며, 신장 신경근통(stretch radiculopathy)의 가능성을 줄인다. 위험도가 높음으로 다른 술식으로 성공률이 낮다고 판단되는 척추하수증에서만 선택적으로 사용한다.

9) 후방 지렛대 정복 및 후방 요추 체간 유합술

추체 간격을 복원시키고 전만을 만들어 주기 위해, 정복할 때 지렛대 원리를 이용할 수 있다[21].

요추체간 유합술

1. 개요

협부형 척추전방전위증에서 이식골이 횡돌기와 관절돌기 측면에만 위치하고 유합에 필요한 골 기부(bone base)의 부족, 척추의 전방 전위로 인한 유합 기부의 큰 간격 그리고 부적절한 추간판 지지로 인한 안정성의 결핍은 후방 접근시 만족스러운 골 고정을 어렵게 한다. 이에 Cloward[11]에 의해 널리 소개되기 시작한 후방 요추체간 유합술은 전방 지지의 재건을 가능하게 하고 후외방 유합술과 같이 사용하면, 척추의 삼주(three column)에 안정성을 부여한다

2. 적응증

① 협착증으로 추간공까지 넓혀야 하는 경우
② 협부 결손형 척추 전방전위증으로 후관절을 포함한 척추의 후방구조물이 제거되어 불안정성 이 큰경우
③ Grade III, Grade IV로 전이된 협부형 척추전방전위증
④ 과거수술에 의한 후방구조물의 손상이 심한 경우
⑤ 추간판 내장증

3. 방법 및 종류

요추체간 유합술에서 요추체간 spacer로 사용하는 재료는 자가골(주로 tricortical graft), 탄소 섬유(carbon cage), Titanium Alloy, PEEK(Poly-Ether-Ether-Ketone) 등이 사용된다.

근래에와서는 요추체간 유합술로 피질골만 사용하기보다는 자가골을 cage 안에 충전 하는 방법이 많이 시행된다.

cage 모양에 따라 ①수평 원통형(horizontal cylinder) ②수직환 모양(vertical ring), ③상자형(open box)으로 나누며, cage 삽입 방법에 따라 ①나사형(threaded cage), ②감입형(impacted cage)으로 나누다.

나사형 cage는 나사의 원리를 이용한 것으로 삽입하기가 쉬우며 cage의 이탈 가능성이 적은 장점이 있고, 감입형 cage는 삽입시 충분한 연골단판을 제거한 후 cage를 삽입하는 방법으로 삽입하기가 약간 어려우며, cage의 이탈 가능성이 있어 상하 접촉면에 돌출부(teeth)를 가지고 있고 이식골의 접촉면적이 나사형보다 넓다는 장점이 있고 요추 전만 제건이 용이하다는 장점이 있다.

Cage를 이용한 요추체간 유합술은 cage를 추간판에 삽입하여 추간판의 높이를 정상화시켜 섬유륜의 긴장력을 회복하고, 신경공 공간을 증가시키며, 요추 전주(anterior column)을 보강시켜주어 체중 부하의 축인 전주의 운동관절을 없애므로 요통을 제거한다[11].

이를 위해 첫째 충분한 추간판 간격의 신연을 통한 안정성을 부여하여 금속의 이탈을 막고 골유합을 촉진하며, 추체의 골단판(bony endplate)을 손상하지 않고 가능한 한 충분한 양의 추간판을 제거하여 이식골과 숙주골의 접촉 면적을 넓혀 주어야 하고, 셋째 시간이 지남에 따라 추간판 재협소화를 방지해야 한다[11].

3. 장점

척추경 나사 고정과 후측방 유합술후 추가적으로 후방 요추 체간 유합술을 시행하여 얻은 원주상의 유합은 전위의 정복을 쉽게 하여 줄 뿐 생역학적으로 정상 척추에 가깝게 되어 정상적인 시상면의 모습을 복구시켜 주고 유합력과 전위 정복의 유지력을 높여준다.

석 등은 유합에 필요한 골 기부(bone base)를 증가시키고 추체의 전이를 정복하고 전방지지 구조를 강화시켜주는 방법으로 요추체간 유합술을 후외방 유합술과 같이 사용한 경우에 후외방 유합술만 사용한 경우 보다 술후 정복정도에는 큰 차이를 보이지 않았으나 정복 유지에는 우수하다고 발표하였다. 또한 정복의 소실과 기형의 재발, 불유합, 내고정기구의 파손 등이 추가적 후방 요추체간 유합술군에서는 보이지 않았다. 그래서 협부형 척추 전방 전위증에 의한 척추관 협착증의 감압술후에는 기술적으로 익숙한 술자는 기왕의 척추경 나사 고정, 후외방 유합술에 추가적 후방 요추체간 유합술을 병행하여 치료할 것을 제안하였다[3].

후방 요추체간 유합술은 견고한 유합술이며 후외방 이식의 굴성력을 감소시켜 줌과 동시에 유합 기부(fusion base) 사이의 간격을 좁혀 줘 결국 후측방 유합술의 성공률을 높여준다.

4. 단점

① 술기가 어렵다.
② 이식골 또는 cage의 돌출
③ 신경손상
④ 과다한 출혈
⑤ 수술시간의 증가 등의 단점이 있다.

REFERENCES

1) 김영태, 이춘성, 나화엽, 이창원 : ***협부형과 퇴행성형 척추 전방전위증에서의 수술적 치료의 비교연구. 대한정형외과학회지***, *33(7):1627-1634, 1998.*
2) 석세일, 이춘기, 김기택, 김원중, 김한수 : ***척추 전방전위증의 수술적 치료. 대한정형외과학회지***, *26:6-11, 1991.*
3) 석세일, 이춘기, 김기택, 김한수 : ***협부형 척추전방 전위증에 의한 척추관 협착증 감압 후의 추가적 후방 요체추간 유합술. 대한정형외과학회지. 30:1638-166. 1995.***
4) **Albee FH** : *Transplantation of a portion of the tibia in to the spine for the Pott's disease. JAMA, 57:885-886, 1911.*
5) **Ani N, Keppler L, Biscup RS, and Steffee AD** : *Reduction of high-grade slips(grades III-V) with VP instrumentation. Report of aseries of 41 cases. Spine. 16(6 Suppl): S302-310, 1991.*
6) **Apel DM, Lorenze MA and Zindrick MR** : *Symptomatic spondylolisthesis in adults: Four decades later. Spine, 14:345-348, 1989.*
7) **Boucher HH** : *A method of spimal fusion. J Bone Joint Surg, 41-B:248-249, 1959.*
8) **Boxall D, Bradford DS, Winter RB and Moe JH** : *Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. J Bone Joint Surg. 61A:479-495, 1975.*
9) **Brantigan JW, Steffe AD and Geiger JM** : *A carbon fiber implant to aid interbody fusion. Mechanical testing. Spine, 16 suppl 6:S277-288, 1991.*
10) **Campbell WC** : *An operation for extra-articular fusion of the sacroiliac joint, Surg Gynecol Obstet, 45:218-212, 1927.*
11) **Cloward RB** : *Posteior lumbar inerbody fusion updated. Clin Orthop, 193:16-19, 1953.*
12) **Dandy DJ and Shannon MJ** : *Lumbo-sacral subluxation. J Bone Joint Surg, 53B:578-595, 1971.*
13) **Edwards CC** : *Prospective evaluation of a new method of complete reduction of L5-S1 spoondylolisthesis using corrective forces alone. Orthop Trans, 14:54. 1990.*
14) **Ghormley RK** : *Low back pain with special reference to articular facets with presentation of an operative procedure. JAMA, 101:1773-1778, 1993.*
15) **Hanley EN Jr and Levy JA** : *Surgical treatment of isthmic lumbosacral spondylolisthesis: Analysis of variables influencing results. Spine, 14:48-50, 1989.*
16) **Harrington PR** : *Surgical instrumentation for management of scoliosis. J Bone Joint Surg, 42-A:1448, 1960.*
17) **Hensinger RN** : *Current consepts review: Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. J Bone and Joint Surg, 71A:1098-1107, 1989.*
18) **Hensinger RN** : *Spondylolysis and spondylolisthesis in children. In American Academy of Orthopaedic Suegeons. Instructional Course Lectures, St Louis;CV Mosby, 132-51, 1983.*
19) **Hibbs RA** : *An operation for progressive spine deformities. NY State J Med, 93:1013, 1911.*
20) **King D** : *Internal fixation for lumbosacral fusion. J Bone Joint Surg, 30-A:560. 1944.*
21) **Mattihias HH and Heine J** : *The surgical reduction of spondylolisthsis. Clin Orthop, 203:34-44, 1986.*
22) **Roy-Camille R. Saillant G and Mazel C** : *Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. Clin Orthop. 203:7-17, 1986.*
23) **Steffe AD and Sitkowski DJ** : *Reduction and stabilization of grade IV spondylolisthesis. Clin Orthop, 227:82-89, 1988.*
24) **Wiltse LL and Jackson DW** : *Treatment of Spondylolisthesis and spondylolisthesis in children. Clin Orthop. 117: 92-100. 1976.*