

요추 유합술 후 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화에 대한 자기공명영상 추시

정남수 · 전창훈 · 정구영 · 박정욱

아주대학교 의과대학 정형외과학교실

MRI Assessments of Adjacent Disc Degeneration Following Lumbar Fusion

Nam-Su Chung, M.D., Chang-Hoon Jeon, M.D., Gu-Young Chung, M.D., Jeoung-Wook Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Ajou University School of Medicine

– Abstract –

Study Design: Retrospective case-control study

Objective: To use MRI to assess intervertebral disc degeneration at adjacent levels after spinal fusion and after discectomy.

Summary of Literature Review: Degeneration of adjacent intervertebral discs following lumbar spinal fusion is one of the principal reasons for considering motion preservation techniques, such as placement of an artificial disc. Much attention has recently been directed toward disc morphometric studies using MRI.

Materials and Methods: Fifty-six patients who underwent spinal surgery for lumbar degenerative disease and who underwent a minimum of 2 years of follow-up MRIs were included in this study. Thirty-four patients were included in the lumbar fusion study group, and 22 patients were included in the discectomy control group. The MRI Thompson classification was used to grade both upper and lower adjacent disc degeneration preoperatively and at the time of last follow-up.

Results: There were significant changes in Thompson degenerative grade in the upper adjacent levels for both the fusion group patients and in the discectomy group patients. However, there was no statistically significant difference between the two groups with regard to either the upper or lower adjacent levels ($p=0.146$ and 0.350 , respectively).

Conclusions: In this short-term study comparing MRI outcomes in spinal fusion and discectomy patients, no significant difference in adjacent disc degeneration was observed between the two group.

Key Words: Lumbar spine, Adjacent disc degeneration, MRI

Address reprint requests to

Chang-Hoon Jeon, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Ajou University School of Medicine

San 5 Wonchun-dong, Youngtong-gu, Suwon, Kyoung-gi, Korea

Tel: 82-31-219-5220, Fax: 82-31-219-5229, E-mail: bone@ajou.ac.kr

서 론

지난 약 100년간의 척추 유합술 역사를 통해 유합술은 모든 영역의 척추 질환에서 중요한 수술적 치료 방법으로 발전 되었다¹⁾. 그러나 척추에서 한 분절의 강직이 다른 분절, 특히 인접 분절의 응력 증가를 초래하여 결국 퇴행성 변화를 가속화할 것이라는 의견이 제기되었고, 사체 연구^{2,3,4,5,6,7)}나 동물 실험^{8,9,10)}, 유한 요소 해석^{11,12,13)} 등의 다양한 생역학적 실험들과 임상 추시 연구들^{14,15,16,17,18,19,20,21)}의 결과로 유합술 후 인접 분절의 퇴행성 변화가 관찰된다고 하였다.

그러나 척추 유합술과 유합 인접 분절 퇴행성 변화의 인과 관계는 아직 입증되지 않았으며, 임상 연구 결과도 다양한 차이가 보고되고 있고^{14,15,18,19,20,21)}, 임상 추시 연구들은 연구 방법의 수준(level)이 낮으며, 여러 다른 위험 인자가 혼재하므로 유합술의 합병증으로 유합 인접 분절 퇴행성 변화를 인정하는 것은 아직 많은 논란이 되고 있다^{2,17,21)}. 영상학적으로 인접 분절의 퇴행성 변화가 나타난다 해도 임상 증상과 연관성을 보이지 않기^{1,13,17,18,21)}, 그 의의에 대해서 보다 정확한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 유합술 후 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화를 자기 공명 영상 추시를 이용하여 관찰하였고, 비유합술(추간판 절제술) 후 인접 분절 추간판의 변화와 비교하였다.

연구 대상 및 방법

1. 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 22례

를 대조군으로 설정하였다.

유합술군의 환자는 질환별로 척추 전방전위증 13례, 척추관 협착증 14례, 수핵 탈출증 4례, 추간관 내장증 2례, 척추 수술 실패 증후군 1례였으며, 부위별로는 제 3-4 요추간의 질환이 2례, 제4-5 요추간이 22례, 제5 요추-제1 천추간이 6례였다. 이들에게 전방 추체간 유합술 24례 및 후외측 유합술 10례 시행되었으며 전례에서 후방 척추경 나사로 고정하였다. 추간판 절제술군은 제 3-4 요추간의 질환이 3례, 제4-5 요추간이 13례, 제5 요추-제1 천추간이 6례였으며 모두 고식적인 관혈적 추간판 부분절제술이 시행되었다.

2. MRI로 추간판의 퇴행 정도 평가

숙련된 3명의 척추외과 의사 독립적으로 각각 3회씩 각 군의 술전 및 최종 추시 MRI에서 수술 인접 분절 상하 추간판의 영상 신호를 Thompson classification²²⁾을 이용하여 판정하여 median 값을 구하였다. 유합술군에서는 유합 상부 분절 34례와 하부 분절 28례를 관찰하였으며, 추간판 절제술군에서는 절제술을 시행한 추간판 상부 분절 22례와 하부 분절 16례를 관찰하였다.

3. 퇴행성 변화 분석

각 군내의 술전 및 술후 추시의 Thompson grade 변화를 Wilcoxon signed rank test를 이용하여 분석하였다. 양군간의 Thompson grade의 변화를 χ^2 -test로 비교하였다. 측정자간 및 측정자내 오차는 Kappa coefficient를 계산하였다.

결 과

1. 연구 대상의 분석

유합술군의 평균 연령은 49.5±13.3(22~74)세였으며, 추간판 절제술군의 평균 연령은 45.9±14.2(22~71)세였

Table 1. Patients demographics

	1-level fusion	1-level discectomy	P
Number of cases	34	22	
Mean age ± SD* in years (range)	49.5 ± 13.3(22~74)	45.9 ± 14.2(22~71)	0.337
Gender (Male:Female)	10:24	14:8	0.01>
Follow-up ± SD* in months (range)	45.4 ± 24.7(24~109)	49.5 ± 23.0(24~106)	0.854

SD* = standard deviation

다. 유합술군의 수술 후 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(각각 p=0.337, 0.854), 성비는 양 군이 상이하였다(남:여 각각 10:24와 14:8, p<0.01)(Table 1).

2. 상부 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화

1) 각 군 내의 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).

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. 2).

2) 양 군간의 비교: 유합술과 추간판 절제술 후 상부 인접 분절에서 Thompson grade 변화의 의미 있는 차이는

발견되지 않았다(p=0.146)(Fig. 5).

3. 하부 인접 분절 추간판의 Thompson grade 변화

1) 각 군 내의 변화: 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. 3).

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).

2) 양 군간의 비교: 유합술과 추간판 절제술 후 하부 인접 분절에서 Thompson grade 변화의 의미 있는 차이는 발견되지 않았다(p=0.350)(Fig. 5).

4. 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

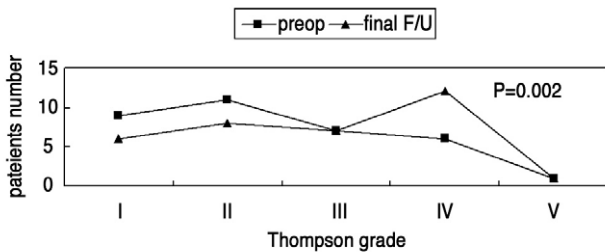


Fig. 1. Thompson grade distributions of the upper adjacent disc of fusion at preop and final follow-up visit in fusion group

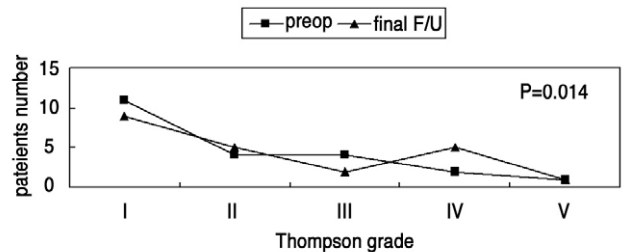


Fig. 2. Thompson grade distributions of the upper adjacent disc of discectomy at preop and final follow-up visit in discectomy group

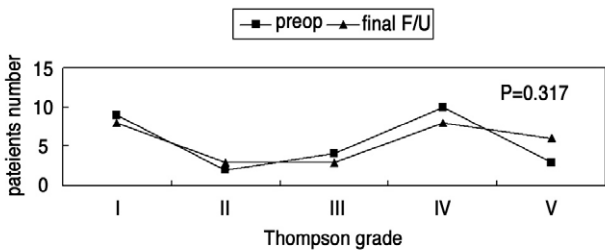


Fig. 3. Thompson grade distributions of the lower adjacent disc of fusion at preop and final follow-up visit in fusion group

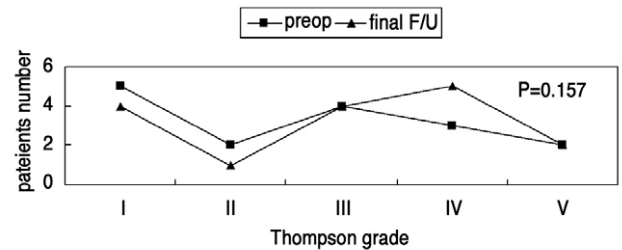


Fig. 4. Thompson grade distributions of the lower adjacent disc of discectomy at preop and final follow-up visit in discectomy group

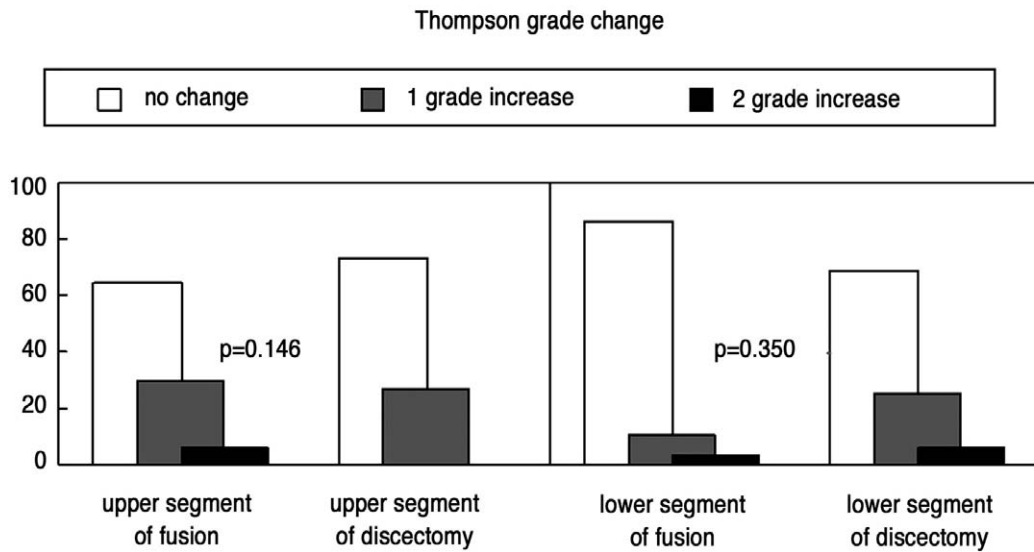


Fig. 5. Comparison of Thompson grade change at adjacent disc of fusion and discectomy

와 Koch의 일치도 분석²³⁾에서 모두 우수한 동의(excellent agreement)에 해당하였다.

고 찰

척추 유합술 후 인접 분절 퇴행성 변화 보고들에서 발생율의 차이가 크며, 다른 위험 인자가 많아 척추 유합술 후 인접 분절 퇴행성 변화를 일으키는 요인으로서 유합 자체의 비중에 대해서는 논란이 많으나, 분절 구조에서 부분 강직으로 인한 지렛대 팔(lever arm)의 변화는 인접 분절의 응력 증가나 과운동성^{3,4)}, 추간판 내 압력증가^{6,7)}, 운동축의 후방 전위²⁾, 후관절 긴장 증가^{2,5)} 등과 관계가 있을 수 있으므로 유합술이 그 인접 분절의 퇴행성 변화를 가속시킬 수 있는 중요한 원인일 수도 있다. Lee와 Langrana²⁾는 사체 모형으로 요추 유합이 회전축을 이동시켜 인접 추간판과 후관절의 응력을 증가시킴을 실험하였고, 많은 다른 연구자들도 유사한 사체 실험을 보고하였다^{3,4,5,6,7)}. Phillips 등⁸⁾과 Ha 등⁹⁾의 생체 내(In vivo) 동물 시험에서도 유합으로 인접 분절 퇴행성 변화가 가속화됨을 관찰하였고, 유한 요소 해석을 이용한 수학적 계산으로도 이러한 응력 변화는 입증되었다^{11,12,13)}.

방사선학적으로 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 요구 되고 있다.

하지만 이러한 생역학적 실험 결과나 방사선학적 추

시 관찰과는 달리 임상 추시 관찰을 통해 유합 인접 분절 퇴행성 변화가 유합의 합병증이 아니라 단지 척추 분절의 정상 퇴행성 변화일 뿐이라는 주장도 많이 있다. Van Horn과 Bohnen²⁴⁾은 16례의 유합군-대조군의 16년 추시 연구에서 양군 간에 인접 분절 퇴행성 변화나 불안정성 발생의 의미 있는 차이가 없었다고 보고하였다. Penta 등¹⁷⁾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 등²⁵⁾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 등²⁶⁾은 유합 인접 분절 퇴행성 병변이 발생하여 재수술을 시행한 환자를 대상으로 조사한 위험 인자 연구에서 농촌 지역 거주자에서 도시 지역 거주자보다 훨씬 크게 발생함을 관찰하여 술후 생활 형태도 유합 인접 분절 퇴행성 병변 발생의 중요한 요소임을 보고하였다.

본 연구의 증례들을 분석한 결과 유합 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화는 관찰되었으나 대조군과 차이가 없어, 유합 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화는 유합 자체에 의한 영향은 아니라고 생각되었다.

본 연구는 자기공명영상만을 분석하였는데 단순 방사선 검사나 임상적 결과와의 연관성을 분석하지 못한 한계점이 있으며, 평균 4년 정도의 추시는 유합 인접 분절 추간판 변화를 관찰하기에는 짧은 기간이라고 생각되어 추후 보다 장기간 추시의 자기공명영상 연구가 필요

하다고 사료된다.

요약 및 결론

퇴행성 요추 질환에서 단분절 유합술 또는 단분절 추간판 절제술 후 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화를 자기공명 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.

참고문헌

- 1) **Hilibrand AS, Robbins M:** *Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion?* *Spine J* 2004; 4: 190-194.
- 2) **Lee CK, Langrana NA:** *Lumbosacral spinal fusion: a biomechanical study.* *Spine* 1984; 9: 574-581.
- 3) **Luk KD, Chow DH, Evans JH, Leong JC:** *Lumbar spinal mobility after short anterior interbody fusion.* *Spine* 1995; 20: 813-818.
- 4) **Akamaru T, Kawahara N, Tim Yoon S, et al:** *Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis.* *Spine* 2003; 28: 1560-1566.
- 5) **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* 2004; 4: 153-162.
- 6) **Weinhoffer SL, Guyer RD, Herbert M, Griffith SL:** *Intradiscal pressure measurements above an instrumented fusion. A cadaveric study.* *Spine* 1995; 20: 526-531.
- 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* 1997; 22: 2655-2663.
- 8) **Phillips FM, Reuben J, Wetzel FT:** *Intervertebral disc degeneration adjacent to a lumbar fusion. An experimental rabbit model.* *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84: 289-294.
- 9) **Ha KY, Schendel MJ, Lewis JL, Ogilvie JW:** *Effect of immobilization and configuration on lumbar adjacent-segment biomechanics.* *J Spinal Disord* 1993; 6: 99-105.
- 10) **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* 1996; 21: 1945-1951.
- 11) **Goto K, Tajima N, Chosa E, et al:** *Effects of lumbar spinal fusion on the other lumbar intervertebral levels (three-dimensional finite element analysis).* *J Orthop Sci* 2003; 8: 577-584.
- 12) **Chen CS, Cheng CK, Liu CL, Lo WH:** *Stress analysis of the disc adjacent to interbody fusion in lumbar spine.* *Med Eng Phys* 2001; 23: 483-491.
- 13) **Kumar N, Judith MR, Kumar A, Mishra V, Robert MC:** *Analysis of stress distribution in lumbar interbody fusion.* *Spine* 2005; 30: 1731-1735.
- 14) **Hambly MF, Wiltse LL, Raghavan N, Schneiderman G, Koenig C:** *The transition zone above a lumbosacral fusion.* *Spine* 1998; 23: 1785-1792.
- 15) **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* 1995; 8: 464-473.
- 16) **Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, et al:** *Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients.* *Spine* 1987; 12: 97-104.
- 17) **Penta M, Sandhu A, Fraser RD:** *Magnetic resonance imaging assessment of disc degeneration 10 years after anterior lumbar interbody fusion.* *Spine* 1995; 20: 743-747.
- 18) **Rahm MD, Hall BB:** *Adjacent segment degeneration after lumbar fusion with instrumentation: A retrospective study.* *J Spinal Disord* 1996; 9: 392-400.
- 19) **Ghiselli G, Wang JC, Bhatia NN, Hsu WK, Dawson EG:** *Adjacent segment degeneration in the lumbar spine.* *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86: 1497-1503.
- 20) **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* 2006; 41: 281-287.
- 21) **Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT, McGillicuddy JE:** *Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature.* *Spine* 2004; 29: 1938-1944.
- 22) **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 1990; 15: 411-415.*
- 23) **Landis RJ, Koch GG:** *The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1997; 33: 159-174.*
- 24) **Van Horn JR, Bohnen 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 1992; 58: 280-286.*
- 25) **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 1997; 6: 393-397.*
- 26) **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 2005; 40: 203-208.*

국문초록

연구계획: 후향적 실험군-대조군 연구

연구목적: 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 통신 저자에 의해 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 척추외과외과가 독립적으로 각각 3회씩 양 군의 술전 및 최종 추시 MRI에서 수술 인접 분절 상하 추간판의 영상 신호를 Thompson classification을 이용하여 판정하여 그 변화를 분석하였다.

결과: 유합술과 추간판 절제술 후 추시 MR를 이용한 수술 상부 및 하부 인접 분절 관찰에서 Thompson grade 변화의 양 군간의 의미 있는 차이는 발견되지 않았다($p=0.146, 0.350$).

결론: 퇴행성 요추 질환에서 단분절 유합술 후 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화를 자기 공명 영상을 이용하여 관찰한 결과, 유합 상부 인접 분절 추간판의 Thompson grade는 의미 있게 증가하였으나, 추간판 절제술 군과 차이가 없었다.

색인단어: 요추, 유합 인접 분절 추간판 퇴행성 변화, 자기공명영상

※ 통신저자 : 전 창 훈

경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5

아주대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 82-31-219-5220 Fax: 82-31-219-5229 E-mail: bone@ajou.ac.kr