



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



**저작자표시.** 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



**비영리.** 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



**변경금지.** 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학 석사학위 논문

요추 유합술군과 추간판 절제술군의  
인접 분절 추간판 퇴행성 변화에 대한  
자기공명영상 비교

아주대학교 대학원

의학과

정남수

요추 유합술군과 추간판 절제술군의  
인접 분절 추간판 퇴행성 변화에 대한  
자기공명영상 비교

지도교수 전 창 훈

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2008년 8월

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

정 남 수

정남수의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 전 창 훈 인

심사위원 원 예 연 인

심사위원 이 환 모 인

아주대학교 대학원

2008년 6월 23일

## 요추 유합술군과 추간판 절제술군의 인접분절 추간판 퇴행성 변화에 대한 자기공명영상 비교

**목적 :** 자기 공명 영상 추시를 이용하여 유합술 후 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화를 관찰하고, 비유합술(추간판 절제술) 후 인접 분절 추간판의 변화와 비교하고자 하였다.

**대상 및 방법 :** 1995년 4월부터 2006년 11월까지, 본원에서 요추 퇴행성 질환으로 진단되어 수술적 치료를 시행 받은 환자들 중에서 술전 및 술후 2년 이상의 추시 MRI를 시행한 환자들을 수집하였다. 이들 중, 단분절 요추 유합술을 시행한 34례를 실험군으로, 단분절 추간판 절제술을 시행한 22례를 대조군으로 설정하였다. 숙련된 3명의 척추외과 의사 독립적으로 각각 3회씩 양 군의 술전 및 최종 추시 MRI에서 수술 인접 분절 상부 추간판의 영상 신호를 Thompson classification을 이용하여 판정하여 그 변화를 분석하였다. 추간판의 퇴행성 변화와 술전 및 추시의 Oswestry disability index 및 요통 VAS, 하지통 VAS 등의 임상 결과 변화와의 연관성을 분석하였다

**결과 :** 34례의 유합 상부 인접 분절에서 술전 및 최종 추시 MRI분석에서 Thompson grade 증가는 통계학적으로 의미 있게( $p=0.002$ ) 나타났으나, 22례의 추간판 절제술 상부 인접 분절에서도 의미 있는 증가가 관찰되었다( $p=0.014$ ). 28례의 유합 하부 인접 분절의 Thompson grade 증가는 통계학적으로 의미 없게 분석되었고( $p=0.317$ ), 16례의 추간판 절제술 하부 인접 분절에서도 통계학적으로 의미 없게 증가된 것으로 분석되었다( $p=0.157$ ). 유합군, 추간판 절제술군 모두 인접분절 추간판의 퇴행성 변화에 따라 의미있는 임상 결과 변화는 나타나지 않았다.

**결론 :** 유합술 후 상부 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화가 나타났으나, 이는 추간판 절제술 후 상부 인접 분절에도 관찰되었으므로 유합 여부에 의한 인접 분절

추간판의 퇴행성 변화의 의미있는 차이를 보이지 못했다.

---

**핵심어** : 요추, 유합 인접 분절 추간판 퇴행성 변화, 자기공명영상

# 차 례

국문요약 .....	i
차례 .....	iii
표 차례 .....	iv
I. 서론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	3
A. 연구대상 .....	3
B. 연구방법 .....	4
1. MRI로 추간판의 퇴행성 변화 측정 .....	4
2. 퇴행성 변화 및 임상결과 통계 분석 .....	4
III. 결과 .....	5
A. 유합군에서 유합 인접 분절 추간판의 Thompson grade 변화 .....	5
B. 추간판 절제술군에서 인접 분절 추간판의 변화 .....	6
C. 추간판의 Thompson grade와 임상 결과와의 관계 .....	7
D. 측정자간 및 측정자내 오차 .....	8
IV. 고찰 .....	9
V. 결론 .....	12
참고문헌 .....	13
ABSTRACT .....	19

## 그림 차례

- Fig. 1. Thompson grade distributions of the upper adjacent disc of fusion  
at preoperative and final follow-up in fusion group. ————— 5
- Fig. 2. Thompson grade distributions of the lower adjacent disc of fusion  
at preoperative and final follow-up in fusion group. ————— 6
- Fig. 3. Thompson grade distributions of the upper adjacent disc of discectomy  
at preoperative and final follow-up in discectomy group. ————— 6
- Fig. 4. Thompson grade distributions of the lower adjacent disc of discectomy  
at preoperative and final follow-up in discectomy group. ————— 7



## 표 차례

Table 1. patients demographics	3
--------------------------------	---

## I. 서 론

지난 약 100년간의 척추 유합술 역사를 통해 유합술은 모든 영역의 척추 질환에서 가장 중요한 수술적 치료 원칙의 하나가 되었다(Hilibrand와 Robbins, 2004). 그러나 사지의 관절 유합술에서 나타났듯이, 척추에서도 한 분절의 강직이 다른 분절, 특히 인접 분절의 응력 증가를 초래하여 결국 퇴행성 변화를 가속화할 것이라는 우려가 제기되었고, 이를 증명하기 위해 사체 연구(Lee와 Langrana, 1984; Luk 등, 1995; Akamaru 등, 2003; Little 등, 2004; Weinoffer 등, 1995; Cunningham 등, 1997)나 동물 실험(Phillips 등, 2002; Ha 등, 1993; Olsewski 등, 1996), 유한 요소 해석(Goto 등, 2003; Chen 등, 2001; Kumar 등, 2005)등의 다양한 생역학적 실험들과 임상 추시 연구들(Hambly 등, 1998; Aota 등, 1995; Lehmann 등, 1987; Penta 등, 1995; Rahm 등, 1996; Ghiselli 등, 2004; Ahn 등, 2006; Park 등, 2004)의 뒷받침으로, 이제 유합 인접 분절의 퇴행성 변화는 유합술의 필연적인 합병증으로 생각 되고 있는 듯 하다. 또한 이는 사지에서처럼 유합술의 대안으로 관절 치환술을 연구하는 사람들의 근거로 제시되고 있다(Robertson 등, 2005; Schwarzenbach 등, 2005; Koh 등, 2001).

그러나 유합술과 유합 인접 분절 퇴행성 변화의 인과관계는 아직 입증되지 않았으며, 임상 연구 결과도 발생 빈도의 다양한 편차가 보고되고 있고(Hambly 등, 1998; Aota 등, 1995; Lehmann 등, 1987; Penta 등, 1995; Rahm 등, 1996; Ghiselli 등, 2004; Ahn 등, 2006; Park 등, 2004), 연구 방법의 근거가 낮으며, 여러 다른 위험 인자가 혼재하므로 유합술의 합병증으로 유합 인접 분절 퇴행성 변화를 인정하는 것은 아직 많은 논란이 되고 있다(Lee 등, 1984; Cunningham 등, 1997; Park 등, 2004). 또한, 영상학적으로 인접 분절의 퇴행성 변화가 나타난다 해도 임상 증상과 연관성을 보이지 않아(Hilibrand 등, 2004; Kumar 등, 2005; Hambly 등, 1998; Aota 등, 1995; Lehmann 등, 1987; Penta 등, 1995; Rahm과 Hall, 1996; Park 등, 2004) 그 의의에 대해 보다 다양한 연구가 필요하다.

자기공명영상을 이용한 추간판의 퇴행성 정도 측정은 추간판의 수분과 단백질 다당의 함량에 따른 추간판의 생화학적 변화를 반영하므로 퇴행성 변화를 보다 초기에, 보다 직접적으로 관찰할 수 있고, 측정자 간 및 측정자 내 일치도가 높다(Penta 등, 1995; Thompson 등, 1990; Benneker 등, 2005; Southern 등, 2000; Pfirrmann 등, 2001; Neal 등, 2005). 본 연구에서는 유합술 후 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화를 자기 공명 영상 추시를 이용하여 관찰하였고, 비유합술(추간판 절제술) 후 인접 분절 추간판의 변화와 비교하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### A. 연구대상

1995년 4월부터 2006년 11월까지, 본원에서 통신 저자에 의해 요추 퇴행성 질환으로 진단되어 수술적 치료를 시행 받은 환자들 중에서 술전 및 술후 2년 이상의 추시 MRI를 시행한 환자들의 임상 기록과 MRI 영상을 수집하였다. 이들 중에서, 단분절 요추 유합술을 시행한 34례를 실험군으로, 단분절 추간판 절제술을 시행한 22례를 대조군으로 설정하였다(Table 1).

Table 1. Patients demographics

	fusion group	discectomy group
증례	34	22
평균연령 ± 표준편차	49.5±13.3 (22~74)	45.9±14.2 (22~71)
성비(남:여)	10:24	14:8
추시기간(월) ± 표준편차	45.4±24.7 (24~109)	49.5±23.0 (24~106)

유합술군의 평균 연령은 49.5±13.3 (22~74)세였으며, 추간판 절제술군의 평균 연령은 45.9±14.2 (22~71)세였다. 유합술군의 술후 MRI추시 기간은 평균 45.4±24.7 (24~109)개월이었으며, 추간판 절제술군은 평균 49.5±23.0 (24~106)였다. 양 군간 평균 연령이나 추시 기간의 통계학적 차이는 없었으나(각각P=0.337, 0.854), 성비는 양 군이 상이하였다(남:여 각각 10:24, 14:8). 유합술군의 환자는 질환별로 척추 전방전위증 13례, 척추관 협착증 14례, 수핵 탈출증 4례, 추간판 내장증 2례, 척추 수술 실패 증후군 1례였으며, 부위별로는 제 3-4 요추간의 질환이 2례, 제 4-5 요추간이 22례, 제 5 요추-제 1 천추간이 6례였다. 이들에게 전방 추체간 유합술 24례 및 후외측 유합술 10례 시행되었으며 전례에서 후방척추경 나사로 고정하였다. 추간판 절제술군은 제 3-4 요추간의 질환이 3례, 제 4-5 요추간이 13례, 제 5 요추-제 1 천추간이 6례였으며 모두 고식적인 관

혈적 추간판 부분절제술이 시행되었다. 수술적 치료는 모두 통신 저자에 의해 시행되었다.

## B. 연구방법

### 1. MRI로 추간판의 퇴행 정도 측정

숙련된 3 명의 척추외과 의사들이 독립적으로 각각 3회씩 각 군의 술전 및 최종 추시 MRI에서 수술 인접 분절 상하 추간판의 영상 신호를 Thompson classification(Thompson 등, 1990)을 이용하여 판정하여 그 중앙값(median)을 구하였다. 유합술군에서는 유합 상부 분절 34 레와 하부 분절 28 레를 관찰하였으며, 추간판 절제술군에서는 절제술을 시행한 추간판 상부 분절 22 레와 하부 분절 16 레를 관찰하였다.

### 2. 퇴행성 변화 및 임상결과 통계 분석

각 군에서 술전 및 술후 추시의 Thompson grade 변화를 Wilcoxon signed rank test를 이용하여 분석하였다. 양 군에서 Thompson grade의 변화 정도(변화가 없는 경우, 1 grade 증가된 경우, 2-grade 이상 증가된 경우)를 비교하였다.

Pearson correlation test를 이용하여 Thompson grade의 변화 정도와 Oswestry disability index 및 요통 정도(visual analogue scale), 하지통 정도 등의 임상 결과와의 연관성을 분석하였다. 3자간의 측정자간 오차 및 각 3인의 측정자내 오차는 Kappa coefficient를 계산하였다.

### III. 결 과

#### A. 유합군에서 유합 인접 분절 추간판의 Thompson grade 변화

총 34례의 유합 상부 인접 분절에서 술전 및 최종 추시 MRI에서 Thompson grade 변화가 없는 경우가 22례(64.7%), 1 grade 증가된 경우가 10례(29.4%), 2 grade 증가된 경우가 2례(5.9%)였고, 3 grade 이상 증가된 경우는 없었다. 유합 상부 인접 분절의 Thompson grade 증가는 통계학적으로 의미 있게 분석되었다( $p=0.002$ )(Fig. 1).

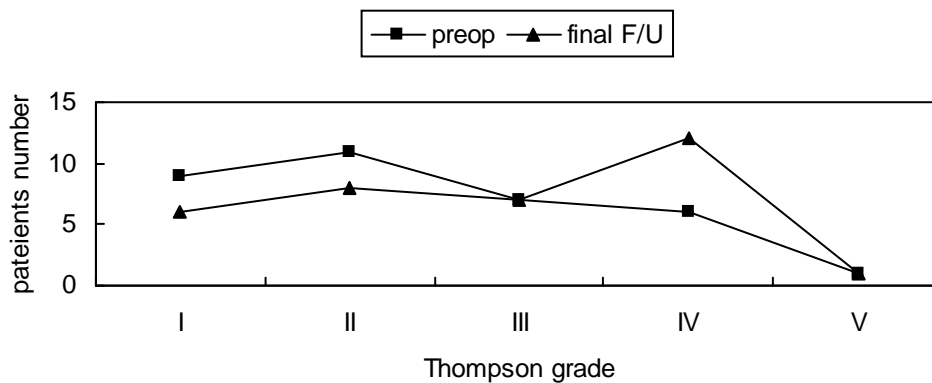


Fig. 1. Thompson grade distributions of the upper adjacent disc of fusion at preoperative and final follow-up visit in fusion group.

총 28례의 유합 하부 인접 분절에서 술전 및 최종 추시 MRI에서 Thompson grade 변화가 없는 경우가 24례(85.7%), 1 grade 증가된 경우가 3례(10.7%), 2 grade 증가된 경우는 1례(3.6%)였다. 유합 하부 인접 분절의 Thompson grade 증가는 통계학적으로 의미 없게 분석되었다( $p=0.317$ )(Fig. 2).

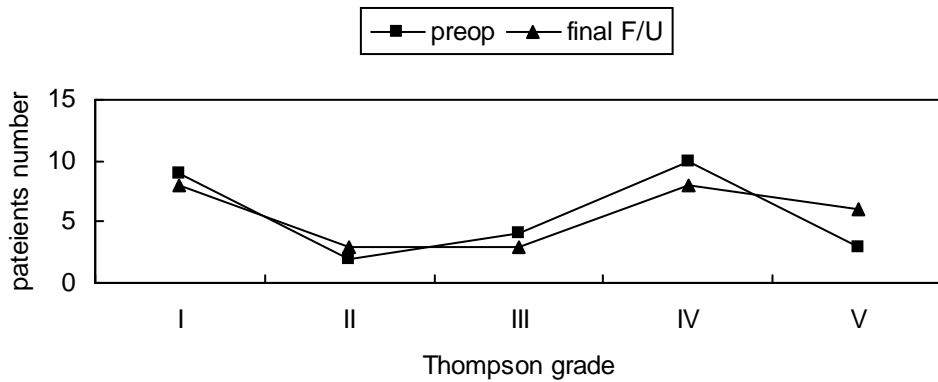


Fig. 2. Thompson grade distributions of the lower adjacent disc of fusion at preoperative and final follow-up visit in fusion group.

### B. 추간판 절제술군에서 인접분절 추간판의 변화

총 22례의 추간판 절제술 상부 인접 분절에서 술전 및 최종 추시 MRI에서 Thompson grade 변화가 없는 경우가 16례(72.7%), 1 grade 증가된 경우가 6례(27.3%), 2 grade 증가된 경우는 없었다. 추간판 절제술 상부 인접 분절의 Thompson grade 증가는 통계학적으로 의미 있게 분석되었다( $p=0.014$ )(Fig. 3).

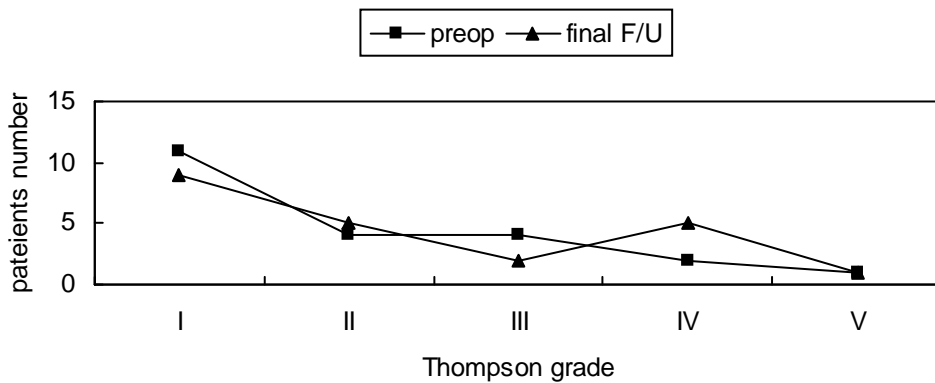


Fig. 3. Thompson grade distributions of the upper adjacent disc of discectomy at preoperative and final follow-up visit

총 16례의 추간판 절제술 하부 인접 분절에서 술전 및 최종 추시 MRI에서 Thompson grade 변화가 없는 경우가 12례(75.0%), 1 grade 증가된 경우가 3례(18.8%), 2 grade 증가된 경우는 1례(6.3%)였다. 추간판 절제술 하부 인접 분절의 Thompson grade 증가는 통계학적으로 의미 없게 분석되었다( $p=0.157$ )(Fig. 4).

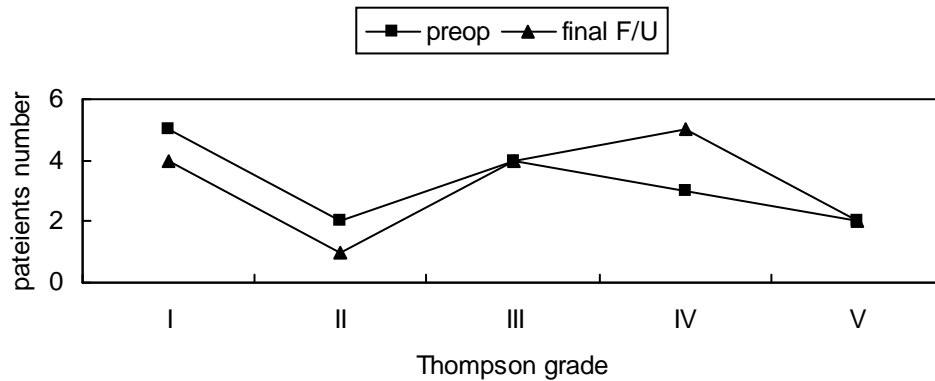


Fig. 4. Thompson grade distributions of the lower adjacent disc of discectomy at preoperative and final follow-up visit

### C. 추간판의 Thompson grade와 임상 결과와의 관계

유합군에서 유합 인접 분절 추간판의 Thompson grade 변화에 따른 임상 결과 분석에서, 요통 VAS, 하지 VAS, Oswestry disability index 모두 통계학적 차이는 관찰되지 않았다(T-test,  $p=0.559, 0.436, 0.772$ ). 추간판 절제술군에서도 유합 인접 분절 추간판의 Thompson grade 변화에 따른 임상 결과 분석에서, 요통 VAS, 하지 VAS, Oswestry disability index 모두 통계학적 차이는 관찰되지 않았다(T-test,  $p=0.592, 0.587, 0.249$ ).

### D. 측정자간 및 측정자내 오차

측정자 3인의 일치도는 kappa가 각각 0.888, 0.824, 0.823로 나타났으며, 각 측정인의 3회 측정치간의 kappa도 최소치가 각각 0.933, 0.908, 0.829로 계산되어



Landis 와 Koch의 일치도 분석(Landis와 Koch, 1997)에서 모두 excellent agreement에 해당하였다.

## IV. 고 찰

사지에서처럼 척추의 관절 유합술도 인접 관절에 생역학적 합병증을 초래할 것이라는 신념으로 사체 실험이나 동물 실험, 유한 요소 해석 등 다양한 방법을 통해 유합이 인접 분절 퇴행성 변화의 병인(etiology)임을 증명하려는 연구가 많이 진행되었다(Lee와 Langrana, 1984; Cunningham 등, 1997; Phillips 등, 2002; Ha 등, 1993; Olsewski 등, 1996; Goto 등, 2003; Chen 등, 2001; Kumar 등, 2005).

비록 유합 인접 분절 퇴행성 변화 보고들의 발생을 편차가 크며, 다른 위험 인자가 많은 이유(Park 등, 2004)로 유합 인접 분절 퇴행성 변화를 일으키는데 유합 자체의 비중에 대해서는 논란이 많으나, 분절 구조에서 부분 강직으로 인한 지렛대 팔(lever arm)의 변화는 인접 분절의 응력 증가나 과운동성(Luk 등, 1995; Akamaru 등, 2003), 추간판 내 압력증가(Weinhoffer 등, 1995; Cunningham 등, 1997), 운동축의 후방 전위(Lee와 Langrana; 1984), 후관절 긴장 증가(Lee와 Langrana; 1984, Little 등, 2004) 등을 일으킴을 증명함으로써 적어도 유합술이 그 인접 분절의 퇴행성 변화를 가속시킬 수 있는 중요한 원인임은 인정되고 있다. Lee 와 Langrana(Lee와 Langrana, 1984)는 사체 모형으로 요천추 유합이 회전축을 이동시켜 인접 추간판과 후관절의 응력을 증가시킴을 실험하였고, 많은 다른 연구자들도 유사한 사체 실험을 보고하였다(Luk 등, 1995; Akamarue등, 2003; Little 등, 2004; Weinhoffer등, 1995; Cunningham 등, 1997). Phillips 등(Phillips 등, 2002)과 Ha 등(Ha등, 1993)의 생체 내(In vivo) 동물 시험에서도 유합으로 인접 분절 퇴행성 변화가 가속화됨을 관찰하였고, 유한 요소 해석을 이용한 수학적 계산으로도 이러한 응력 변화는 입증되었다(Goto 등, 2003; Chen 등, 2001; Kumar 등, 2005).

그러나 유합이 그 인접 분절의 퇴행성 변화에 얼마나 영향을 미치는지, 즉 인접 분절의 생역학적 변화가 병리 변화를 일으키는 데 어느 정도의 역할을 하는지는 아직 규명되지 못하고 있다. 또한, 방사선학적으로 5.2%에서 100%까지

큰 편차의 발생율이 보고되고 있는데, 발생율의 차이가 큰만큼 유합 인접 분절 퇴행성 변화의 본질에 대해서 생역학적으로 필연적인 합병증인지, 후관절 손상이나(Shah 등, 2003) 정상 전만각 회복 실패(Dekutoski 등, 1994; Herkowitz 등, 1991) 등의 슬기적 합병증인지 또는 단지 척추 퇴행의 자연 경과인지(Penta 등, 1995; Park 등, 2004) 등의 다양한 가설들이 제시되고 있다. 또한 방사선학적 유합 인접 분절 퇴행성 변화가 나타난다 해도 임상적 증상을 보이는 유합 인접 분절 퇴행성 병변(Adjacent segment disease)는 5.2%에서 18.5%로 보다 낮게 보고되고 있어, 방사선학적 변화의 의의에 대해 보다 깊은 연구가 요구되고 있다.

이러한 생역학적 실험 결과에도 불구하고 임상 추시 관찰을 통해 유합 인접 분절 퇴행성 변화가 유합의 합병증이 아니라 단지 척추 분절의 정상 퇴행성 변화일 뿐이라는 주장도 많이 있다. Van Horn과 Bohnen(Van Horn 등, 1992)은 16례의 유합군-대조군의 16년 추시 연구에서 양군 간에 인접 분절 퇴행성 변화나 불안정성 발생의 의미 있는 차이가 없었다고 보고하였다. Penta 등(Penta 등, 1995)은 81례의 전방 추체간 유합술 후 10년 MRI 추시에서 인접 분절 퇴행성 변화와 유합의 길이와는 연관이 없었으며, 연령과 연관되어 유합 인접 분절 퇴행성 변화는 척추 퇴행의 자연 경과일 뿐이라고 보고하였다. Seitsalo 등(Seitsalo 등, 1997)도 유합술 또는 보존적으로 치료한 227례의 척추 전방 전위증 환자의 평균 15년 추시 연구에서 양군 간 상부 인접 분절의 퇴행성 변화의 차이는 없었다고 보고하였다. Ahn 등(Ahn 등, 2005)은 유합 인접 분절 퇴행성 병변이 발생하여 재수술을 시행한 환자를 대상으로 조사한 위험인자 연구에서 농촌 지역 거주자에서 도시 지역 거주자보다 훨씬 크게 발생함을 관찰하여 술후 생활 형태도 유합 인접 분절 퇴행성 병변 발생의 중요한 요소임을 보고하였다. 본 연구에서도 유합 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화는 관찰되었으나 대조군과 차이가 없어, 유합 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화는 유합 자체에 의한 영향이라기 보다는 수술시 후관절의 손상이나 시상면상 만곡 변화, 척추 퇴행의 자연 경과의 결과라고 생각되었다.

Thompson classification은 자기공명영상에서의 신호 강도, 추간판 구조, 수

핵과 섬유륜의 구별, 추간판 높이 등을 종합적으로 분석하여 판정하게 되는데, 재현성(reproducibility)이 높고(Thompson 등, 1990; Benneker 등, 2004; Southern 등, 2000; Pfirrmann 등, 2001), 추간판의 단백다당(proteoglycan)의 변화를 의의 있게 반영하므로(Thompson 등, 1990) 추간판의 퇴행성 변화를 보다 민감하게 관찰할 수 있어 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화 연구의 좋은 수단이 되리라 생각된다.

## V. 결 론

퇴행성 요추 질환에서 단분절 유합술 또는 단분절 추간판 절제술 후 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화를 자기 공명 영상을 이용하여 관찰한 결과, 유합 상부 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화가 의미 있게 증가하였으나, 대조군에서도 같은 현상이 관찰되었다. 유합술 후 인접 분절의 퇴행성 변화는 척추 분절 유합 자체의 영향이기보다는 술기상의 문제이거나 척추 퇴행의 자연 경과라고 생각되었다.

## 참고 문헌

1. Ahn DK, Lee S, Jeong KW, Park JS, Cha SK, Park HS: Adjacent segment failure after lumbar spine fusion-controlled study for risk factors. *J Kor Orthop Assoc*, 40:203-208, 2005
2. Ahn DK, Lee S, Jeong KW, Choi DJ, Cha SK, Cho KH: Degenerative change of adjacent segments according to the fusion method after L4-5 segmental fusion in the lumbar spine. *J Kor Orthop Assoc*, 41:281-287, 2006
3. Akamaru T, Kawahara N, Tim Yoon S, Minamide A, Su Kim K, Tomita K, Hutton WC: Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis. *Spine*, 15;28(14):1560-6. 2003
4. Aota Y, Kumano K, Hirabayashi S: Postfusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders. *J spinal disord*, 8:464-473, 1995
5. Benneker LM, Heini PF, Anderson SE, Alini M, Ito K: Correlation of radiographic and MRI parameters to morphological and biochemical assessment of intervertebral disc degeneration. *Eur Spine J*, 14(1):27-35. Epub 2005

6. Chen CS, Cheng CK, Liu CL, Lo WH: Stress analysis of the disc adjacent to interbody fusion in lumbar spine. *Med Eng Phys*, 23(7):483-91, 2001
7. Cunningham BW, Kotani Y, McNulty PS, Cappuccino A, McAfee PC: The effect of spinal destabilization and instrumentation on lumbar intradiscal pressure: an in vitro biomechanical analysis. *Spine*, 15;22(22):2655-63, 1997
8. Dekutoski MB, Schendel M, Ogilvie JW, OLsewski JM, Wallace LJ, Lewis JL: Comparison of in vivo and in vitro adjacent segment motion after lumbar fusion. *Spine*, 19(15):1745-51, 1994
9. Ghiselli G, Wang JC, Bhatia NN, Hsu WK, Dawson EG: Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg [Am]*, 86-A(7):1497-503, 2004
10. Goto K, Tajima N, Chosa E, Totoribe K, Kubo S, Kuroki H, Arai T: Effects of lumbar spinal fusion on the other lumbar intervertebral levels (three-dimensional finite element analysis). *J Orthop Sci*, 8(4):577-84, 2003
11. Ha KY, Schendel MJ, Lewis JL, Ogilvie JW: Effect of immobilization and configuration on lumbar adjacent-segment biomechanics. *J Spinal Disord*, 6(2):99-105, 1993
12. Herkowitz HN, Kurz LT: Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg*

[Am], 73(6):802-8, 1991

13. Hilibrand AS, Robbins M: Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? *Spine J*, 4(6 Suppl):190S-194S. Review, 2004
14. Koh YD: Artificial disc replacement. *J Kor Spine Surg*, 8(3): 378-385, 2001
15. Kumar N, Judith MR, Kumar A, Mishra V, Robert MC: Analysis of stress distribution in lumbar interbody fusion. *Spine*, 1;30(15):1731-5, 2005
16. Hambly MF, Wiltse LL, Raghavan N, Schneiderman G, Koenig C: The transition zone above a lumbosacral fusion. *Spine*, 23:1785-1792, 1998
17. Landis RJ, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33:159-174, 1997
18. Lee CK, Langrana NA: Lumbosacral spinal fusion: a biomechanical study. *Spine*, 9:574-581, 1984
19. Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, Weinstein JN, Reinartz SJ, el-Khoury GY, Colby H: Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine*, 12:7-104, 1987
20. Little JS, Ianuzzi A, Chiu JB, Baitner A, Khalsa PS: Human lumbar facet joint capsule strains: II. Alteration of strains subsequent to anterior



- interbody fixation. *Spine J*, 4(2):153-62, 2004
21. Luk KD, Chow DH, Evans JH, Leong JC: Lumbar spinal mobility after short anterior interbody fusion. *Spine*, 1;20(7):813-8, 1995
  22. Neal CJ, Rosner MK, Kuklo TR: Magnetic resonance imaging evaluation of adjacent segments after disc arthroplasty. *J Neurosurg Spine*, 3(5):342-7, 2005
  23. Olsewski JM, Schendel MJ, Wallace LJ, Ogilvie JW, Gundry CR: Magnetic resonance imaging and biological changes in injured intervertebral discs under normal and increased mechanical demands. *Spine*, 1;21(17):1945-51, 1996
  24. Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT, McGillicuddy JE: Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine*, 1;29(17):1938-44. Review, 2004
  25. Penta M, Sandhu A, Fraser RD: Magnetic resonance imaging assessment of disc degeneration 10 years after anterior lumbar interbody fusion. *Spine*, 20:743-747, 1995
  26. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N: Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine*, 1;26(17):1873-8, 2001
  27. Phillips FM, Reuben J, Wetzel FT: Intervertebral disc degeneration

- adjacent to a lumbar fusion. An experimental rabbit model. *J Bone Joint Surg [Br]*, 84(2):289-94, 2002
28. Rahm MD, Hall BB: Adjacent segment degeneration after lumbar fusion with instrumentation: A retrospective study. *J Spinal Disord*, 9:392-400, 1996
29. Robertson JT, Papadopoulos SM, Traynelis VC: Assessment of adjacent segment disease in patients treated with cervical fusion or arthroplasty: a prospective 2-year study. *J Neurosurg Spine*, 3(6):417-23, 2005
30. Schwarzenbach O, Berlemann U, Stoll TM, Dubois G: Posterior dynamic stabilization systems: DYNESYS. *Orthop Clin North Am*, 36(3):363-72. Review, 2005
31. Seitsalo S, Schlenzka D, Poussa M, Osterman K: Disc degeneration in young patients with isthmic spondylolisthesis treated operatively or conservatively: a long-term follow-up. *Eur Spine J*, 6(6):393-7, 1997
32. Shah RR, Mohammed S, Saifuddin A, Taylor BA: Radiologic evaluation of adjacent superior segment facet joint violation following transpedicular instrumentation of the lumbar spine. *Spine*, 1;28(3):272-5, 2003
33. Southern EP, Fye MA, Panjabi MM, Patel TCh, Cholewicki J: Disc degeneration: A human cadaveric study correlating magnetic resonance imaging and quantitative discomanometry. *Spine*, 1;25(17):2171-5, 2000

34. Thompson JP, Pearce RH, Schechter MT, Adams ME, Tsang IK, Bishop PB: Preliminary evaluation of a scheme for grading the gross morphology of the human intervertebral disc. *Spine*, 15:411-415, 1990
  
35. Van Horn JR, böhnen LM: The development of discopathy in lumbar discs adjacent to a lumbar anterior interbody spondylodesis. A retrospective matched-pair study with a postoperative follow-up of 16 years. *Acta Orthop Belg*, 58(3):280-6, 1992
  
36. Weinhoffer SL, Guyer RD, Herbert M, Griffith SL: Intradiscal pressure measurements above an instrumented fusion. A cadaveric study. *Spine*, 1;20(5):526-31, 1995

-ABSTRACT-

## MRI Assessments of Adjacent Disc Degeneration of Lumbar Fusion Group versus Discectomy Group

Nam-Su Chung

Department of Medical Sciences  
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Professor Chang-Hoon Jeon)

**Objective:** Using MRI to assess intervertebral disc degeneration at adjacent levels in a group of patients who underwent spinal fusion compared to a group of patients who underwent discectomy.

**Materials and Methods:** Fifty-six patients who underwent spinal surgery for lumbar degenerative disease by the corresponding author and taken minimal 2 years follow-up MRI were included in this study. Of these, we regarded 34 patients of lumbar fusion as study group and 22 discectomy patients as control group. The MRI Thompson classification was used to grade both upper and lower adjacent disc degeneration preoperatively and at the time of the last follow-up by three spine surgeon. We also reviewed the changes of their clinical outcomes according to Thompson grade change.

**Results:** Not only in the 34 fusion group patients, but also in the 22 discectomy group patients, there were significant Thompson grade changes at the upper adjacent levels ( $p=0.002$ ,  $p=0.014$  respectively). But, there was no significant change at lower adjacent levels in both 28 fusion and 16

discectomy patients. Thompson grade changes of neither group didn't affect clinical outcomes.

**Conclusions:** In this study of short-term MRI and radiographic assessments of adjacent disc degeneration comparing patients treated with or without spinal fusion, relatively high rates of adjacent disc degeneration were noted in both groups.

---

**Key Word:** lumbar spine, adjacent disc degeneration, MRI