

Risk Factors of Nonunion Demanding Surgical Treatment after Lumbar Posterolateral Fusion

Im Sic Ha, M.D., Kyu Yeol Lee, M.D., Sung Keun Sohn, M.D.,
Il Kwon Chung, M.D., Sang Kyu Sun, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2010 Mar;17(2):82-89.

Originally published online June 30, 2010;

doi: 10.4184/jkss.2010.17.2.82

Korean Society of Spine Surgery

Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University College of Medicine

#911-1 Mok-dong, Yangcheon-gu, Seoul, 158-710, Korea Tel: 82-2-2646-6808 Fax: 82-2-2646-6804

©Copyright 2010 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

The online version of this article, along with updated information and services, is
located on the World Wide Web at:

<http://www.krspine.org/DOIx.php?id=10.4184/jkss.2010.17.2.82>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Risk Factors of Nonunion Demanding Surgical Treatment after Lumbar Posterolateral Fusion

Im Sic Ha, M.D., Kyu Yeol Lee, M.D., Sung Keun Sohn, M.D., Il Kwon Chung, M.D., Sang Kyu Sun, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University, Busan, Korea

Study Design: This is a retrospective study for radiographically and clinically assessing nonunion after lumbar spine fusion.

Objectives: We wanted to analyze the risk factors for nonunion that requires surgical treatment after lumbar spine fusion

Summary of the Literature Review: A diagnosis of the nonunion after lumbar spine fusion was made by using only the only radiologic images. The incidence of nonunion has been underreported because there are many asymptomatic patients.

Materials and Methods: The plain X-ray films were evaluated for 1317 patients who could be followed up more than 1 year after lumbar fusion. Nonunion was diagnosed at 1 year after fusion by instability seen on the flexion-extension radiograph and the clinical findings like as sustained pain and local tenderness at the surgical site. The risk factors we reviewed included age, the number of levels fused, associated diseases, smoking, alcohol drinking, the initial diagnosis, a previous history of spinal operation, infection, a clear zone and malposition of pedicle screws and metal failure. The relations between nonunion and the factors mentioned above were analyzed.

Results: Thirty-nine patients were diagnosed as having nonunion underwent reoperation and all had surgically confirmed nonunion. Smoking, infection and a previous history of spine operation had a significant influence on nonunion ($p < 0.05$). Clear zones persisting more than 1 year and metal failure also had a significant influence on nonunion ($p < 0.05$). Age, the number of fused levels, the initial diagnosis and alcohol drinking were not shown to influence the rate of nonunion ($p < 0.05$).

Conclusion: A through clinical and radiologic evaluation is essential to diagnose nonunion, and this should not be done according to the radiologic images only. Risk factors such as a previous history of spine operation, infection, smoking, the development of a clear zone and metal failure all showed a statistically significant influence on nonunion. Additionally, preoperative and postoperative evaluation of these parameters is needed to achieve bone union.

Key words: Lumbar spine, Posterolateral fusion, Nonunion, Risk factor

서론

척추 유합술은 외상, 감염술 후, 척추 측만증, 퇴행성 척추 불안정 등에서 척추를 구조적으로 안정화 시키기 위해 널리 이용되고 있다. 특히 척추경나사를 이용한 내고정술은 척추에서 가장 강력한 구조인 척추경을 통해 고정함으로써 기계적인 안정성 및 골유합을 향상 시켰고, 술 후 외부 고정이나 침상 안정의 필요성을 줄여 신속한 재활 치료를 가능케 한다. 하지만 전반적인 유합율을 높이는 반면에 척추경 골절, 나사의 골 이탈, 나사와 금속봉의 해리 등으로 인한 신경근 손상 및 혈관 손상 등의 심각한 후유증을 남길 수도 있다. 요추부 후외방 유합술 후 발생하는 불유합은 척추경 나사못의 사용으로 발생 빈도가 낮아졌으나 아직도 주요한 술 후 합병증 중 하나이며,¹⁻³⁾ 0 ~ 56% 까지 보고되고 있다.⁴⁾ 또한 방사선학적으로 성공적인 유합을 보인다고 하더라도 그것이 임상적인 성공을 의미하는 것은 아니며, 모든 유합술의 20 ~ 40%에서 현저한 증상의 호전이 없는 ‘임상적 실패’가

Received: October 29, 2009

Revised: March 4, 2010

Accepted: May 17, 2010

Published Online: June 30, 2010

Corresponding author: Kyu Yeol Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University
1 Dongdaesin-dong 3-ga, Seo-gu, Busan 602-715, Korea

TEL: 82-51-240-2867, **FAX:** 82-51-243-9764

E-mail: gylee@dau.ac.kr

“This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.”

이 논문의 요지는 2009년도 제 53차 대한정형외과학회 추계학술대회에서 구연되었음.
이 논문은 동아대학교 학술연구비지원에 의하여 연구되었음.

발생한다고 보고된다.^{5,6)} 이전 연구들에서 최초 척추 유합술 후 재수술은 6.1 ~ 25.8%로 다양하게 보고되고 있으며, 흡연, 당뇨, 다분절 유합술 등이 위험 인자들로 알려져 있다.⁷⁾ 그리고 Steib 등⁸⁾은 요추부 및 요천추부 유합술을 시행한 113명의 결과 분석에서 7.9%의 불유합 발생률과 6.1%의 재수술율을 보고하였으며, Mok 등⁹⁾은 성인에서의 척추 변형을 유합술로 치료한 89명을 대상으로 한 연구에서 전체 25.5%의 재수술을 시행하였으며, 이중 불유합에 의한 재수술은 전체 재수술에서 13%를 차지했다고 보고하였다. 그러나 현재까지 외상과 퇴행성 질환의 경우를 모두 포함한 요추부 유합술 후 불유합 발생과 재수술에 관한 보고는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구는 척추경 나사 고정술을 이용한 요추부 후외방 유합술을 시행 받은 환자들에서 방사선학적으로 불유합을 진단하고 재수술을 통하여 이를 확인하여, 요추부 유합술 후의 불유합에 대해 분석하고, 불유합과 관련된 다양한 위험 인자들의 임상적 의미를 분석하여 보고하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2000년 1월에서 2006년 9월까지 본원에서 한 명의 수술자에 의해 외상 및 퇴행성 요추 질환으로 척추경나사 고정술을 시행 받은 1553명의 환자 중 1년 이상 외래추시 관찰이 가능하였으며 1년째 추시 관찰 시 골극-신전 방사선 사진을 촬영한 1317명(남자 549명, 여자 768명)을 대상으로 방사선 사진을 분석하였다. 환자 연령 분포는 23세부터 84세였으며(평균 60.3세), 이 중 753명(남자 243명, 여자 510명)이 60세 이상이었다. 이 중 외상에 의한 척추 질환(골절 및 탈구, 방출성 골절, 외상 후 후만증 등)이 219명, 척추관 협착증이 843명, 척추 전방 전위증이 132명, 척추관 협착증과 전방 전위증이 함께 있는 경우가 123명이었다. 또한 척추 유합술을 제외한 이전 척추 수술병력이 있는 경우가 249명이었다. 1317명 중 후측방 고정술을 시행한 경우가 1160명, 후측방 고정술 및 후방 추체간 유합술 시행한 경우가 157명이었으며 유합술 시 기구는 Diapason(Stryker, Allendale, NJ) 또는 Aegis[®] 제품(Corentec, Korea)을 사용하였다. 한 분절을 유합한 경우가 276명, 두 분절 612명, 세 분절 357명, 네 분절 54명, 그리고 다섯 분절이 18명이었다.

유합술 후 유합의 판정은 유합술 시행 1년 후 요추의 골극 신전 방사선 검사상 추체간의 움직임과 유합 덩어리(fusion mass)의 양측 연속성의 유무 및 임상 증상의 지속 여부로 판단하였다. 즉, 후외측방 고정술의 경우 추체간 각변화가 2도 이상인 경우, 후방 추체간 유합술의 경우는 추체간 각변화가 1도 이상인 경

우^{2,10,11)}와 추체간 디스크 공간에 진공 현상(Vacuum sign) 및 유합술 부위의 국소 동통 등의 지속 여부를 판단하여, 이렇게 불유합이 진단된 39명의 환자들을 대상으로 재수술을 시행하였다.

2. 연구 방법

최초 유합술 후 불유합이 발생한 환자들에 대해 수술 전 위험 요소(나이, 수술 받은 척추 분절 수, 동반 질환, 흡연, 음주, 최초 수술 시 진단, 이전 척추 수술 유무)와 추적 관찰 중 확인되는 위험 요소(수술 부위 감염, 방사선 투과대 발생, 척추경 나사의 이상 위치 및 금속 실패)의 불유합과의 관련성을 분석하였으며, 통계분석은 SPSS version 16.0(SPSS Inc., USA)을 이용하였고, Pearson의 χ^2 test, Fisher's exact test를 시행하였다.

척추경 나사의 이상 위치 및 금속 실패, 감염, 그리고 방사선 투과대는 각각 다음의 정의를 따랐다.

1) 척추경 나사의 이상 위치와 금속 실패

나사의 이상 위치는 나사가 방사선 전후 사진 또는 측면 사진에서 척추경 중심으로부터 치우치거나 빠져 나온 경우로, 그리고 금속 실패는 척추경 나사못이 파손되거나, 척추경 나사가 5도 이상 구부러지거나, 척추경 나사와 금속봉 사이에 해리가 발생한 경우로 정의하였다.^{12,13)}

2) 수술 부위 감염

수술 후 1년 이내에 생긴 것으로서 다음중 하나 이상에 해당하는 경우이다.

가. 절개부위 심부에서 농성배액이 되는 경우

나. 창상 부위의 배양에서 음성이 아니면서, 38° C 이상의 발열이나 국소동통, 압통 등의 감염 증상 중 하나 이상의 증상이 있는 경우

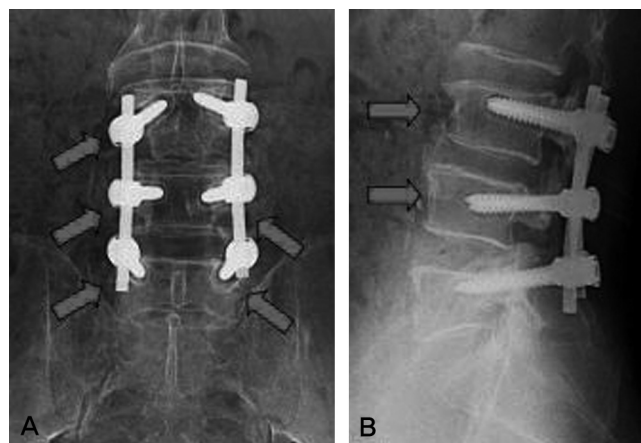


Fig. 1. Assessment of clear zones around pedicle screws. (A,B) The presence of a 1 mm or greater radiolucent zone (arrows) around a screw on the radiograph was regarded as clear-zone positive.

3) 방사선 투과대

2가지 이상의 방사선 사진에서 나사 주위 1mm 이상의 투과 영역이 관찰되면 방사선 투과 영역(clear zone) 양성으로 판단하였다.¹⁰⁾(Fig. 1)

결과

1. 유합술 후 재수술이 필요하였던 불유합의 발생률 및 재수술과의 관계

유합술 시행 1년 이후 불유합이 진단된 39명에서 재수술을 시행하였는데, 이중 방사선학적으로 불유합이고 임상 증상이 있었던 경우가 34예(87.2%)였으며, 이중 방사선학적으로 골유합 확인되었으나 임상 증상이 있었던 경우가 5예(12.8%) 포함되었다. 이들 모두에서 재수술 과정에서 불유합이 확인되었다.

불유합 발생률은 3%였으며, 최초 수술에서의 재수술까지의 평균 기간(13 ~ 47개월)은 25.2개월이었다.

2. 수술 전 위험 요소와 불유합 간의 관계

1) 불유합 발생과 수술시 연령과의 관계

60세 미만 564명(남자 258명, 여자 306명) 중 유합술 1년 후 방사선학적으로 불유합이 나타난 경우는 21명(남자 7명, 여자 14명)이었으며, 60세 이상 753명(남자 243명, 여자 510명) 중 불유합은 18명(남자 7명, 여자 11명)에서 나타났다. 60세 미만에서 불유합이 많았으나 이는 통계학적으로 유의한 결과는 나타나지 않았다($p = 0.245$).

2) 불유합 발생과 유합 분절수와의 관계

한 분절에 유합술을 시행한 255명중 7명(2.7%), 두 분절 이상에서는 1062명중 32명(3%)에서 불유합이 발생하였다. 불유합 발생과 척추 분절 수간에는 분절수가 증가 할수록 불유합 발생이 많았으나, 이는 통계학적으로 유의성은 없는 것으로 나타났다($p = 0.897$).

3) 불유합 발생과 동반 질환과의 관계

전체 1317명 환자 중 동반질환을 가진 환자는 879명이었으며, 그 중 당뇨(189명, 14.4%), 고혈압(633명, 48.1%), 골다공증(33명, 2.51%), 만성 신장 질환(24명, 1.82%) 순으로 많았다. 이중 고혈압이 있는 군 중 19명, 당뇨군에서 6명, 만성 신장 질환군에서 3명에서 불유합이 나타났으며, 동반질환과 불유합 간에는 통계학적으로 유의한 결과가 나타나지는 않았다($p = 0.606$).

4) 불유합 발생과 흡연과의 관계

전체 1317명 환자 중 흡연자는 321명 이었으며 이 들 중 24명에서 불유합이 발생하였고, 비흡연자 996명 중 15명에서 불유합이 나타났다. 불유합이 발생한 환자들에서 흡연자의 비율이 높게 나타났으며(61.5%), 흡연과 불유합의 발생 간에는 통계적으로 유의한 결과가 나타났다($p < 0.001$).

5) 불유합 발생과 음주와의 관계

전체 1317명 환자 중 1주일에 1회 이상의 음주를 하는 사람은 639명 이었으며 이 들 중 13명에서 불유합이 발생하였으며, 비음주자 678명 중 26명에서 불유합이 나타났다. 불유합이 발생한 환자들에서 음주자의 비율은 33.3% 였으며, 음주와 불유합의 발생은 통계적으로 유의한 결과가 나타나지 않았다. (χ^2 test, $p = 0.072$).

6) 불유합 발생과 최초 수술시 진단과의 관계

전체 1317명 환자 중 외상에 의한 척추 질환(골절 및 탈구, 방출성 골절, 외상 후 후만증 등)이 219명, 척추관 협착증이 843명, 척추 전방 전위증이 132명, 척추관 협착증과 전방 전위증이 함께 있는 경우가 123명이었다. 이들에서 불유합은 각각 5명, 29명, 2명 및 3명에서 나타났으며, 최초 진단명과 불유합의 발생 간에는 통계학적인 유의성은 없었다(χ^2 test, $p = 0.628$). 외상과 퇴행성 척추 질환을 비교했을 경우 퇴행성 질환에서 더 많은 불유합이 나타났으나 둘 사이의 통계학적인 유의성은 나타나지 않았다. (χ^2 test, $p = 0.664$)

7) 불유합 발생과 이전 척추 수술 유무와의 관계

전체 1317명 환자 중 이전 유합술을 제외한 척추 수술을 받은 환자들은 249명이었으며, 이들 중 불유합은 12명에서 나타났으며, 이전 척추 수술 과거력이 없는 환자 1068명 중 27명에서 불유합이 나타났다. 기존 척추 수술 유무와 불유합 발생 간에는 통계학적으로 유의한 결과가 나타났다(χ^2 test, $p = 0.021$).

3. 추적 관찰 중 확인된 위험 요소와 불유합 간의 관계

1) 불유합 발생과 유합 부위 감염과의 관계

전체 1317명 환자 중 42명(3.2%)에서 술 후 유합 부위의 감염이 진단되었으며, 이중 32명은 적절한 항생제 치료와 변연절제술 및 세척술로 호전을 보였다. 그러나 10명은 지속적인 감염과 이차적인 금속 해리 등으로 인해 지속적인 유합부 통증과 신경 증상이 지속되어 불유합을 진단받았으며 재수술을 시행받았다. 즉, 술 후 감염과 불유합의 발생 간에는 통계학적으로 유의한 결과를 보였다(χ^2 test, $p < 0.001$).

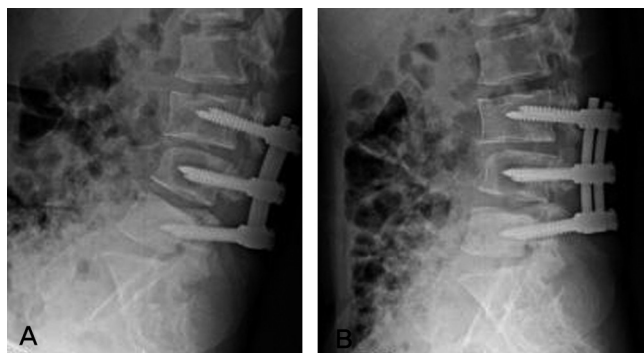


Fig. 2. Nonunion after arthrodesis (A,B) Dynamic view showing more than 2° angular motion on L4-L5 after PLF and screw loosening.

2) 방사선 투과 영역과 골유합과의 관계

전체 1317명 환자 중 6개월 째 방사선 투과 영역이 393명 (29.8%)에서 나타났으며, 이 들 중 1년째 방사선 투과 영역 양성은 219명(16.6%)이었다. 6개월 및 1년째 방사선 투과 영역이 모두 양성인 219명 중 불유합은 15명에서 나타났으며, 6개월 째 방사선 투과 영역 양성과 불유합 발생과는 통계학적으로 유의하지 않았으나(χ^2 test, $p = 0.432$), 1년 째 방사선 투과 영역 양성 간에는 통계학적으로 유의한 결과가 나타났다(χ^2 test, $p < 0.001$).

3) 불유합 발생과 금속 실패와의 관계

전체 1317명 환자 중 후외측 유합술 후 1년의 경과 관찰 이전에 척추경나사 및 강봉의 파손이나 이탈은 39명에서 발생하였으며, 이중 7명은 불유합이 진단되어 재수술을 시행 받았다. 이러한 금속 실패와 불유합의 발생 간에는 통계학적으로 유의한 결과가 나타났다(χ^2 test, $p < 0.001$).

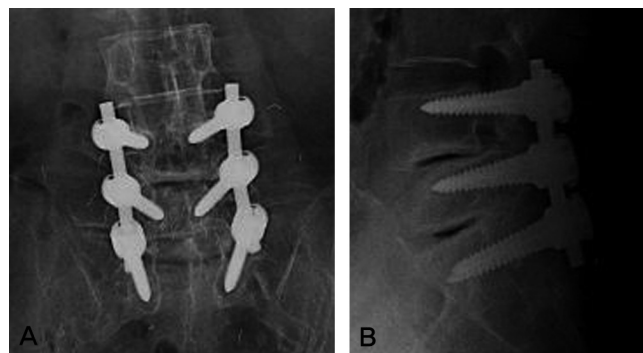


Fig. 3. Vacuum disc sign after arthrodesis (A,B) Anteroposterior and lateral view showing radiolucent stripes in L4-L5 and L5-S1 levels.

고찰

요추 유합술 후 나타나는 불유합의 임상적인 의미는 다양하나, 일부 환자들에서는 무증상이거나 다른 일부에서는 점진적인 통증이나 불안정성 등을 보일 수 있다. Lee 등⁴⁾은 척추 불유합술 후 1년이 지난 후에도 골유합을 얻지 못한 경우라 정의하였으며, 이는 굴곡-신전 촬영에서 후외측방 고정술의 경우 2° 이상의 움직임이 있거나, 후방 추체간 유합술의 경우 1° 이상의 움직임이 있는 경우로 판별하게 된다. 또한 굴곡-신전 검사에서 추체간 디스크에서 진공 상태의 변화에 의해서도 진단될 수 있다(Fig. 2, 3). 또한 Kant 등¹⁴⁾은 술 후 지속적인 요통과 방사통이 있는 환자에서 금속물 제거술을 시행하면서 술장에서의 직접적 관찰소견과 제거전의 전후면, 사면 단순 방사선 사진 상의 골유합 정도를 비교한 후향적 연구에서 그 정확도는 68% 정도밖에 되지 않았으며 특히 다른 분절에 비해 요추 4번-5번 분절의 유합을 단순 방사선 사진만 가지고 해석하기에는 어려움이 있다고 말하였다.^{2,14)}

본 연구에서는 김 등¹⁵⁾의 연구에서와 같이 방사선 사진 추시 관찰을 통한 굴곡 신전 촬영과 임상 증상을 함께 고려하여 총 39

Table 1. Relationship between risk factors and nonunion.

Risk Factors		Nonunion		p- value
		Positive	Negative	
Smoking	Positive	24	297	$p < 0.001$
	Negative	15	981	
Infection	Positive	10	32	$p < 0.001$
	Negative	29	1246	
1 year-Clear zone	Positive	15	204	$p < 0.001$
	Negative	24	1074	
Previous spine operation	Positive	12	237	$p = 0.021$
	Negative	27	1041	
Metal failure	Positive	7	32	$p < 0.001$
	Negative	32	1246	



Fig. 4. Reoperation in case of nonunion. 70-year-old man with PLF for spinal stenosis L3-4, 4-5 (**A,B**) Dynamic view showing more than 2° angular motion on L4-5 and vacuum sign (**C,D**) Postoperative X-ray showing metal change with instrumented posterolateral fusion L5-S1 and PLIF L4-5.

명의 불유합 환자를 진단하였으며, 이들 모두를 재수술하였고 수술 시야에서 불유합으로 인한 분절간 이상 운동을 확인할 수 있었다(Fig. 4). 이 과정에서 방사선 사진상 양측 횡돌기 사이의 유합 덩어리의 연속성이 확인된 경우도 5예 포함되었으며, 이는 Tokuhashi 등¹⁰⁾의 보고에서처럼 이러한 유합에도 불안정성을 보이는 분절이 존재하는 것으로 판단된다. Lee 등⁴⁾은 불안정성이 없고 동통이 없는 환자의 경우, 불유합에 대한 치료가 필요하지 않다고 하였으며 증상을 호소하는 가관절증의 경우 골이식술이나 전방 척추체간 고정술 등의 수술적 치료가 필요하다고 하였다.

이전의 연구 결과들에 따르면 불유합 발생과 관련 있는 인자로는 유합 분절 수, 환자의 흡연, 감염, 이전 척추 수술 횟수, 술 중 테크닉, 과도한 움직임 및 외상과 골다공증, 비타민 D 결핍, 흡수장애 증후군 등의 대사 질환 등이 보고되고 있다.⁷⁾

연령과 불유합의 관계에서 Rawlins 등⁷⁾은 연령이 많아질수록 불유합이 유의하게 증가한다고 주장하였고, 반면 Lee 등⁴⁾은 연령과 불유합이 무관하다고 보고하였다. 본 연구에서는 60세 미만에서 상대적으로 불유합이 많은 것으로 나타났으며 연령과 불유합 사이에는 통계학적으로 유의한 결과는 나타나지 않았다(χ^2 test, $p = 0.245$). 이는 연령의 증가에 따라 골밀도의 감소를 동반하고 결과적으로 금속의 고정력 소실을 유발된다는 이전의 보고들과는 차이가 나는데, 연령뿐만 아니라 술 후 활동도의 차이 등 다른 인자들의 영향이 결과에 영향을 끼쳤을 것으로 사료된다.

불유합은 유합한 척추 분절이 증가할수록 그 발생이 많은 것으로 알려져 있다. Selby 등¹⁶⁾은 요추 전방 유합술을 한 분절에 한 경우 불유합 발생이 14%였으나, 두 분절에서는 30%에서 불유합이 발생함을 보고하였다. Cleveland 등¹⁷⁾은 세, 네 분절 이상 요추 유합술을 할 경우 불유합 발생이 30% 이상이며, 전방 경추 유합술의 경우에서도 분절이 증가할수록 불유합 발생이 많음을 보고하였다.

본 연구에서 한 분절에 유합술을 시행한 276명중 7명(7.61%), 두 분절 이상에서는 1041명중 31명(8.88%)에서 불유합이 발생하였다. 불유합 발생과 척추 분절 수간에는 분절수가 증가할수록 불유합 발생이 많았으나 통계학적으로 유의한 결과가 나타나지는 않았다(χ^2 test, $p = 0.897$). 이는 유합 분절이 증가할수록 불유합 가능성이 높아지나, 천추 분절의 유합 여부 및 유합 기간까지의 다양한 인자들의 영향이 있는 것으로 사료된다.

흡연은 자연성 골 치유를 방해하는 직, 간접적인 원인으로 알려져 있다. Brown 등¹⁸⁾은 흡연자와 비흡연자를 각 50명씩 두 군으로 나누어 두 분절의 후궁 절제술과 유합술을 시행 받은 환자들을 비교하여, 흡연자군의 40%, 비흡연자군의 8%에서 불유합이 발생하였다고 보고하였다. 또한 비흡연자군의 산소 분압 평균이 95 ~ 97%로 정상 범위였던 반면에 흡연자군에서는 평균 78.5%로 나타났으며, 낮은 산소 분압은 이차적으로 높은 혈중 이산화탄소 농도와 동맥의 혈관 수축을 유발하여 골유합에 필요한 산소화를 저해시킨다고 보고 하였다. Hardley 등¹⁹⁾은 만성 흡연자들에 있어서 척추 유합술 시행 후 흡연의 부정적

인 영향에 대해 보고하였는데, 그들의 연구에서 흡연자군에서 osteoconduction 및 osteoinduction의 과정에 필수적인 capillary ingrowth를 저해하고 functional osteoblast를 감소시킨다고 보고하였다.

본 연구에서 전체 1317명 환자 중 흡연자는 321명 이었으며 이들 중 24명에서 불유합을 진단 받았으며, 비흡연자 996명 중 15명에서 불유합을 진단받았다. 흡연과 불유합의 발생 간에는 통계적으로 유의한 결과가 나타나 기존의 보고들과 같은 결과를 보였다(χ^2 test, $p < 0.001$).

척추 유합술은 척추 변형이나 외상의 경우 효과적인 치료법으로 사료되나, 퇴행성 척추 질환에 있어서는 그 효용에 대해 논란이 있다. Fritzell 등²⁰⁾은 전향적 무작위 대조군 연구에서 만성 요추부 통증과 추간판의 퇴행성 변화가 있는 경우에서 요추부 유합술이 비수술적인 치료보다 효과적임을 보고하였으나, Brox 등²¹⁾은 만성요추부 통증과 퇴행성 변화에서 유합술과 인지 치료와 운동을 포함한 비수술적 치료 결과 간에 차이가 없다고 주장하였다. 그리고 Steib 등⁸⁾이 요추부 및 요천추부 유합술의 결과 분석에서 전방전위증, 추간판증, 측만증, 그리고 불유합의 경우로 구분하여 각각을 비교하여 보고한 적은 있었으나, 외상과 퇴행성 질환의 종류에 따른 치료 결과를 비교한 보고는 없었다. 이에 저자들은 유합술을 시행 받은 대상 환자들을 최초 진단명에 따라 외상, 척추관 협착증, 척추 전방 전위증 및 척추관 협착증과 척추 전방 전위증을 동시에 진단받은 네 군으로 나누어 분석한 결과, 최초 진단과 불유합 간에는 유의한 차이가 없었으며(χ^2 test, $p = 0.628$), 외상과 퇴행성 질환의 두 군으로 나누어 비교한 경우도 통계학적으로 유의한 결과가 나타나지 않았다(χ^2 test, $p = 0.664$).

본 연구에서는 전체 1317명 환자 중 척추 수술 과거력이 있는 환자들은 249명이었으며, 이들 중 12명에서 불유합이 발생하였으며, 이전 척추 수술 과거력이 없는 환자들 중 27명에서 불유합이 나타났다. 기존 척추 수술 유무와 불유합 발생 간에는 통계학적으로 유의한 결과가 나타났다(χ^2 test, $p = 0.021$).

본 연구에서 전체 1317명중 42명(3.2%)에서 술 후 유합 부위의 감염이 진단되었고 이중 32명(2.4%)은 적절한 항생제 치료와 추가적인 변연절제술 및 세척술로 치료가 되었으나, 나머지 10명(0.8%)은 지속적인 감염으로 불유합이 발생하여 재수술을 받았다. 술 후 감염과 불유합의 발생(χ^2 test, $p < 0.001$) 간에는 통계학적으로 유의한 결과를 보였다. 이는 Raizman 등²²⁾의 연구 결과처럼 본 연구에서도 감염이 척추 유합술 후 불유합 발생의 중요한 인자로 생각된다.

Tokuhashi¹⁰⁾는 척추기기 주위에 발생하는 모든 방사선 투과대가 불유합을 의미하는 것은 아니며 시간이 지나면서 확대되어

가는 투과대만이 불유합을 의심하게 한다고 하며 투과대의 존재 여부보다는 추시상 투과대의 소실 또는 확대 등의 형태학적 변화의 추이가 더 중요한 인자라고 하였다. 본 연구에서 추시 관찰 상 방사선 투과 영역의 존재가 반드시 불유합의 발생을 의미하는 것은 아니었으나 6개월째와 1년째 외래 추시 상에서 모두 양성인 경우엔 불유합의 발생률이 더욱 높았다. 그리고 불유합을 진단 받은 39명중 15명에서 1년째 방사선 투과 영역 양성이었으며, 방사선 투과 영역과 불유합 발생 사이에는 통계학적으로 유의한 결과가 나타났다(χ^2 test, $p < 0.001$). 또한 Tokuhashi 등¹⁰⁾의 연구 결과처럼 본 연구에서도 방사선 투과 영역은 골유합군에서도 초기에 나타나나 골유합이 진행되면서 사라지는 것이 확인되었다.

본 연구의 대상이 된 1317명의 환자들 중 수술 직후 방사선 사진으로 판단하였을 때 특이할 만한 금속의 이상 위치는 단 1례에서 관찰되어 조사항목으로 고려하지 않았으나, 경과 관찰 중 척추경 나사 또는 강봉의 파손 및 이탈이 39명에서 발생하였다. 이러한 금속 실패가 나타날 경우 추후 경과 관찰에서 불유합의 발생 빈도가 높았으며 통계학적으로 유의한 것으로 나타났다(χ^2 test, $p < 0.001$). 또한 Lee 등⁴⁾이 불유합의 원인 인자 중 하나로 보고한 유합부의 과도한 움직임과 외상은 술 후 환자 개개인의 과도한 움직임에 대한 유무에 대한 객관적인 기준의 부재 및 후향적 조사의 한계점으로 인해 본 연구에서는 조사 항목으로 고려하지 않았다.

결론

불유합을 진단하는데 있어 기존의 유합 덩어리의 양측 연속성 및 굴곡 신전 방사선 사진만으로 불유합을 판단하는데 제한점이 있으며 유합 분절의 국소 동통, 신경학적 증상 등의 임상적인 측면을 함께 고려하는 것이 타당할 것으로 사료된다. 그리고 동반 내과 질환, 이전 척추 수술 여부, 흡연, 감염 및 금속 실패 등이 요추부 후외방 유합술 후의 불유합의 발생과 관련이 있는 것으로 생각되며, 이와 관련하여 정확한 술 전 평가들과 술 중 정확한 술기의 사용이 이루어져야 하겠다. 또한 적절한 항생제 치료를 통한 수술 부위 감염 발생 예방과 흡연의 영향에 대한 환자와 보호자의 인식 및 금연의 실천이 골유합을 획득하는데 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Cohen DB, Chotivichit A, Fujita T, et al. Pseudoarthrosis repair. Autogenous Iliac Crest Versus Femoral Ring Allograft. *Clin Orthop*. 2000;371:46–55.
2. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery DM, Kurz LT. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine*. 1997;22:2807–12.
3. Weinstein MA, McCabe JP, Cammisa FP Jr. Postoperative spinal wound infection: a review of 2,391 consecutive index procedures. *J Spinal Disord*. 2000;13:422–6.
4. Lee C, Dorcil J, Radomski TE. Nonunion of the spine: A Review. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;419:71–5.
5. Albert TJ, Pinto M, Denis F. Management of symptomatic lumbar pseudoarthrosis with anteriorposterior fusion. A functional and radiographic outcome study. *Spine*. 2000;25:123–9.
6. Hilibrand AS, Dina TS. The use of diagnostic imaging to assess spinal arthrodesis. *Orthop Clin North Am*. 1998;29:591–601.
7. Rawlins BA, Michesen CB. Failed lumbosacral fusions: state of the art review. *Spine*. 1994;8:563–71.
8. Steib JP, Bogorin I, Brax M, Lang G. Results of lumbar and lumbosacral fusion: clinical and radiological correlations in 113 cases reviewed at 3.8 years. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2000;86:127–35.
9. Mok JM, Cloyd JM, Bradford DS, et al. Reoperation after primary fusion for adult spinal deformity: rate, reason, and timing. *Spine*. 2009;34:832–9.
10. Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Oda H, Uei H. Clinical course and significance of the clear zone around the pedicle screws in the lumbar degenerative disease. *Spine*. 2008;8:903–8.
11. Tokuhashi Y, Nishimura T, Matsuzaki Y. Clinical results of more than 10 years after posterolateral fusion with pedicle screw fixation for degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine*. 2004;17:185–92.
12. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Plating of thoracic, thoracolumbar, and lumbar injuries with pedicle screw plates. *Orthop Clin North Am*. 1986;17:147–59.
13. Okuyama K, Abe E, Suzuki T, Tamura Y, Chiba M, Sato K. Posterior lumbar interbody fusion. A retrospective study of complications after facet joint excision and pedicle screw fixation in 148 cases. *Acta Orthop Scand*. 1999;70:329–34.
14. Kant AP, Daum WJ, Dean SM, Uchida T. Evaluation of lumbar spine fusion. Plain radiographs versus direct surgical exploration and observation. *Spine*. 1995;21:2313–7.
15. Kim KT, Suk KS, Lee SH, Kim JM. Revision arthrodesis after lumbar fusion in degenerative lumbar disease. *J Kor Orthop Assoc*. 2003;38:659–64.
16. Selby DK, Henderson RJ, Blumenthal S, Dossett D. Anterior lumbar fusion. (in White AH, Rothman RH, Ray CD eds. *Lumbar spine surgery: techniques and complications*. St. Louis, C.V. Mosby:1987. 112–32.)
17. Cleveland M, Bosworth DM, Frederick R, et al. Pseudarthrosis in the lumbosacral spine. *J Bone Joint Surg Am*. 1947;30:302–12.
18. Brown CW, Orme TJ, Richardson HD. The rate of pseudarthrosis (surgical nonunion) in patients who are smokers and patients who are nonsmokers: A comparison study. *Spine*. 1986;11: 942–3.
19. Hadley MN, Reddy SV. Smoking and the human vertebral column: a review of the impact of cigarette use on vertebral bone metabolism and spinal fusion. *Neurosurgery*. 1997;41:116–24.
20. Fritzell P, Hägg O, Wessberg P, Nordwall A; Swedish Lumbar Spine Study Group. 2001 Volvo Award Winner in Clinical Studies: Lumbar fusion versus nonsurgical treatment for chronic low back pain: a multicenter randomized controlled trial from the Swedish Lumbar Spine Study Group. *Spine*. 2001;26:2521–32.
21. Brox JI, Sørensen R, Friis A, et al. Randomized clinical trial of lumbar instrumented fusion and cognitive intervention and exercises in patients with chronic low back pain and disc degeneration. *Spine*. 2003;28:1913–21.
22. Raizman NM, O'Brien JR, Poehling-Monaghan KL, Yu WD. Pseudarthrosis of the spine. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17:494–503.

요추부 후외방 유합술 후 수술적 치료를 요하는 불유합의 위험 인자

하임식 • 이규열 • 손성근 • 정일권 • 선상규

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 요추부 후외방 유합술 후 수술적 치료를 요하는 불유합에 대한 후향적 연구

목적: 본 연구는 요추부 후외방 유합술 후 발생한 불유합으로 재수술을 시행한 환자들을 대상으로 불유합과 관련된 위험 인자를 분석하여 보고하고자 한다.

선행 문헌의 요약: 요추부 유합술 후 불유합의 진단은 방사선 사진만으로 평가되어져 왔다. 불유합의 발생율은 많은 무증상 환자들로 인해 적게 보고되고 있는 실정이다.

대상 및 방법: 요추부의 후외방 유합술을 시행 받고 1년 이상 추시 관찰이 가능했던 1317명을 대상으로 방사선 사진을 분석하였다. 불유합은 유합술 시행 1년 후 굴곡 신전 방사선 검사상 추체간의 움직임 및 수술 부위의 국소 동통과 통증이 동반되는 경우로 정의하였다. 불유합으로 진단된 39명에서 재수술을 시행하였고, 불유합과 나이, 수술 받은 척추 분절 수, 동반 질환, 흡연, 음주, 최초 수술시 진단, 이전 척추 수술 여부, 수술 부위 감염, 방사선 투과대 발생, 척추경 나사의 이상 위치 및 금속 실패와의 관련성을 분석하였다.

결과: 재수술을 시행한 39명에서 모두 불유합이 확인되었다. 불유합은 흡연자군, 술 후 감염이 발생한 군 및 척추 수술 과거력이 있는 군에서 더 많았고 각각은 통계학적으로 유의하였다($p < 0.05$). 그리고 1년째 지속적으로 방사선 투과대 양성인 경우 및 금속 실패와 불유합 발생 간에도 통계학적으로 유의한 결과가 나타났다($p < 0.05$). 나이, 수술 받은 척추 분절 수, 진단명, 그리고 음주 간에는 통계학적 유의성이 없었다($p > 0.05$).

결론: 기존의 방사선 사진만으로 불유합을 정의하는 것은 제한점이 있어 임상 증상을 진단에 추가하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 또한 이전 척추 수술 여부, 감염, 흡연, 방사선 투과대 발생 및 금속 실패 등의 경우에서 불유합 발생률이 유의하게 높았으며, 골유합 획득을 위해 이런 인자들에 대한 술 전, 술 후 평가가 충분히 고려되어야 할 것으로 사료된다.

색인 단어: 요추, 후외방 유합술, 불유합, 위험 인자

약칭 제목: 요추부 후외방 유합술 후 불유합