

요추 유합술 후 발생한 인접 분절 질환의 위험 인자

황창주 · 이성우 · 안영준[#] · 김영태 · 이동호 · 이춘성

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실, 국립경찰병원 정형외과[#]

Risk Factors for Adjacent Segment Disease After Lumbar Fusion

Changju Hwang, M.D., Sung-Woo Lee, M.D., Young-Joon Ahn, M.D.[#],
Yung-Tae Kim, M.D., Dong-Ho Lee, M.D. and Choon-Sung Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea
National Police Hospital, Seoul, Korea[#]

– Abstract –

Study Design: Retrospective study of adjacent segment disease.

Objectives: To describe the incidence and clinical features of adjacent segment disease (ASD) after lumbar fusion and to determine its risk factors.

Summary of Literature Review: The reported incidence of adjacent segment problems is variable, and little has been discussed about surgically treated cases. Risk factors also have not been precisely identified, especially based on structural changes seen on magnetic resonance imaging (MRI).

Materials and Methods: We analyzed the records of 1,124 patients who underwent lumbar or lumbosacral instrumented fusions between August 1995 and March 2006 and had at least one year follow-up. Of these patients, 28 patients who needed secondary operations because of ASD were included in this study. The disease group was compared with an age-, sex-, fusion level-, and follow-up period-matched control group composed of the same number of patients, toward the purpose of analyzing six variables as risk factors.

Results: The incidence of ASD requiring surgical treatment was 2.48%. The mean patient age was 58.4 years, which showed no statistically significant difference from that of the population in which ASD did not develop (57.0 years, $p=0.429$). Only 1 distal ASD occurred among 21 floating fusions. Facet degeneration was a significant risk factor ($p < 0.01$) on logistic regression analysis.

Conclusion: Our study patients with ASD complained of severe symptoms with frequent neurological abnormalities. The incidence of distal ASD was much lower than that of proximal ASD. Pre-existing facet degeneration may confer a high risk of adjacent segment problems after lumbar fusion procedures.

Key Words: Adjacent segment, Degeneration, Lumbar fusion, Risk factor

Address reprint requests to

Choon-Sung Lee, M.D.

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

388-1 Poongnap-dong, Songpa-gu 138-736, Seoul, Korea

Tel: 82-2-3010-3530, Fax: 82-2-488-7877, E-mail: cslee@amc.seoul.kr

서 론

최근 척추 수술 시 분절의 운동성을 보존하고자 하는 노력이 증가하고 있으나, 여전히 유합술은 척추 기형, 외상, 퇴행성 질환 등의 수술적 치료에 있어서 표준적인 방법으로 자리잡고 있다. 기기술 및 골 이식 재료의 비약적인 발전에 힘입어 유합술 및 임상적 결과 또한 향상되었으나, 여러 가지 합병증 및 그에 따른 문제점들이 보고된 바 있으며, 그 중 근래에 이르러 많은 주목을 받고 있는 것이 바로 인접 분절 질환(adjacent segment disease)이다. 이는 성공적인 유합술 후 상하 인접 분절에 비정상적인 부하가 집중되고 가동성이 증가하여 발생하는 것으로 설명되고 있지만^{1,2,3,4,5,6,7}, 아직 이것이 정상적인 퇴행 과정의 일부인지 아니면 유합술의 합병증인지조차 명확하지 않으며, 정확한 발생 빈도 및 위험 인자에 대해서도 논란이 많다. 유합술이 많이 시행될수록 인접 분절 질환에 대한 수술적 치료 또한 증가할 것은 자명하나, 이에 대한 보고는 아직까지 활발히 이루어지지 않고 있다^{8,9,10,11,12,13}.

저자들은 지난 11년간의 경험을 바탕으로 인접 분절 질환의 발생 빈도 및 임상 양상을 기술하고, 대조군과의 비교를 통해 요천추 단순 방사선사진 및 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging, MRI)에서의 위험 인자를 찾고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1995년 8월부터 2006년 3월까지 시행한 요추 또는 요천추 유합술 중 1년 이상 추시가 가능하였던 1129례를 모집단으로 하였으며, 이 중 인접 분절 질환이 발생하여 재수술이 필요하였던 28례를 대상으로 하여 임상 양상을 분석하였다. 최초 유합술 당시의 연령이 15세 이하인

경우, 기기를 사용하지 않은 유합술, 유합을 얻지 못한 경우 등은 제외하였으며, 진단 및 유합 방법에는 제한을 두지 않았다. 재수술을 시행한 모든 환자에서 최초 수술 후 최소 6개월 이상 증상의 호전이 있었으며, 새롭게 발생한 증상이 방사선학적 검사상 관찰되는 인접 분절의 병변과 합당하였다.

모든 환자의 의무 기록 및 방사선학적 검사 결과를 검토하여 환자의 연령, 최초 진단, 유합 방법, 증상, 신경학적 이상 소견, 재수술까지의 소요 기간, 인접 분절 질환의 양상, 재수술 후 환자의 만족도 등에 대해 분석하였다. 재수술의 임상적 결과는 Brodsky의 기준¹⁴에 따라 우수(excellent), 양호(good), 보통(fair), 불량(poor)으로 분류하였다.

인접 분절 질환의 위험 인자를 찾기 위하여, 최초 MRI를 확인할 수 없었던 2례를 제외한 26례를 질병군으로, 모집단 중에서 성별, 연령, 유합 부위, 추시 기간이 일치하도록 선발된 26례를 대조군으로 하여 수술 전 인접 분절에서 MRI상 추간판 및 후관절의 퇴행성 변화, 단순 방사선사진상 불안정성, 전위, 회전 변형, 추간판의 설상 변형 등의 6가지 변수에 대해 양 군을 비교 분석하였다. 대조군은 질병군의 각각의 증례와 성별 및 유합 부위가 동일한 환자들 중 연령 차이가 5세 이내인 환자를 선발한 후 그 중 추시 기간이 가장 근접하는 환자로 선택하였으며, 모든 례에서 대조군과 질병군의 추시 기간의 차이는 1년 이내였다.

MRI상 추간판의 퇴행성 변화는 Pfirrmann 등¹⁵의 방법을 이용하여 다섯 개의 등급으로(Table 1), 후관절의 퇴행성 변화는 Weishaupt 등¹⁶의 방법을 이용하여 네 개의 등급으로 나누었다(Table 2). 저자들 중 두 명의 척추 외과의가 최초 수술 전 6개월 이내의 요천추 MRI에서 추후 근위 또는 원위 인접 분절의 퇴행성 변화가 발생한 분절의 추간판 및 후관절의 퇴행성 변화를 각각 2회에 걸쳐 독립적으로 측정한 후 그 평균치를 유의성 검정에

Table 1. Classification of disc degeneration¹⁵⁾

Grade	Structure	Distinction of Nucleus and Annulus	Signal Intensity	Height of Intervertebral Disc
I	Homogeneous, bright white	Clear	Hyperintense, isointense to cerebrospinal fluid	Normal
II	Inhomogeneous with or without horizontal bands	Clear	Hyperintense, isointense to cerebrospinal fluid	Normal
III	Inhomogeneous, gray	Unclear	Intermediate	Normal to slightly decreased
IV	Inhomogeneous, gray to black	Lost	Intermediate to hypointense	Normal to moderately decreased
V	Inhomogeneous, black	Lost	Hypointense	Collapsed disc space

Table 2. Criteria for grading osteoarthritis of the facet joints¹⁶⁾

Grade	Criteria
0	Normal facet joint space (2~4 mm width)
1	Narrowing of the facet joint space (<2 mm) and/or small osteophytes and/or mild hypertrophy of the articular process
2	Narrowing of the facet joint space and/or moderate osteophytes and/or moderate hypertrophy of the articular process and/or mild subarticular bone erosions
3	Narrowing of the facet joint space and/or large osteophytes and/or severe hypertrophy of the articular process and/or severe subarticular bone erosions and/or subchondral cysts

사용하였다. 판독은 각 증례의 모든 임상적 정보가 차단된 상태에서 이루어졌다. 대조군에서도 찍지어진 질병군의 각 증례와 동일한 분절에 대해 추간판 및 후관절의 퇴행성 변화를 측정하였고, 인접 분절 질환이 두 분절 이상에 걸쳐 발생한 경우에는 유합 범위와 가장 가까운 한 분절만을 통계 처리에 포함하였다. 최초 수술 직전에 촬영한 요천추 단순 방사선사진에서의 4가지 변수 역시 MRI에서와 같은 분절에 대해 측정되었으며, 다음과 같은 기준을 적용하였다; 1) 불안정성(instability) : 굴곡/신전 측면 방사선사진에서 굴곡 및 신전 시 10도 이상의 각 변형이나 3 mm 이상의 추체의 전위를 보이는 경우, 2) 전위(listhesis) : 기립 전후면 및 측면 방사선사진상 전방, 후방, 또는 측방 전위가 뚜렷한 경우, 3) 회전 변형(rotational deformity) : 기립 전후면 방사선사진에서 Perdriolle의 방법¹⁷⁾으로 상하 척추의 회전각을 측정하여 그 차이가 5도 이상인 경우, 4) 추간판의 설상 변형(disc wedging) : 기립 전후면 방사선사진에서 상부 척추체의 하부 종판과 하부 척추체의 상부 종판이 이루는 각이 5도 이상인 경우.

MRI의 판독에 있어서 검사자간 및 검사자내 신뢰도(interobserver and intraobserver reliability)는 카파 통계(kappa statistics)를 이용하여 평가하였으며, 각 위험 인자의 유의성 검정은 로지스틱 회귀 분석(logistic regression analysis)을 적용하였는데, 유의 수준이 0.25 이상인 변수들을 모형에서 제거하는 후진 제거법(backward elimination)을 시행하였다. 교차비(odds ratio)의 신뢰 구간은 95%였다. 방사선 사진상의 4가지 범주형 변수(categorical variable)에 대해서는 Fisher 정확 검정(Fisher's exact test)도 시행하였다. 질병군과 대조군의 최초 수술 시 평균 연령을 비교하기 위하여 Student t 검정을 사용하였다.

결 과

1. 발생률 및 연령

1129례의 요추 또는 요천추 유합술 후 28례에서 인접 분절 질환에 대한 재수술을 시행하여, 수술적 치료를 요하는 인접 분절 질환의 발생률은 2.48%였다. 질병군의 최초 수술 시 평균 연령은 58.4세(46~76세)로서 모집단 중 인접 분절 질환이 발생하지 않은 환자들의 수술 시 평균 연령(57.0세)과 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.429$). 최초 유합술로부터 재수술까지 평균 52.3개월(9~125개월)이 소요되었으며, 정량적인 측정은 하지 못하였으나 전반적으로 요통 및 하지 방사통이 심한 편이었다.

2. 진단 및 임상적 결과

최초 진단은 전례가 퇴행성 요추 질환이었으며, 퇴행성 척추전방전위증이 19례로 가장 많았다. 유합 범위는 1분절이 11례, 2분절이 9례, 3분절 이상이 7례였으며, 1례(증례 3)에서는 제2-3 요추간과 제4-5 요추간에 도약 유합(skip fusion)을 시행한 후 그 중간 분절에서 척추 협착증이 발생하였다. 유합 방법으로 후외방 유합술과 후방 요추체간 유합술을 함께 사용한 경우가 8례, 후외방 유합술만을 시행한 경우가 8례, 후방 요추체간 유합술만 시행한 경우가 7례였으며, 나머지 5례에서는 1개의 분절에서 후외방 유합술 및 전방 또는 후방 요추체간 유합술을 함께 시행하였다. 28례 중 9례(32.1%)에서 하지 주요 근육에 최소 1등급 이상의 근력 약화가 발생하였는데, 재수술 후 2례에서 정상화, 4례에서 호전되는 양상을 보였다. 전례에서 인접 분절 질환이 발생한 부위에 척추관이 협착되어 신경을 압박하고 있었으며, 8례에서 추간판 탈출증, 11례에서 척추전방전위증, 7례에서 척추후방전위증이 병발하였고, 1례(증례 24)에서는 제3-4, 5 요추간 유합술 후 제2-3 요추간 외측 전위와 함께 유합

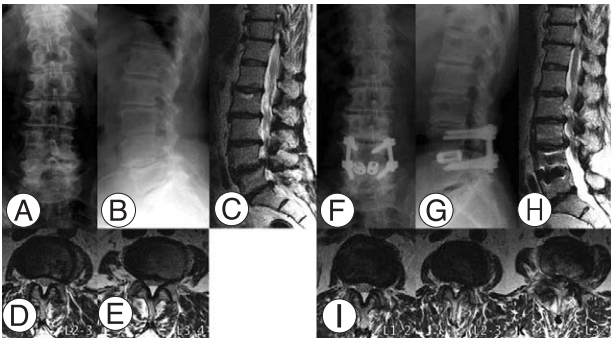


Fig. 1. Imaging studies of case 1. She had degenerative spondylolisthesis at L4-5 (A, B and C). Initial radiographs and MRI demonstrate rotational deformity at L3-4, disc wedging at L2-3, and grade 4 disc degeneration at L2-3, L3-4 and L5-S1 (C). Facet degeneration was grade 2 at L2-3 (D) and grade 1 at L3-4 (E). PLIF was performed at L4-5. Adjacent segment disease developed at L2-3 and L3-4 after 33 months (F, G and H). Central spinal stenosis aggravated at L2-3 (J) and L3-4 (K). Facet joints were intact at L1-2 (I). Revision surgery was performed from L2 to L5. Note that L5-S1 segment does not show any deterioration of degeneration.

상부에 퇴행성 요추 후측만증(degenerative lumbar kyphoscoliosis)이 발생하였다. 7레에서만 제5 요추-제1 천추 분절이 유합 범위에 포함되어 나머지 21레가 부유 유합(floating fusion)이었는데, 이 중 원위 인접 분절에 퇴행성 변화가 발생한 경우는 1레(증례 10, 제5 요추-제1 천추간)에 지나지 않았다. 또한 근위 인접 분절 질환 27레 중 삼분의 일에 해당하는 9레에서 두 개의 연속되는 분절에 퇴행성 변화가 함께 나타났다(Fig. 1). 재수술 후 평균 29.9개월(7~70개월)간 추시하여 10레에서 우수, 7레에서 양호, 6레에서 보통, 5레에서 불량, 1레에서 임상의 결과를 얻어, 60.7%(우수 및 양호)에서 비교적 재수술이 성공적이었다고 평가할 수 있었다. 신경학적 이상이 있었던 9레 중에서는 4레만이 양호 이상의 결과를 보여 상대적으로 환자의 만족도가 높지 않았다(Table 3).

3. 위험 인자

최초 수술 전 MRI상 인접 분절 추간판 및 후관절의 퇴행성 변화에 대한 검사자간 신뢰도를 나타내는 가중 카파 계수(weighted kappa coefficient)는 0.65 및 0.37로서, 각각 중등도 및 보통의 일치도를 보였다(<0.00=불량, 0.00~0.20=경도, 0.21~0.40=보통, 0.41~0.60=중등도, 0.61~0.80=우수, 0.81~1.00=매우 우수)18). 검사자내 신뢰도는 비교적 높아서 각각 0.76 및 0.74로 나타났다. 추간판의 퇴행성 변화는 질병군에서 평균 3.58 등급, 대조

군에서 평균 3.23 등급이었으며, 후관절의 경우 질병군이 1.58 등급, 대조군이 0.92 등급의 퇴행성 변화를 보였다. 단순 방사선사진상의 변수 중 불안정성은 질병군의 6레 및 대조군의 4레에서, 전위는 질병군의 7레 및 대조군의 3레에서, 회전 변형은 질병군의 7레 및 대조군의 2레에서, 추간판의 설상 변형은 질병군의 4레 및 대조군의 2레에서 각각 관찰되었다. 여섯 가지의 변수 모두 질병군에서 등급이 높거나 많이 발생하는 양상이었지만, 로지스틱 회귀 분석상에서는 최초 수술 전 MRI상 후관절의 퇴행성 변화만이 통계적으로 유의하였고($p<0.01$), 추간판의 퇴행성 변화를 비롯한 나머지 변수들은 유의한 차이를 보이지 않았다. Fisher 정확 검정에서도 4가지의 범주형 변수 모두 유의하지 않게 나타났다(Table 4).

고 찰

척추의 유합술 후 인접 분절에 발생하는 문제에 대해 ‘인접 분절의 퇴행성 변화(adjacent segment degeneration)’, ‘인접 분절 질환(adjacent segment disease)’, ‘인접 분절 변화(adjacent segment change)’, ‘인접 분절 실패(adjacent segment failure)’, ‘이행 부위 변화(transition zone change)’ 등 여러 가지 용어가 사용되어 왔다^{3,10,19,20,21,22,23}). 이러한 변화가 항상 임상적인 문제를 일으키는 것은 아니며, 유합술에 의한 직접적인 결과인지 아니면 기존 퇴행성 질환의 자연 경과에 의한 것인지는 아직 불분명하다^{21,24,25,26,27}). Hilibrand 등²³)은 유합의 인접 분절에 방사선학적 변화는 보이나 임상 소견과의 상관 관계가 없는 경우에 대해 ‘인접 분절의 퇴행성 변화’, 방사선학적 변화에 합당한 새로운 임상 증상이 발생한 경우에 대해 ‘인접 분절 질환’이라는 용어를 사용한 바 있다. 인접 분절 문제에 대한 연구는 활발히 진행되고 있으나, 수술적 치료를 요할 정도의 ‘인접 분절 질환’에 대한 보고는 많지 않으며, 대부분이 단순 방사선사진을 진단 방법으로 사용하고 있다^{28,29,30,31,32,33,34}). 그러나 단순 방사선사진상의, 더군다나 임상적 양상과 관련이 없는 인접 분절 변화를 논하는 것은 큰 의미가 없다고 생각한다. 따라서 본 연구에서는, 최초 유합술 후 일정 기간 증상이 호전되었다가 새로운 증상이 발생하고 단순 방사선사진상 인접 분절의 문제가 의심될 때 MRI를 촬영한 결과 그에 합당한 병변이 발견되어 수술적 치료를 시행한 증례들을 연구 대상으로 하였으며, 최초 수술 전의 MRI 및 단순 방사선사진에서 인접 분절 질환의 발생과 관련 있는 인자들을 찾고자 하였다.

유합의 인접 분절에 나타나는 가장 흔한 변화는 추간판의 퇴행성 변화이며, 그 밖에 척추의 퇴행성 질환에서

Table 3. Patient profiles of disease group.

Case No	Age /Sex	Initial Diagnosis	Initial Fusion	Fusion Technique	Interval to Revision	Motor Weakness (months)	ASD	Clinical Results
1	57/F	DSL L4-5	L4-5	PLF and PLIF	33	No	SS L2-3-4	Poor
2	60/F	SS L2-3-4, DSL L4-5	L2-3-4-5	PLF, PLIF	14	Yes	SS and HIVD T12-L1-2	Poor
3	69/F	HIVD L2-3, DSL L4-5	L2-3, L4-5	PLF, PLIF	37	No	SS L3-4	Excellent
4	57/F	SS L3-4-5	L3-4-5	PLF	99	Yes	RL and SS L2-3	Fair
5	52/F	DSL L4-5	L4-5	PLIF	98	No	AL and SS L3-4	Fair
6	65/M	DSL L3-4-5, DS, SL L5	L3-4-5-S1	PLIF	16	Yes	RL and SS L2-3	Good
7	66/F	SS L4-5-S1, HIVD L1-2	L4-5-S1	PLF	44	Yes	RL L2-3, SS L2-3-4	Poor
8	48/F	DSL L4-5	L4-5	PLF and ALIF	116	No	AL and SS L3-4	Poor
9	58/F	DSL L3-4-5	L3-4-5	PLF, PLIF	16	Yes	HIVD and SS L5-S1	Excellent
10	52/F	SS L4-5-S1	L4-5-S1	PLF, PLIF	9	No	SS L3-4	Excellent
11	55/M	DSL L3-4-5, SS L3-4-5-S1	L3-4-5-S1	PLIF	11	Yes	SS L3-4	Good
12	65/M	SS L2-3-4-5	L2-3-4-5	PLF, PLIF	41	Yes	RL and SS L1-2	Fair
13	50/F	RL and SS, L4-5	L4-5	PLF	68	No	AL and SS L3-4	Good
14	59/F	SS L4-5	L4-5	PLF	55	No	SS L2-3-4, RL L3-4	Good
15	48/F	DSL L4-5, SS L3-4-5	L3-4-5	PLF	76	No	AL and SS L2-3	Excellent
16	59/F	DSL L4-5	L4-5	PLF and PLIF	52	No	HIVD L2-3-4, AL L3-4	Excellent
17	64/M	SS L3-4-5	L3-4-5	PLF	28	Yes	SS and HIVD L2-3	Fair
18	58/M	DSL L4-5	L4-5	PLIF	26	No	HIVD and SS L3-4	Good
19	53/M	DSL L4-5	L4-5	PLF and ALIF	125	No	RL and HIVD L2-3, SS L2-3-4	Excellent
20	46/F	DSL L4-5, SS L3-4-5	L3-4-5	PLF, PLIF	80	No	AL and SS L2-3	Good
21	76/M	DSL L5-S1	L5-S1	PLIF	50	No	AL and SS L4-5	Excellent
22	61/M	ISL L5-S1, SS L4-5-S1	L4-5-S1	PLF, PLIF	55	No	RL and SS L2-3-4	Fair
23	51/F	DSL L3-4, SS L3-4-5	L3-4-5	PLF, PLIF	35	No	AL, SS and HIVD L2-3	Excellent
24	60/F	DSL L3-4, RL L4-5	L3-4-5	PLIF	59	No	AL with kyphosis LL L2-3, DDS L1-2, DDS	Poor
25	53/F	DSL L4-5	L4-5	PLF	79	No	AL and SS L3-4	Excellent
26	70/M	DSL L4-5	L4-5	PLF and PLIF	50	No	SS L3-4	Good
27	64/F	DSL L4-5, SS L4-5-S1	L4-5-S1	PLIF	66	No	SS L2-3-4	Fair
28	60/M	SS L2-S1	L2-S1	PLF	27	Yes	AL ,SS and HIVD L1-2, VCF L1	Excellent

DSL: Degenerative Spondylolisthesis, SS: Spinal Stenosis, HIVD: Herniated Intervertebral Disc, DS: Degenerative Scoliosis, SL: Spondylolysis, RL: Retrolisthesis, ISL: Isthmic Spondylolisthesis, PLF: Posterolateral Fusion, PLIF: Posterior Lumbar Interbody Fusion, ALIF: Anterior Lumbar Interbody Fusion, ASD: Adjacent Segment Disease, AL: Anterolisthesis, LL: Lateral Listhesis, VCF: Vertebral Compression Fracture.

Table 4. Risk factors.

Risk Factors	Disease	Control	Logistic Regression			Fisher's Exact Test
			p-Value	Odds Ratio	95% Confidence Interval	p-Value
Disc Degeneration	Gr 3.58	Gr 3.23	0.17	0.48	0.17 to 1.38	
Facet Degeneration	Gr 1.58	Gr 0.92	<0.01	0.01	<0.01 to 0.12	
Instability	6 cases	4 cases	0.70	0.63	0.06 to 6.46	0.73
Listhesis	7 cases	3 cases	0.41	0.38	0.04 to 3.75	0.29
Rotational Deformity	7 cases	2 cases	0.83	0.74	0.05 to 11.40	0.14
Disc Wedging	4 cases	2 cases	0.63	1.81	0.16 to 20.61	0.67

나타나는 모든 변화가 일어날 수 있다^{3,21,22,35}). 많은 경우 단순 방사선사진상 추간관 간격의 감소로 퇴행성 변화를 추정하는데, 두 가지 사이에 큰 상관 관계가 없다는 데 문제가 있다³⁶). 일부 저자들은 인접 척추체의 압박 골절을 이에 포함시키기도 한다^{3,27,29,35}). 저자들의 경우 전례에서 추간관 탈출이나 후관절 비대를 동반한 척추 협착증이 관찰되었고, 전방 및 후방 전위증의 빈도(18례, 64.3%)도 현재까지 보고된 바에 비해 상대적으로 높았는데, 이는 수술적 치료가 필요할 정도로 진행된 인접 분절 질환을 대상으로 하였기 때문인 것으로 생각된다.

인접 분절 질환은 유합에 의해 인접 분절에 생역학적 변화가 일어남으로써 발생한다는 이론이 일반적으로 받아들여지고 있지만, 정상적인 퇴행성 변화의 일환이라고 주장하는 저자들도 많으며, 퇴행성 변화 또는 생역학적 변화가 이 질환의 발생에 어느 정도 기여하는지 아직 불분명하다^{1,2,3,4,5,6,7,21,24,25}). Penta 등²⁵)은 제5 요추-제1 천추간 전방 요추체간 유합술을 시행한 환자 52명을 10년 이상 추시하여 대조군과 비교한 결과, MRI상 인접 분절 추간관의 퇴행성 변화의 발생률이 차이가 없었다고 보고하였다. 하지만, 또 다른 대조군 연구에서는 후외방 유합술 후 인접 분절의 퇴행성 변화 발생률이 유의하게 높음이 증명되기도 하였다³⁷).

인접 분절의 변화가 얼마나 많이 발생하는지, 임상 증상과 관련이 있는지에 대해서는 더욱 의견이 분분하다. 이는 저자마다 인접 분절 질환을 정의하는 기준이 다르기 때문인 것으로 추측되며, Park 등³⁾은 56개의 논문을 검토한 결과 증상과 관계 없이 방사선학적 변화만 있는 경우 발생률이 8에서 100%, 증상이 동반된 인접 분절 질환의 발생률은 5.2에서 18.5%로 매우 다양하였다고 하였다. 수술적 치료를 요하는 인접 분절 질환의 발생률에 대한 보고는 많지 않은데, Aiki 등¹³⁾은 최소 2년 추시상 7.7%의 환자에서 인접 분절의 협착증에 대한 수술을 시행하였으며, Gillet³²⁾은 78명의 요추 후외방 유합술을 시행한 환자를 5년 이상 추시하였더니 20%에서 재수술이 필요하였다고 보고하였다. Ghiselli 등³³⁾이 시행한 생존

분석(survival analysis)에 의하면, 유합의 인접 분절에 방사선사진상 수술을 요할 정도의 퇴행성 변화가 발생할 가능성이 술후 5년에는 16.5%, 10년에는 36.1%로서 발생 속도가 연간 3.9%였다. 본 연구에서는 1년 이상 추시가 가능하였던 1129례의 유합술 중 2.48%에서 인접 분절 질환에 대해 수술적 치료를 시행하여 비교적 낮은 발생률을 보였는데, 추시 기간이 늘어날수록 발생률이 높아질 것이라는 사실에 대해서는 이론의 여지가 없을 것이다.

최초 유합술로부터 재수술까지 소요된 기간은 5.2년에서 15.4년까지 다양하게 보고되고 있으며^{9,10,11,12,13}), 본 연구에서는 평균 4.4년(52.3개월)으로 비교적 조기에 인접 분절 질환의 수술적 치료가 시행되었는데, 이는 유합 방법 및 환자군에 차이가 있기 때문일 것으로 추측된다. 방사선학적 또는 임상적 발병 시점까지는 이보다 더 짧은 시간이 소요될 것이며, Etebar 등²⁹⁾은 18명의 인접 분절 질환 환자 중 8명이 최초 수술일로부터 1년 이내에 발생하였음을 보고한 바 있다. 중례 10의 환자 역시 흥미롭게도 제4 요추-제1 천추간 유합술 후 증상이 전혀 없었다가 최초 수술 후 5개월 만에 양측 하지의 방사통 및 신경원성 파행이 새롭게 발생하여 보존적 치료를 3개월 이상 시행하였으나 효과가 없었다. MRI를 촬영한 결과 제3-4 요추간에 추간관 탈출 및 후관절 비대에 의한 척추 협착증이 악화된 것이 확인되었다. 특히 이 환자는 척추관의 모양이 삼엽형(trefoil canal)이었다. 본 연구에서 모집단의 최소 추시 기간을 1년으로 정한 것도 이러한 사실 때문이다.

제4-5 요추간 분절을 포함한 부유 유합이 필요한 상황에서, 원위 분절(제5 요추-제1 천추간)을 유합에 포함시킬 것인가 하는 문제도 항상 논란의 대상이지만 이에 대한 보고는 의외로 그다지 많지 않다. Ghiselli 등³¹⁾은 제4-5 요추간 유합술 후 시행한 생존 분석상 제5 요추-제1 천추간 분절이 90%의 10년 생존율을 보였다고 하였으며, Miyakoshi 등²⁷⁾도 술전 및 술후 제5 요추-제1 천추간 추간관 간격의 협소 여부가 제4-5 요추간 유합의 임상적

결과에 영향을 미치지 않기 때문에 퇴행성 변화가 존재하여도 제5 요추-제1 천추간 분절을 통상적으로 유합에 포함시킬 필요는 없다고 주장하였다. 본 연구에서도 21례의 부유 유합 중 원위 인접 분절 질환이 발생한 경우는 1례에 지나지 않아 근위 인접 분절 질환에 비해 월등히 낮은 발생율을 보였다. 아직 정확한 통계 자료가 나와 있지는 않지만, 다른 임상 연구에서도 이러한 경향은 대체적으로 일치하고 있는 것 같다^{8,10,13,28,29,30}. 이는 제5 요추-제1 천추간 분절이 골반 내에 안정적으로 위치하고 장요 인대(iliolumbar ligament)에 의해 고정되어 있으며³¹, 유합 하부 분절은 압박 및 척추경 나사못 삽입에 의한 후관절 손상의 가능성이 상부에 비해 낮기 때문인 것으로 생각된다²⁸. 제5 요추-제1 천추간 척추관의 단면적이 상대적으로 넓다는 사실도 이에 기여할 수 있을 것이다. 유합술에 의해 원위 및 근위 인접 분절에서 발생하는 생역학적 변화의 차이를 포함하여 이 문제에 대한 더 많은 연구가 필요하겠지만, 저자들도 제5 요추-제1 천추간 분절에 심각한 퇴행성 변화 또는 신경 압박 병변이 존재하지 않는 한 유합 범위에서 제외하여 보존할 것을 추천하는 바이다.

인접 분절의 변화를 예측하고 예방하기 위해 위험 인자를 찾으려는 노력이 꾸준히 계속되고 있으며, 연령, 성별, 골밀도 등의 환자 관련 인자, 추궁판 및 후관절의 해부학적 소인, 수술 전 추간판과 후관절의 상태, 유합 분절의 수, 유합 방법 및 기기술 여부, 관상면 및 시상면의 정렬 등이 위험 인자로 거론되었지만, 유합술 후 시간이 많이 경과할수록 발생률이 높아진다는 명백한 사실을 제외하고는 모두 논란의 여지가 있다^{3,9,10,13,20,22,26,28,29,30,32,33,35,38,39}. 환자의 연령은 Aota 등²⁸이 55세 이상에서 월등히 많은 인접 분절의 불안정성이 발생하였다고 주장한 이래 많은 저자들이 이를 주요 위험 인자로 지적하였으나, 최근에는 이를 부정하는 결과도 많이 발표되고 있다^{10,13,19,26,28}. 본 연구의 결과에서도, 16세 이상에서 기기를 사용한 모든 유합술을 모집단에 포함시켰는데도 불구하고, 질병군의 환자들과 인접 분절 질환이 발생하지 않은 환자들 사이에 평균 연령의 유의한 차이를 보이지 않았다.

최초 유합술 시 유합 범위를 적절히 결정하기 위해서는 인접 분절에 존재하는 추간판 및 후관절의 퇴행성 변화가 추후 인접 분절 질환을 초래할 것인지 예측할 수 있어야 한다. 실제 요추의 퇴행성 질환을 수술할 때 압박술이 필요한 분절에만 퇴행성 변화가 국한되어 있는 경우는 매우 드물기 때문에, 어느 분절까지 유합을 할 것인가 하는 문제는 항상 수술하는 의사를 혼란스럽게 만든다. Ha 등¹⁰은 유합 범위를 결정할 때 전산화 단층촬영(computed tomography, CT)상 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화를 고려하여야 한다고 하였으나, Throckmor-

ton 등⁴⁰은 유합의 인접 분절에 수술 전 MRI상 추간판의 퇴행성 변화가 존재하여도 임상적 결과에는 영향을 미치지 않기 때문에 이를 유합 범위에 포함시킬 필요가 없다고 주장하였으며, 인접 분절 질환의 위험 인자에 대해 기술한 다른 두 편의 논문에서도 수술 전 MRI상 인접 분절 추간판의 퇴행성 변화는 통계적인 유의성을 보이지 않았음이 보고된 바 있다^{19,26}. 그러나 후관절의 퇴행성 변화와 인접 분절 질환과의 상관 관계를 분석한 연구 결과는 아직까지 발표되지 않았다. 본 연구의 6개 변수 중 수술 전 MRI상 후관절의 퇴행성 변화만이 통계적으로 유의한 위험 인자였으나, 다른 변수들도 질병군에서 등급과 빈도가 높게 나타났기 때문에 향후 좀 더 많은 증례를 대상으로 한 전향적 대조군 연구가 필요할 것으로 생각된다.

후관절의 퇴행성 변화는 MRI상 등급을 정하는 데 있어서 검사자간 신뢰도가 떨어진다는 문제를 안고 있다. 저자들도 보통의 검사자간 일치도(fair interobserver agreement)를 얻는데 그쳤으며, 이 등급 체계를 제안한 Weishaupt 등¹⁶은 이러한 제한점 때문에 MRI보다는 CT를 사용할 것을 추천한 바 있다. 따라서 유합 범위의 결정 시 인접 분절 후관절의 퇴행성 변화가 우려된다면, CT를 촬영하여 확인하는 것도 좋은 방법이라고 생각한다. 비록 본 연구에서 질병군과 대조군 간의 후관절 퇴행성 변화 등급이 유의한 차이를 보였지만, 그 평균의 차이가 1등급에 못 미치기 때문에 이것만으로 유합 범위를 결정하는 데에는 한계가 있을 것이며, 다른 여러 가지 요소들을 함께 고려하여야 할 것이다.

재수술의 결과에 대한 보고 역시 다양하여 Kim 등⁹은 6명의 인접 분절 질환을 수술한 결과 전례에서 만족스러운 결과를 얻어 일차 수술과 큰 차이가 없었다고 하였으나, Phillips 등¹¹은 26명의 환자 중 11명이 재수술 결과에 만족하지 못하였으며, 결과에 좋지 못한 영향을 미치는 가장 중요한 요인은 요통이었다고 보고하였다. 저자들의 재수술 결과 역시 썩 만족스럽지 못하였으며, 수술 전 발생하였던 신경학적 이상이 어느 정도 이에 기여하였을 것으로 판단된다. 인접 분절 질환에서 신경학적 이상의 빈도는 보고된 바가 거의 없는데, Phillips 등¹¹은 26명 중 8명에서 최소 1등급 이상의 하지 근력 약화가 발생하였으나, 임상적 결과에는 영향을 미치지 않았다고 하였다. 어쨌든 요배부 재수술의 결과가 일차 수술에 비해 떨어지는 것은 널리 알려진 사실이기 때문에 사전에 예방할 수 있는 위험 인자를 규명하는 것이 절실하다고 하겠다.

결 론

요추 유합술 후 수술적 치료를 요할 정도의 인접 분절 질환의 발생 빈도는 현재까지 보고된 바에 비하여 높지 않았지만, 전반적으로 증상이 심하고 신경학적 이상 소견을 보이는 경우가 많았다. 부유 유합 시 원위 인접 분절 질환의 발생율이 근위부에 비하여 월등히 낮기 때문에, 심각한 퇴행성 변화나 신경 압박 병변이 존재하지 않는 이상 원위 인접 분절은 가능한 한 보존하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 인접 분절에 후관절의 퇴행성 변화가 이미 존재할 경우 인접 분절 질환의 발생을 촉진할 가능성이 있다. 재수술의 결과가 상대적으로 좋지 않으므로 최초 수술 시 유합 범위의 결정에 신중을 기하여야 하며, 인접 분절 질환을 예방하기 위해 조절 가능한 위험 인자를 규명하기 위한 연구가 더 활발히 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Shono Y, Kaneda K, Abumi K, McAfee PC, Cunningham BW: Stability of posterior spinal instrumentation and its effects on adjacent motion segments in the lumbosacral spine. *Spine* 1998; 23: 1550-1558.
- Bastian L, Lange U, Knop C, Tusch G, Blauth M: Evaluation of the mobility of adjacent segments after posterior thoracolumbar fixation: a biomechanical study. *Eur Spine J* 2001; 10: 295-300.
- 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.
- Ha KY, Schendel MJ, Lewis JL, et al: Effect of immobilization and configuration on lumbar adjacent-segment biomechanics. *J Spinal Disord* 1993; 6: 99-105.
- Dekutoski MB, Schendel MJ, Ogilvie JW, et al: Comparison of in vivo and in vitro adjacent segment motion after lumbar fusion. *Spine* 1994; 19: 1745-1751.
- Lee CK, Langrana NA: Lumbosacral spinal fusion. A biomechanical study. *Spine* 1984; 9: 574-581.
- Cho KJ, Lee JY, Oh IS, et al: Change of segmental motion after lumbar posterolateral fusion. *J Korean Orthop Assoc* 1999; 34: 281-287.
- Chung JY, Seo HY, Jung JW: Surgical treatment of adjacent degenerative segment after lumbar fusion. *J Korean Spine Surg* 2000; 7: 264-270.
- Kim HT, Jang BD, Hyun KH, Nam JM: Treatment for the sequential degenerative changes at the adjacent segments to lumbar fusion. *J Korean Spine Surg* 2000; 7: 386-395.
- Ha KY, Kim YH, Kang KS: Surgery for adjacent segment changes after lumbosacral fusion. *J Korean Spine Surg* 2002; 9: 332-340.
- Phillips FM, Carlson GD, Bohlman HH, Hughes SS: Results of surgery for spinal stenosis adjacent to previous lumbar fusion. *J Spinal Disord* 2000; 13: 432-437.
- Chen WJ, Lai PL, Niu CC, Chen LH, Fu TS, Wong CB: Surgical treatment of adjacent instability after lumbar spine fusion. *Spine* 2001; 26: 519-524.
- Aiki H, Ohwada O, Kobayashi H, et al: Adjacent segment stenosis after lumbar fusion requiring second operation. *J Orthop Sci* 2005; 10: 490-495.
- Brodsky AE, Hendricks RL, Khalil MA, et al: Segmental lumbar spinal fusions. *Spine* 1989; 14: 447-450.
- Pfirmann CWA, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N: Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine* 2001; 26: 1873-1878.
- Weishaupt DW, Zanetti M, Boos N, Hodler J: MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. *Skeletal Radiol* 1999; 28: 215-219.
- Perdriolle R: The torsion meter: a critical review. *J Pediatr Orthop* 1991; 11: 789.
- Landis RJ, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-174.
- Ahn DK, Lee S, Jeong KW, Park JS, Cha SK, Park HS: Adjacent segment failure after lumbar spine fusion. *J Korean Orthop Assoc* 2005; 40: 203-208.
- Rahm MD, Hall BB: Adjacent-segment degeneration after lumbar fusion with instrumentation: A retrospective study. *J Spinal Disord* 1996; 9: 392-400.
- Hambly MF, Wiltse LL, Raghavan N, Schneiderman G, Koenig C: The transition zone above a lumbosacral fusion. *Spine* 1998; 23: 1785-1792.
- Wiltse LL, Radecki SE, Biel HM, et al: Comparative study of the incidence and severity of degenerative change in the transition zone after instrumented versus noninstrumented fusions of the lumbar spine. *J Spinal Disord* 1999; 12: 27-33.
- Hilibrand AS, Robbins M: Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of

- spinal fusion? Spine J* 2004; 4: 190-194.
- 24) **Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, et al:** Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine* 1987; 12: 97-104.
- 25) **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.
- 26) **Okuda S, Iwasaki M, Miyauchi A, Aono H, Morita M, Yamamoto T:** Risk factors for adjacent segment degeneration after PLIF. *Spine* 2004; 29: 1535-1540.
- 27) **Miyakoshi N, Abe E, Shimada Y, Okuyama K, Suzuki T, Sato K:** Outcome of one-level posterior lumbar interbody fusion for spondylolisthesis and postoperative intervertebral disc degeneration adjacent to the fusion. *Spine* 2000; 25: 1837-1842.
- 28) **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.
- 29) **Etebar S, Cahill DW:** Risk factors for adjacent-segment failure following lumbar fixation with rigid instrumentation for degenerative instability. *J Neurosurg* 1999; 90: 163-169.
- 30) **Chou WY, Hsu CJ, Chang WN, Wong CY:** Adjacent segment degeneration after lumbar spinal posterolateral fusion with instrumentation in elderly patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122: 39-43.
- 31) **Ghiselli G, Wang JC, Hsu WK, Dawson EG:** L5-S1 segment survivorship and clinical outcome analysis after L4-L5 isolated fusion. *Spine* 2003; 28: 1275-1280.
- 32) **Gillet P:** The fate of the adjacent motion segments after lumbar fusion. *J Spinal Disord Tech* 2003; 162: 338-345.
- 33) **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.
- 34) **Pellise F, Hernandez A, Vidal X, Minguell J, Martinez C, Villanueva C:** Radiologic assessment of all unfused lumbar segments 7.5 years after instrumented posterior spinal fusion. *Spine* 2007; 32: 574-579.
- 35) **Ha KY, Kim KW, Park SJ, Lee YH:** Changes of the adjacent-unfused mobile segment after instrumental lumbar fusion. *J Korean Spine Surg* 1998; 5: 205-214.
- 36) **Frobin W, Brinckmann P, Kramer M, Hartwig E:** Height of lumbar disc measured from radiographs compared with degeneration and height classified from MR images. *Eur Radiol* 2001; 11: 263-269.
- 37) **Guigui P, Wodecki P, Bizot P, et al:** Long-term influence of associated arthrodesis on adjacent segments in the treatment of lumbar stenosis: a series of 127 cases with 9-year follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000; 86: 546-557.
- 38) **Umehara S, Zindrick MR, Patwardhan AG, et al:** The biomechanical effect of postoperative hypolordosis in instrumented lumbar fusion on instrumented and adjacent spinal stenosis. *Spine* 2000; 25: 1617-1624.
- 39) **Kumar MN, Baklanov A, Chopin D:** Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *Eur Spine J* 2001; 10: 314-319.
- 40) **Throckmorton TW, Hilibrand AS, Mencia GA, Hodge A, Spengler DM:** The impact of adjacent level disc degeneration on health status outcomes following lumbar fusion. *Spine* 2003; 28: 2546-2550.

국문초록

연구계획: 인접 분절 질환에 대한 후향적 연구

연구목적: 요추 유합술 후 발생한 인접 분절 질환의 빈도 및 임상 양상을 기술하고 위험 인자를 찾고자 하였다.

대상 및 방법: 1995년 8월부터 2006년 3월까지 시행한 요추 또는 요천추 유합술 중 1년 이상 추시가 가능하였던 1129례를 모집단으로 하였으며, 이 중 인접 분절 질환이 발생하여 재수술이 필요하였던 28례를 대상으로 하였다. 최초 자기 공명 영상을 확인할 수 없었던 2례를 제외한 26례를 질병군으로, 모집단 중에서 성별, 연령, 유합 부위, 추시 기간이 일치하도록 선발된 26례를 대조군으로 하여 수술 전 인접 분절에서 자기 공명 영상상 추간판 및 후관절의 퇴행성 변화, 단순 방사선 사진상 불안정성, 전위, 회전 변형, 추간판의 설상 변형 등의 6가지 변수에 대해 양군을 비교 분석하였다.

결과: 수술적 치료를 요하는 인접 분절 질환의 발생율은 2.48%였으며, 평균 연령은 58.4세로서 모집단 중 인접 분절 질환이 발생하지 않은 환자들의 평균 연령(57.0세)과 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.429$). 9례(32.1%)에서 근력 약화를 비롯한 신경학적 이상 소견을 보였다. 21례의 부유 유합 중 원위 인접 분절 질환은 1례에 불과하였다. 로지스틱 회귀 분석상 후관절의 퇴행성 변화($p<0.01$)가 유의한 위험 인자였다. 재수술 후 평균 29.9개월간 추시하여 60.7%에서 우수 또는 양호의 결과를 얻었다.

결론: 요추 유합술 후 인접 분절 질환 발생 시 전반적으로 증상이 심하고 신경학적 이상 소견을 보이는 경우가 많았다. 원위 인접 분절 질환의 발생율이 근위부에 비하여 현저히 낮았다. 인접 분절에 후관절의 퇴행성 변화가 이미 존재할 경우 인접 분절 질환의 발생을 촉진할 가능성이 있으며, 재수술의 결과가 상대적으로 좋지 않기 때문에 최초 수술 시 유합 범위의 결정에 신중을 기하여야 한다.

색인단어: 인접 분절, 퇴행성 변화, 유합술, 위험 인자

※ 통신저자 : 이 춘 성

서울특별시 송파구 풍납동 388-1

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실

Tel: 82-2-3010-3530 Fax: 82-2-488-78776 E-mail: cslee@amc.seoul.kr