

## Graf 연성기기를 이용한 불안정 퇴행성 요추질환의 치료

이화여자대학교 의과대학 신경외과학교실  
박 향 권

= Abstract =

### The Graf Soft Stabilization System in Degenerative Lumbar Spine Instability

Hyang Kwon Prak

*Department of Neurosurgery, College of Medicine, Ewha Womans University*

**Object** : Although various kinds of spine stabilizing instruments have been developed over the past years for the treatment of unstable lumbar spinal disorders, the subject is still controversial and contradictory reports are seen in the literature.

Among such instruments, Graf instrument has attracted much interest because of the originality of the idea as a soft stabilizer.

**Method** : All patients suffered from intractable symptomatic degenerative disc disease which could be localized to one or more levels.

The results of the 30 consecutive patients using the Graf stabilization system are presented from Jan. 94 to Dec. 95.

**Result** : I have performed Graf soft fixation system on 30 cases of degenerative lumbar spine diseases for 2 years and more than 3 months of postoperative follow-up.

1) There were 10 males and 20 females.

2) The main preoperative diagnosis and evaluation was a severe back pain caused by degenerative disc disease with instability.

3) The most common operation level was a single level, L4/5 in 8 cases(27%), followed by two levels, L4/5+L5/S1 in 6 cases(20%).

4) Out of the 30 operated cases, the follow-up results for low back pain were excellent in 14 cases(47%), good in 10 cases(33%).

**Conclusion** : Although the follow-up is relatively short, the results from this study are sufficiently encouraging to prompt this report. Compared with conventional instrumented spinal fusion, the advantages of Graf system are less surgical trauma with shorter hospital stay and faster rehabilitation with early normal life. The Graf system instead of rigid implant is highly recommendable in managing unstable lumbar disorders.

**KEY WORD** : Graf system · Degenerative disc disease · Unstable lumbar disorders.

# 서 론

요추의 퇴행성 질환은 추간판 특히 수핵의 변성으로 유발되어 섬유륜(anulus fibrosus)의 장력(tensile stress) 감소, 추간판 협소로 후관절(facet joint)의 아탈구를 일으켜 척추 분절 운동 형태를 변형시키고 불안정성(instability)을 유발하게 된다<sup>1)2)</sup>. 이로 인해 유발되는 요통에 대해 관심이 집중되고 다양한 수술방법 및 기기들이 소개되고 있으나 치료방법에 대한 의견들이 정립이 되어 있지 않다. 최근 여러 내고정 기기 사용, 골이식 및 수술 기법의 향상으로 충분한 수술적 감압술을 시행하고 불안정성을 동시에 해소함으로써 삶의 질 향상에 크게 기여하고 있으나 이로 인해 기기파손<sup>3)</sup>, 불유합<sup>4)</sup>, 상하분절의 퇴행성 변화 촉진, 특히 광범위한 분절 침입시 높은 불유합을<sup>5)6)</sup> 등 여러 문제점들이 보고되고 있다.

1991년 10월 처음 보고된 Graf 연성기기를 이용한 인대 재건술<sup>7)</sup>은 생체 역학적 기전에 기초한 것으로 강성고정(hard fixation)에 비해 비정상적인 척추운동을 정상에 가까운 범위로 복귀시킴으로써 불안정성 요추질환에 동반되는 이차적인 병발현상의 악순환을 막고 빠른 회복을 보일수도 있다. 본 이화여대 동대문병원 신경외과에서 94년 1월부터 95년 12월까지 Graf 연성기기를 이용하여 수술한 환자중 수술후 3개월이상 추적조사한후 치료효과를 확인하였기에 수술방법과 함께 문헌을 고찰하여 보았다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

94년 1월부터 95년 12월까지 이화여대 동대문병원 신경외과에 불안정성 요추질환으로 진 단받고 Graf연성기기로 수술을 받은 시행환자중 수술후 3개월이상 추적관찰이 가능하였던 30례의 환자를 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

연구방법은 수술전 임상분석, 요추부의 굴신 측방 역동적 단순 방사선 촬영을 시행하여 전후방 전이도(translation)와 변이도(angulation)를 측정하여 정상치와 비교하고 요추 핵 자기 공명촬영상의 추간판 변성정도를 확인하고 이를 서로 비교하여 불안정성 여부를 판정하였

고 수술후 결과는 3개월 추적관찰하고 excellent, good, fair, poor로 하였다.

## 증례분석

### 1. 성별 및 연령분포

성별은 30례중 여자가 20명, 남자가 10명으로 여자가 남자보다 많았으며 연령은 10대에서 70대까지 평균 46.2세로 50대에서 12명(40%)으로 가장 많았고 40대는 6명(20%)를 차지하였다(Table 1).

### 2. 수술전 원인질환

30례중 퇴행성 요추 추간판 탈출증이 12례(40%)로 가장 많았으며 재발성 요추부 추간판 탈출증, 협부 결손성 요추 전위증이 각각 4례(13%), 협부 결손이 동반된 추간판 탈출증이 3례(10%) 등이었다(Table 2).

### 3. 수술전 임상 증상 및 방사선 소견

수술전 임상증상은 수술대상 전환자에서 요통을 호소하였고 방사통을 동반한 경우는 15례(50%), 신경인성 방사통 12례(40%), 하지저거상 제한 9례(30%)였다(Table 3). 모든 환자들은 단순 요추 굴신측방 역동적 방사선 촬영

Table 1. Age and sex distribution

Age\Sex	Male	Female	Total	No. of cases(%)
10 - 19		1	1	
20 - 29	1	2	3	
30 - 39	2	2	4	13%
40 - 49	2	4	6	20%
50 - 59	4	8	12	40%
60 - 69	1	2	3	
70 - 79		1	1	
Total	10	20	30	

Table 2. Preoperative diagnosis

Diagnosis	No. of cases	(%)
Degenerative disc	12	40%
Recurrent disc & FBSS	4	13%
Spondylolisthesis	2	
Spondylolytic listhesis	4	13%
HLD with Spondylosis	3	
Facet Syndrome	2	
Stenosis	3	
Total	30	

**Table 3.** Preoperative evaluation

Clinical findings	No. of Cases	(%)
Low back pain	30	100%
Radicular pain	15	50%
NIC	12	40%
SLR limitation	9	30%
Radiological findings	2	
Angular instability	1	

NIC : neurogenic intermittent claudication  
SLR : straight leg raising

**Table 4.** Measurements of normal translation(n=53, % of vertebral AP diameter)

	Flexion	Extension
L2/3	-0.2±1.4	3.2±2.3
L3/4	-0.4±1.4	4.3±1.2
L4/5	0.1±1.5	5.3±1.8
L5/S1	-4.7±3.5	5.9±3.1

을 통해 전후방 전위정도 및 변이도를 측정 하였고 요추 핵자기 공명 촬영상 추간판 및 추체의 퇴행성 변화 정도를 파악하였으며 요추 전산화단층 촬영을 통해 후관절의 골성 변이 여부를 관찰하였다(Table 4, 5).

#### 4. 수술적 치료

##### 1) Graf기

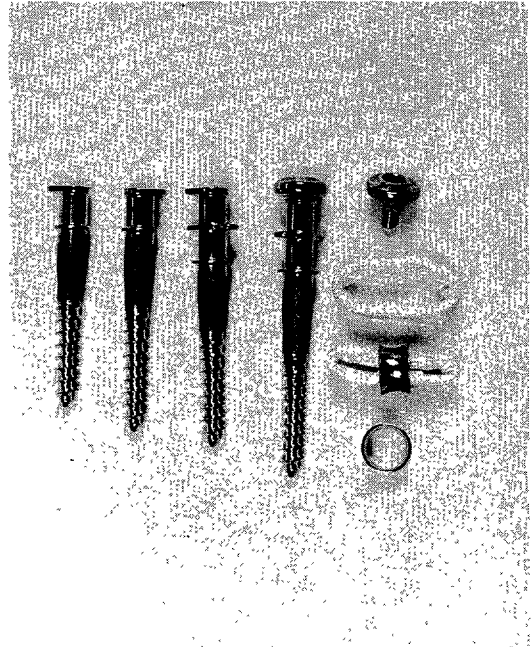
기기는 척추경 나사못과 인공인대로 구성되는데 척추경 나사못은 titanium재질이고 직경은 5mm, 6mm, 7mm, 길이는 35mm, 40mm, 45mm로 원추형모양으로 표면은 야금처리 되었으며 꼭대기는 후관절에 의한 인대를 보호하기 위해 Diabolos를 씌우도록 되어있다. 인공인대는 성분이 Polypropylene(Dacrilene)이고 길이는17.5mm에서 2.5mm간격으로 50mm까지이고 이후 5mm 간격으로 80mm까지이다. 인대는 radio-opaque marker가 부착되어 추적검사가 용이하다(Fig. 1).

##### 2) 수술방법

복위된 자세에서 정중절개후 고정될 척추를 횡돌기까지 완전히 노출시킨다. 척추경 나사못은 C-arm fluoroscopy하에서 일반적인 방법에 따라 추체까지 삽입시키고 나사 못을 고정할 인공인대를 선택한다. 인공인대의 선택은 장력계(band size measurer)를 이용하여 후관절 간격의 이완상태를 교정할 정도를 측정한후 결정한다. 보통인대의 길이가 25mm이하인 경우는 장력이 장

**Table 5.** Measurements of normal angulation(n=53, degree)

	Flexion	Extension
L2/3	2.3±2.6	10.5±2.5
L3/4	2.9±3.3	11.2±2.9
L4/5	2.5±3.2	13.0±3.2
L5/S1	3.0±4.0	19.6±5.8

**Fig. 1.** Graf stabilisation system. Various pedicular screws, diabolos and dacrilene band.

력계의 graduation5(50N compression stress) 정도가 적당하고 25mm이상인 경우에는 graduation 10(100N compression stress)이 적절하다. 이후 인대 tension forceps을 이용하여 인공인대가 나사못에서 빠지지 않도록 나사 못을 반회전(half turn)시킨다.

##### 3) 수술범위

30례의 수술중 한 체간(single level)이 12례(40%), 이중 제4~5요추분절이 8례(27%)로 가장 많았고 두체간이 10례(33.3%), 세 체간이 5례(17%), 네체간이 3례(10%)였다(Table 6).

##### 4) 보완수술(additional procedures)

Graf 연성기기 고정술은 척추경 나사못을 인공인대로 꼭 죄어줌으로 고정된 척추는 lordosis angle이 분절당



Fig. 2. Preoperative radiograph shows narrowing of disc space, spondylosis with degenerative change.

Table 6. Operation levels

Levels	No. of Cases	(%)
Single level	12	(40%)
L3/4	2	
L4/5	8	
L5/S1	2	
Two levels	10	(33%)
L3/4+L4/5	4	
L4/5+L5/S1	6	
Three levels	5	(17%)
L2/3+L3/4+L4/5	2	
L3/4+L4/5+L5/S1	3	
Four levels	3	(10%)
L2/3+L3/4+L4/5+L5/S1		
Total	30	(100%)

평균 4.5' 증가되므로<sup>8)</sup> 섬유륜 팽윤증이 있거나 수핵탈출증이 있는 경우 신경근을 압박할 수 있어 이 경우 보완수술을 요하게 된다. Graf 고정술의 보완수술로는 후궁절제술, 수핵제거술 및 신경궁 확장술 모두를 시행한 경우는 15례(50%), 후궁절제술 및 수핵제거술은 8례

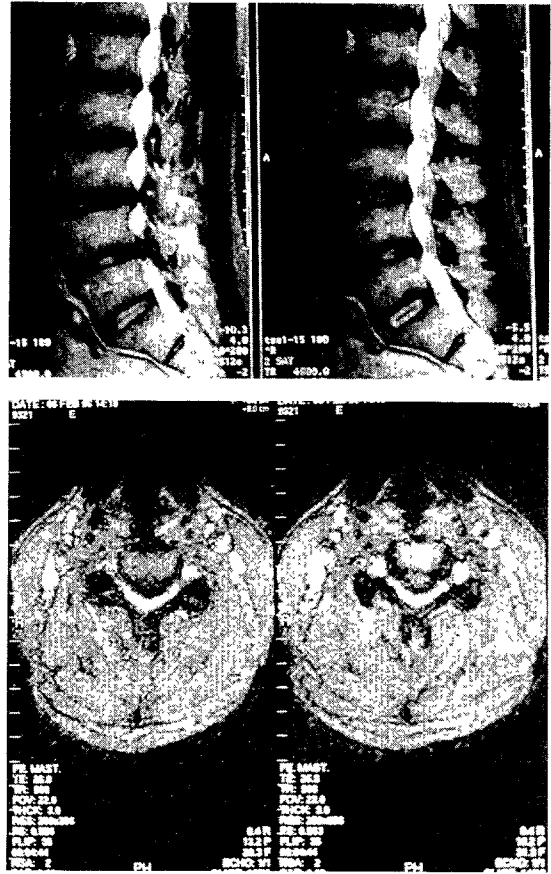


Fig. 3. Preoperative MRI findings.

A : Sagittal view shows multiple segmental narrowing and disc degenerative changes, B : Axial view shows spondylosis and facet hypertrophy.

Table 7. Additional Procedures

Procedure	No. of patients
Discectomy	2
Laminectomy	4
Laminectomy+Discectomy	8
Laminectomy+Discectomy+Facetectomy	15

(27%), 후궁절제술만 시행한 경우는 4례(13%) 였고, 재발성 수핵탈출증 환자에서 수핵제거술은 2례(7%)였으며 경도의 협부 결손이 동반된 전위증 1례는 보완수술을 하지 않았다(Table 7).

#### 5) 수술후 치료지침

고정수술후 3~4일에 거동하게하고 2주에 퇴원하게하며 이후 2개월간 soft back brace을 부착하고 추적관찰

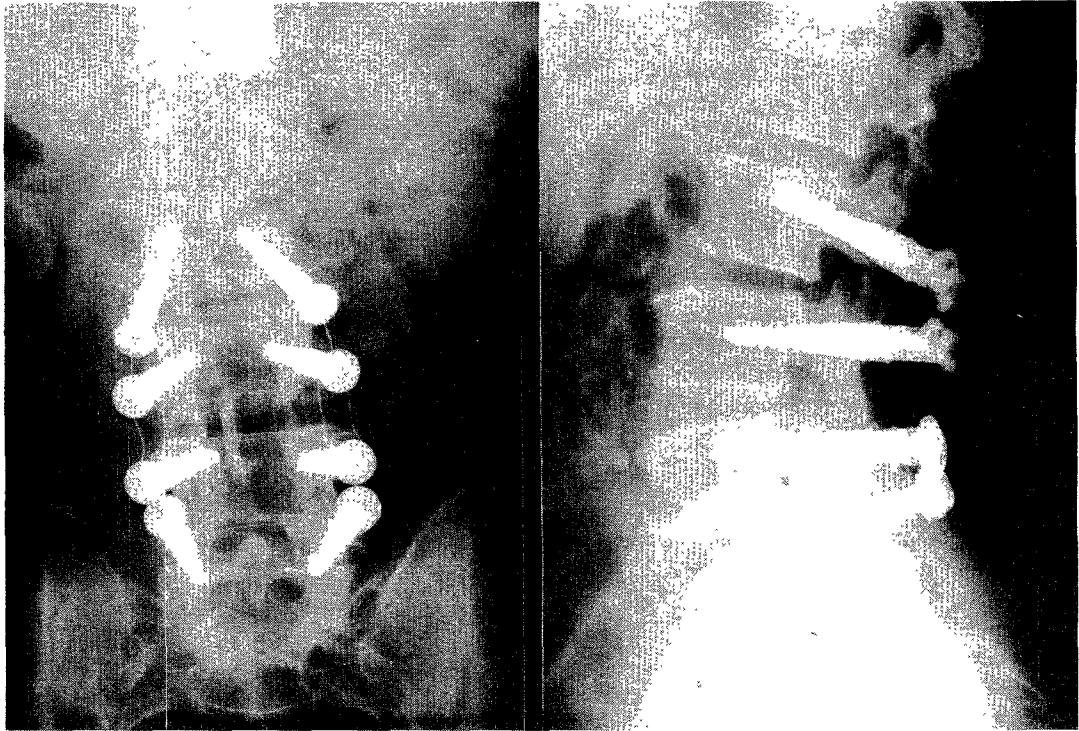


Fig. 4. Postoperative view.

A : APview shows posterior decompression, laminectomy and facetectomy, B : Lateral view shows stabilization with Graf instrument.

Table 8. Grading of clinical results(modified from MacNab)

Excellent	Normal work, social and sporting activities Occasional minor symptoms
Good	Minor restrictions in sport and social life Mild symptoms requiring Occasional analgesia
Fair	Symptomatic improvement with surgery but significant restriction in activities Regular analgesic requirement
Worse	Higher level of pain and disability than before surgery

Table 9. Postoperative LBP improvement

Results	No. of Cases	(%)
Excellent	14	(47%)
Good	10	(33%)
Fair	4	(13%)
Poor	2	(7%)
Total	30	100%

은 3주마다 외래통원을 통해 실시했다.

#### 6) 수술결과

수술후 추적 검사 및 관찰로 통증에 의한 운동 제한이 없어진 후 촬영한 단순 역동 방사선 촬영상 전예 모두에서 불안정성을 발견할 수 없었으며 3개월경과 시점에서 MacNab에 의한 임상호전 정도는(Table 8) excellent 가 14례(47%), good이 10례(33%)로 성공률이 80%였고 fair 4례(13%), poor 2례(7%)였으며(Table 9), 수

술에 따른 합병증은 초기 사용시 척추경 나사못에 인공 인대를 부착할 때 과도한 장력으로 2례에서 추경골절이 있었으며 이는 수술시야에서 Methylmethacrylate로 교정하였고 그의 염증, 신경손상등의 합병증은 없었다.

#### 고 찰

척추 운동분절은 세관절 복합체로서 추체 자체의 모양 과 근육, 인대, 관절낭 등 주위 구조물 에 의해 평형상태 를 유지하고 있다. 나이의 증가에 따른 퇴행성 척추변화 는 추간판의 변성과 함께 후관절상의 이완을 일으키고 해당 관절의 비정상적인 운동과 추체의 전위를 일으킨다

9)10). 생활양식의 변화와 평균연령의 증가로 불안정성 요통 환자는 늘어나고 있고 적절한 치료를 위해서 이러한 퇴행성 요추 불안정성의 양상을 파악하고 증상과의 관련 여부를 정확히 판단하여야 한다. 퇴행성 요추 불안정성을 측정하는 방법으로는 임상적 분석<sup>11)</sup>, 골신 및 측방 단순방사선 촬영검사<sup>9)12)13)</sup>, 역동적 요추 전산화 단층 촬영<sup>6)</sup>, 자기 공명 촬영검사<sup>8)10)</sup> 등 다양한 방법이 있으며 본 연구에서는 역동적 단순 방사선 촬영상 변형이나 전이 정도가 퇴행성 변화의 분절 불안정성 진단에 도움을 주었으며 수술부위 및 범위 결정에는 임상 증상 및 이학적 소견, 방사선소견, 자기공명촬영, 때로는 전산화단층촬영 등을 통하여 분석하였다. 불안정성 요추질환의 치료에 사용되는 고정기기는 1950년대 측만굴곡증 교정을 위해 개발된 Harrington기<sup>5)</sup>를 시발로, 1976년 Luque의 rectangular rod를 이용한 분절고정법<sup>14)</sup>, Roy-Camille<sup>15)</sup>의 의혜 척추경 나사못을 이용한 금속판 고정술에 이어 1980년대 Zielke<sup>16)</sup>, CD기기<sup>3)</sup>, Steffee<sup>17)</sup> 등의 고정기기(hard fixation)들이 임상에 적용되어 사용되고 있다. 생체역학적 인체가 직립보행시에 하지의 상하운동은 골반부에서 회전운동으로 이행되는 바 척추가 만곡이 없는 수직상태일 경우 회전운동은 척추체 각각에 반대방향의 회전운동을 하게 된다. 또한 요추가 전만곡(lordosis)일 경우 추체 각각의 회전운동은 하나의 큰 회전운동으로 통합되며 여기에다 척추 후궁부에 있는 후관절의 sliding운동이 존재함으로 전체적인 회전운동의 많은 부분을 각 추체의 부분적 회전운동으로 흡수하게 된다<sup>18)</sup>. 이 같이 요추부의 전만곡 상태의 유지 및 안정된 후관절의 sliding운동은 보행에 따르는 운동을 요추부의 삼차원적 운동으로 이행시킴으로써 안정성을 유지하는데 결정적인 역할을 하게 된다. 추간판의 퇴행성 변화는 주로 추간판 높이의 감소와 요추 전만곡 상태의 소실이고, 추간판 높이의 감소에 따르는 주위 조직의 이완상태와 요추 전만곡 상태의 소실은 요추 운동중에 운동 완충능력을 갖는 국소회전운동을 비효율적으로 만들며, 이에 따라 척추의 불안정상태는 더욱 악화되는 악순환을 하게 된다<sup>11)18)</sup>.

불안정성 척추를 고정하기 위한 기존의 경고정기기(Hard fixation)들은 정상적인 추체 배열(alignment)과 경고정(rigid stabilization)으로 65~90%의 증상완화를 얻고있다고 하나<sup>8)19)20)</sup> 인체의 생체역학적인 원칙에 벗어남으로 인하여 발생하는 고정추체 상하분절의 퇴행변화의 가속화, 기기파손, 불유합 등 여러문제점을

내포하고 있다. 또한 경고정은 증상완화에는 필요하나 방사선 촬영상 융합과 불유합을 명백히 할 수는 없고, 골 융합은 증상완화와 큰 관련점이 없다고 한다<sup>21)22)</sup>. Graf 고정술은 생체의 인대역할을 보조강화 시킬수 있는 polyethylene band를 이용하여 요추체를 전만곡 상태로 회복시키고 후관절의 이완상태를 교정함으로써 불안정 상태의 악순환에서 회복시키는 역학적 이론을 기초로 하였다. 인공 인대를 이용하여 분절성 전만곡을 만들어 후관절을 압박상태로 하여 회전운동의 불안정을 제거하여 후관절 및 추체 인대의 침해 수용체(nociceptive receptor)에서 통증을 줄이고<sup>8)</sup> 추체 종판(end plate)의 회복을 보이는 것으로 보아<sup>8)10)</sup> 인공인대는 과도한 운동을 저지하는 check ligament이상의 역할을 하는 것으로 사료된다.

Graf기기의 장점은 기존의 강성 고정기기의 단점인 고정 추체 상하분절의 퇴행성 변화 촉진, 골 불유합 등을 피할 수 있고 정상 추간판을 파괴할 필요가 없어서 해부학적으로 덜 파괴적이며 인공인대의 신축성으로 생리학적 운동이 보존될 수 있다는 점이다. 또 후측방 골 융합술의 필요가 없어 수술시간이 단축될 뿐 아니라 회복 및 재활이 빠르다는 것이다. 이와 같은 생체역학적인 장점을 이용한 Graf기기는 퇴행성 요추간판 탈출증, 후관절 증후군 등에 효과적이며 광범위한 후궁절제술, 재발성 추간판 탈출증, failed back증후군, 수술후 예상되는 척추불안정성에 이용될 수 있다<sup>7)10)</sup>. 본원에서 수술을 시행한 30례도 이 수술적응증에 해당되었고 수술후 유통이 현저히 감소되었음을 확인할 수 있었으며 수술후 방사선 검사에서 안정성을 확인할 수 있었다. Markwalder등<sup>10)</sup>은 중년기 후관절 증후군의 경우 후관절의 골성 변화가 없고 추간판이 양호하며 요배부근육이 잘 발달되어 있고 국소마취나 외부보조기로 통증완화있을 때 아주 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였고 Graf는<sup>7)</sup> 120명의 환자를 수술한 결과 80%에서 만족할만한 효과를 얻었다고 하였다. 이 기기는 요추부의 전만곡 상태를 유지해 주는 것이므로 전골시 불안정성이 있는 경우 가장 좋은 적응증이 되나 신전시 불안정성은 더 불안정성을 유도하므로 수술전 충분한 검사를 요한다. 사용시 주의점은 척추경 나사못 사용에 따르는 부작용외에 신전에 따르는 척추 측와(lateral recess)와 신경공 협착 등의 위험이 있으므로 충분한 신경근 감압술을 요하고 저자의 경험에 의하면 수술시 C-arm fluoroscopy하에서 시행하고 인대

고정시 적절한 장력으로 척추경 골절을 피하며, 인공 인대 고정후 신경공 감압술을 충분히 시행한다면 이와 같은 문제점은 충분히 피할 수 있으리라 본다. 또한 척추전 이에서와 같이 전후방으로 불안정성이 진행되는 경우에는 연성기기로는 정복 및 유지가 곤란하고 내고정 및 골유합술이 필요할 것으로 사료된다.

본원에서 수술한 30명을 3개월이상 추적한 결과 excellent가 14례(47%), good이 10례(33%), fair가 4례(13%), poor가 2례(7%)였으며 good이상인 24례(80%)로 양호한 결과를 보였으며 수술중 합병증으로는 인공인대의 과도한 장력으로 척추경 골절을 2례(7%) 경험한 바 이는 수술초기의 경험부족으로 사료되고 이상의 결과는 보다 많은 수술환자에서 장기 추적검사결과와 비교할 예정이다.

## 결 론

94년 1월부터 95년 12월까지 이화여대부속 동대문병원 신경외과에서 불안정성 요추 질환으로 진단받고 Graf 연성기기를 이용하여 수술한 30례를 대상으로 수술후 3개월이상 추적관찰검사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 불안정성 요추 질환의 진단은 단순 방사선 촬영, 임상증상, 핵자기 공명촬영 등을 종합하여 불안정성을 정확히 파악하여 수술적응증을 고려하여야 한다.

2) 수술후 3개월이상 추적결과 excellent 14례(47%), good 10례(33%)로 80%이상에서 양호한 결과를 보였다.

3) 수술시 척추경을 통해 나사못 삽입은 C-arm fluoroscopy하에서 시행하고 인공인대를 나사못에 고정할 경우 지나친 장력으로 척추경 골절을 피해야 하며 25mm 이하인 경우 50N으로 충분했다.

4) 본 연구에서는 대상 환자의 연령이 평균 46.2세로 대상환자의 연령이 다소 높은 것으로 생각되며 이 경우 기존의 내고정기에 의한 수술법과의 결과를 장기 추적 관찰하면서 비교할 필요가 있으리라 생각된다.

5) Graf기기의 고정은 생체역학적으로 요추를 안정시킬 수 있고 기존 수술보다 덜 파괴적이며 골 융합 등의 합병증을 줄일 수 있어 요추 불안정을 보이는 젊은 연령층에서는 좋은 수술법으로 사료된다.

## References

- 1) Panjabi MM, White AA : *Basic biomechanics of the spine. Neurosurgery* 1980 ; 7 : 76-93
- 2) Schneck CD : *The anatomy of lumbar spondylosis. Clin Orthop* 1985 ; 193 : 20-37
- 3) Cortrel Y : *New instrumentation for surgery of the spine. London freud publishing house, 1986*
- 4) Frymoyer JW, Hanley EN, Howe J : *A Comparison of radiographic findings in fusion and non-fusion patients ten or more years following lumbar disc surgery. Spine* 1979 ; 4 : 435-441
- 5) Harrington PR : *Technical details in relation to the successful use of instrumentation in scoliosis. Clin North Am* 1972 ; 3 : 49
- 6) Kirkaldy WH, Farfan HF : *Instability of lumbar spine. Clin Orthop* 1982 ; 165 : 110-123
- 7) Graf H : *Lumbar instability surgical treatment without fusion : Soft system stabilization. Rachis* 1992 ; 412 : 123-137
- 8) Grevitt MP, Spilsbury GJ, Shackleford IM, et al : *The Graf stabilisation system. European Spine Journal* 1995 ; 4 : 169-175
- 9) Kirkaldy WH, Wedge JH, Yong HK : *Pathology and Pathogenesis of lumbar spondylosis and stenosis. Spine* 1978 ; 3(4) : 319-327
- 10) Markwalder M, Dubach R, Braum M : *Soft System stabilization of the lumbar spine as an alternative surgical modality to lumbar arthrodesis in the facet syndrome Acta Neurochi* 1995 ; 134 : 1-4
- 11) Stokes LA and Frymoyer JW : *Segmental motion and instability. Spine* 1987 ; 12 : 688-691
- 12) Pierre R, Dupuis Ken Yong-Hing, J David Cassidy and William H, Kirkaldy-Willis : *Radiologic Diagnosis of Degenerative Lumbar Spinal Instability Spine, 10(3) : 1985*
- 13) Putto, E and Talloroth K : *Extension-fixation radiographs for motion studies of the lumbar spine. A compression of twq method. Spine* 1990 ; 15 : 107-110
- 14) Luque ER : *Segmental spinal instrumentation, a method of rigid interal fixation of the spine to induced arthrodesis. Orthop Tran* 1980 ; 4 : 392
- 15) Roy-Camille R : *Osteogynethese du rachis dorsal,*

- lombaire et lombosacred par plaquesme talliques visees dans les pedicules vertebraux et les apophyses articulares. Pres Med 1970 ; 78 : 1447*
- 16) Albers C, Zielke K : *Zur operativen behandlung des instabilien, therapieresisten schmerhaten lumbosacralen schamiers dutch distrahierende posterolaterale, spondylodese uber den geteilten sacralstaba bamach, zielke. Orthop 1982 ; 120 : 348-353*
  - 17) Steffee AD, Biscup RS, Sitkowski DJ : *Segmental spine plated with pedicle screw fixation, A New internal device for disoders of the lumbar and thoracolumbar spine. Clin Orthop 1986 ; 203 : 45-53*
  - 18) Panjabi MM, White AA : *Kinematics of the spine, 2nd edi Lippincott, 1990, pp106-111*
  - 19) Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M : *New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop 1988 ; 227 : 10-23*
  - 20) White AH, Von Rogov P, Zucherman J, Heiden D : *Lumbar laminectomy for heniated disc : A prospective controlled comparison with internal fization divice. Spine 1988 ; 12 : 305-307*
  - 21) Chow SP, Leong JCY, Ma A, Yau CM : *Anterior spinal fusion for deranged lumbar intervertebral discs : A review of 97 cases. Spine 5 : 452-458, 1980*
  - 22) Finnegan WJ, Fenlin JM, Marvel JP, Rothman RH : *Results of surgical intervention in the symptomatic multiply operated back patient. J Bone Joint Surg(AM) 1979 ; 61 : 1077-1082*