

요추 인공 추간판 치환술에서 분절 가동성에 영향을 미치는 요소

정성수 · 이종서 · 최성우 · 유제욱 · 권종원*

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실, 진단방사선과학교실*

Factors Affecting Segmental Motion of Lumbar Total Disc Replacement

Sung Soo Chung, M.D., Chong Suh Lee, M.D., Sung Woo Choi, M.D.,
Jae Wook Yu, M.D., and Jong Won Kwon, M.D.*

Departments of Orthopaedic Surgery and Radiology and Center for Imaging Science*,
Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To assess factors significantly affecting the range of motion of the lumbar spine at the operated segment following total disc replacement (TDR) arthroplasty.

Materials and Methods: Thirty-six patients (15 men and 21 women) who received lumbar TDR at a single level using Prodisc II (Spine Solutions Inc, New York, NY USA) were included in this study. The study included 23 cases at L4-5 and 13 cases at L5-S1. The average patient age was 43.6 years (range, 23-59 years) and the minimum follow-up was 24 months (range, 24-61 months). Two independent observers measured radiological parameters preoperatively, at 3 months postoperatively, and at the final follow-up. These parameters included disc height, affected level segmental range of motion (ROM) and prosthesis position and height. A radiologist independently measured facet joint degeneration and the fat contents of the paraspinal muscles on preoperative MR images. Clinical results were evaluated using the Oswestry Disability Index (ODI) and the Visual Analogue Scale (VAS).

Results: Segmental ROM was well preserved at the final follow-up (preoperative, 11.3 degrees; 3 months postoperative 13.2 degrees; final follow up, 13.1 degrees). The factors found to affect segmental ROM significantly at the final follow-up were the preoperative ROM, preoperative disc height, disc height increment ratio and a history of previous back surgery on the affected disc ($p < 0.05$). The VAS significantly improved in patients with increased segmental ROM at the operated level ($p < 0.05$).

Conclusion: Statistical analysis showed that the factors affecting segmental ROM were the preoperative ROM, preoperative disc height, disc height increment ratio, and a history of previous back surgery on the affected disc. However, further effort needs to be directed towards an evaluation of a larger number of patients with a longer follow-up.

Key Words: Lumbar total disc replacement, Range of Motion, Disc height

서론

보존적 치료에 실패한 요추 추간판 퇴행성 변화에 의한 요통에서 척추 유합술은 치료의 근간이 되고 있다. 그러나, 척추 유합술은 분절의 운동성을 없애고, 이를 보상하기 위해 인접 분절에 과도한 부담을 주어 퇴행의 가속, 척추관 협착증, 후관절(facet joint) 관절염 및 불안정성

을 유발하는 단점이 있으며 만족스러운 치료의 결과는 약 65-93% 정도로 보고되어 있다^{17,19,26}. 수술 기술과 기구의 발달로 인해 방사선적 유합의 성공률은 95% 이상에 이르고 있으나, 임상적인 통증의 호전은 60-80%에 머물러 이러한 유합의 성공이 통증의 호전을 의미하지 않는다는 사실은 퇴행성 디스크 질환에서 유합을 대체할 새로운

통신저자 : 최 성 우
서울시 강남구 일원동 50
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과
TEL: 02-3410-3509 • FAX: 02-3410-0061
E-mail: osfracture@naver.com

Address reprint requests to
Sung-Woo Choi, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University School of Medicine,
50, Irwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: +82-2-3410-3509, Fax: +82-2-3410-0061
E-mail: osfracture@naver.com

치료법을 찾는 동기가 되었다³¹⁾.

1966년 Fernstrom이 추간판 간격과 운동성을 유지하기 위하여 추간판 위치에 stainless ball을 삽입한 이후로 지난 40여년 동안 요추부 추간판에 대한 관심 및 연구가 광범위하게 있어 왔다. 이러한 연구의 목적은 병적인 추간판을 제거하여 통증을 감소시키고, 정상적인 분절 운동을 유지하여 인접 분절의 퇴행을 방지하고자 하는 것이다. 그러나 정상적인 추간판의 생역학적 성질이 복잡하여 아직 그 기전이 모두 밝혀지지 않았고, 인공 추간판의 가동성에 영향을 미치는 요인을 잘 알지 못한다는 것이다.

이에 저자들은 본 교실에서 요추 인공 추간판 치환술을 시행한 예의 치료 결과와 요추 가동성을 측정하여 이에 영향을 미치는 여러 요인들을 후향적으로 분석하여 보고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

2002년 6월부터 2004년 10월까지 본 교실에서 수술 받은 단일 분절 요추 인공 추간판 치환술 중 2년 이상 추시된 36예를 대상으로 하였다. 남자가 15명, 여자가 21명이었고, 평균 연령은 43.6세(23-59세)였으며, 추시기간은 평균 41.8개월(24-61개월)이었다. 6개월 이상의 약물 치료, 물리 치료를 포함한 보존적 치료에 반응이 없는 추간판성 통증을 대상으로 하였다. 단순 방사선 검사에서 추간판 높이 감소가 없거나 경미해서 퇴행성 변화가 뚜렷하지 않으나 자기 공명 영상에서 초기의 퇴행성 변화와 섬유륜의 파열 소견을 보이며, 추간판 조영술에서 양성인 경우, 즉 평소의 통증과 일치하는 통증이 유발된 경우를 추간판 내장증으로 진단하였고 모두 14예이었다. 단순 방사선 검사에서 추간판 높이 감소, 골극 형성 등 퇴행성 변화가 뚜렷하고, 자기 공명 영상에서 진행된 퇴행성 변화가 있는 경우는 퇴행성 추간판 질환으로 진단하였고, 22예이었다. 해당 분절에 수핵 제거술 또는 화학 수핵 용해술의 과거력이 있는 경우는 8예이었다. 이환 부위는 요추 4-5번이 23예, 요추 5번-천추 1번간이 13예로, 모든 예에서 Prodisc II™ (Spine Solutions Inc, New York, NY)를 사용하였다.

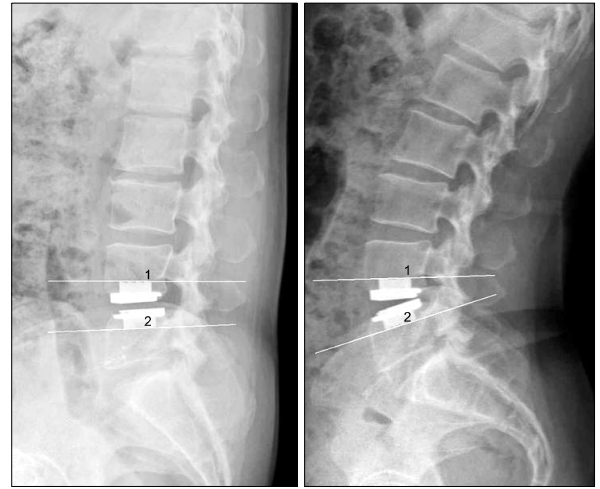


Fig. 1. Flexion-extension radiographs of a patient who underwent TDR implantation at L4-L5. The TDR ROM was measured using the Cobb method with the keels as radiographic landmarks in flexion and extension X-rays.

2. 평가

수술 전 기립 단순 방사선 영상 및 굴곡-신전 영상에서 이환 부위의 분절 가동성, 추간판 높이를 측정하였다. 수술 후(2주 이내) 전후면, 측면 영상에서는 인공 디스크의 위치, 시상면상 이환 분절 척추체 종판 길이, 금속 삽입물의 길이, 높이를 측정하였으며, 술 후 3개월과 최종 추시 굴곡-신전 영상에서 수술 부위의 가동성을 측정하였다. 분절간의 각도는 Lim 등²²⁾이 주장한 용골(keel)을 표식물(landmark)로 하여 Cobb's 방법으로 측정하였다(Fig. 1). 후관절의 퇴행, 척추 근 지방 변성의 정도는 환자 선택, 수술, 추시에 참여하지 않은 방사선 전문의가 술 전 MRI로 등급을 평가하였다. 후관절 퇴행은 Weishaupt 등^{18,30)}에 의한 등급 평가로 좌·우측이 상이할 때는 더 심한 등급을 채택하였고, 척추 근 지방 변성은 Goutallier 등^{12,25)}에 의한 방법을 사용하였다(Fig. 2, Table 1). 수술 후 전례에서 조기 거동과 관절 운동을 시행하였다. 모든 단순 방사선상 측정은 2명의 측정자가 Centricity software (General Electric Inc., Milwaukee, Wisconsin)로 각각 측정하였으며 측정자 내 타당성(intraobserver variability)을 확인하기 위해 처음 측정 수 주 후에 반복 측정하였고, 4번의 측정값 평균 값을 최종 값으로 사용하였다. 최종 분절 가동성에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각되는 여러 요소들을 다음과 같이 분류하여 각각 통계적 의의를 확인하여 보았다.



Fig. 2. Muscle fatty degeneration grade 2, right facet joint degeneration grade 1 and left grade 3.

1) 수술 전 요인

성별, 나이(y), 이환 분절(L4-5, L5-S1), 체질량 지수(BMI), 이전 이환 분절 수술 병력, 후관절 퇴행(Weishaupt 등^{18,30})에 의한 등급 평가), 척추 근 지방 변성(Goutallier 등^{12,25})에 의한 등급 평가), 술 전 disc 높이(mm), 술 전 인접 분절에 대하여 이환 분절의 disc 높이 감소 비율(%)(disc height decrement ratio)*, 술 전 가동성을 통계적으로 최종 분절 가동성과 유의성을 확인하였다.

$$*L4-5는 \frac{L4-5 \text{ disc Ht} \times 2}{(L3-4 \text{ disc Ht} + L5-S1 \text{ disc Ht})} \times 100 (\%)$$

$$L5-S1은 \frac{L5-S1 \text{ disc Ht} \times 2}{(L3-4 \text{ disc Ht} + L4-5 \text{ disc Ht})} \times 100 (\%)$$

2) 수술 중 요인

추간판 높이 증가 비율, 인공 디스크 회전 중심의 위치(Table 2)^{20,24}, 시상면상 척추 체와 인공 삽입물의 크기 비율(80% 미만, 80% 이상)⁸, 삽입물의 높이 등을 측정하여 통계적으로 최종 분절 가동성과 유의성을 확인하였다.

Table 1. (A) Grading of the Lumbar Facet Joint Degeneration Using Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging, as Described by Weishaupt *et al.* (B) Fat Content of the Lumbar Paraspinal Muscle, as Described by Goutallier *et al.*

(A) Grade 0	Normal facet joint space (2-4 mm width)
Grade 1	Narrowing of the facet joint space (<2 mm) and/or small osteophytes and/or mild hypertrophy of the articular process
Grade 2	Narrowing of the facet joint space and/or moderate osteophytes and/or moderate hypertrophy of the articular process and/or mild subarticular bone erosion
Grade 3	Narrowing of the facet joint space and/or large osteophytes and/or severe hypertrophy of the articular process and/or severe subarticular bone erosion and/or a subchondral cyst
(B) Grade 0	No intramuscular fat
Grade 1	Some fatty streaks present
Grade 2	Fat evident, but less fat than muscle tissue
Grade 3	Amounts of fat and of muscle equal
Grade 4	More fat than muscle tissue

Table 2. Prosthesis Position as Described by McAfee *et al.* (A), and Le Huec *et al.* (B)

(A) Group 1,	ideal placement within 3 mm of the exact central placement in both the coronal and midsagittal planes (2 mm posterior to the midpoint of the vertebral body in the sagittal plane)
Group 2,	suboptimal placement from 3 to 5mm from the exact central placement in at least one axis
Group 3,	poor placement greater than 5 mm from the exact central placement in at least one axis
(B) On a lateral radiograph,	the distance between implant posterior edge and the posterior edge of the inferior vertebral body of the segment
Satisfactory	less than 4 mm
Moderate	between 4 and 7 mm
Inadequate	greater than 7 mm

3) 수술 후 요인(결과적 요인)

임상 결과의 평가는 수술 전, 최종 추시를 기준으로 통증(요통)에 대한 visual analog scale (VAS)와 Oswestry Disability Index (ODI)로 각각에서 75% 이상 호전된 군과 그렇지 않은 군을 비교하였다⁷.

4. 통계

통계학적 분석 방법으로 SPSS 13.0프로그램을 사용하였으며, 각각의 측정 요소에 따라서 전체 환자를 양분한 경우는 Independent sample t-test를 이용하여 두 군 간을 비교하였고, 환자 군이 삼분 이상인 경우에는

one-way ANOVA test 또는 Kruskal-Wallis test를 이용하였고, 연속 변수인 2가지 요인간의 연관성을 알기 위해 Pearson 또는 Spearman 상관 관계 분석을 이용하였다. 계측자 내, 계측자 간의 분석은 Reliability analysis using Intraclass Correlation Coefficient법을 이용하여 통계적 의의를 검정하였다.

결 과

한 계측자에 의한 반복 측정 신뢰도(intrareliability)는 중등도-고도(0.66-0.98)를 보였고, 계측자간의 신뢰도(interreliability)도 중등도-고도(0.74-0.93)를 보였다.

평균 분절 가동성은 술 전 11.3 (3.8-21.7)°에서 수술 3개월 후 13.2 (8-20)°, 최종 추시 13.1 (8.2-19.3)°로 수술 후 분절 가동성이 최종 추시(평균 41.8개월)까지 유

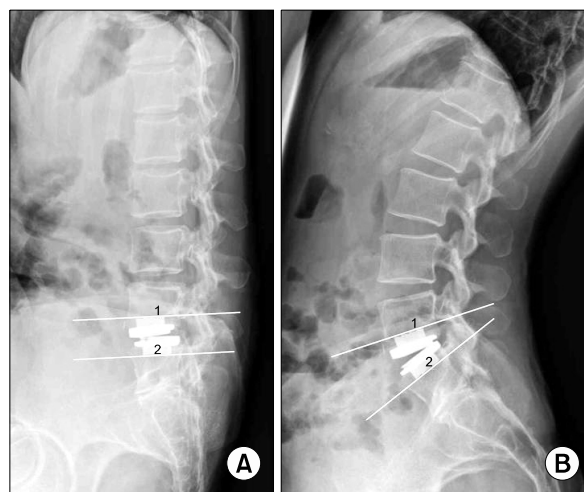


Fig. 3. Lateral flexion (A) and extension (B) radiographs at 4-years of a 40-year-old woman with the Prodisc II applied to L5-S1. Segmental ROM was 18°. Lumbarization of S1.

Table 3. Summary of the Profiles (Categorical Variables)

	Factors	Groups	Number	Last ROM	p-value
Preoperative factors	Sex	F	21	13.7	0.156
		M	15	12.2	
	Age (y)	<50	29	12.9	0.412
		≥50	7	14.0	
	Affected Level	L4 L5	23	13.7	0.151
		L5 S1	13	12.1	
	BMI (kg/m ²)	<25	19	14.0	0.064
		≥25	17	12.1	
	Previous back surgery (affected level)	Yes	8	11.0	0.035*
		No	28	13.7	
	Facet degeneration (grade)	0	3	10.3	0.504
		1	24	13.6	
		2	4	10.8	
		3	5	14.3	
	Fat content of the lumbar paraspinal muscles	0	8	12.8	1.000
		1	25	13.2	
		2	3	12.8	
Intraoperative factors	COR group (McAfee <i>et al</i>)	Group 1	25	13.6	0.248
		Group 2	7	12.6	
		Group 3	4	10.6	
	(Le Huec <i>et al</i>)	Satisfactory	13	13.3	0.554
		Moderate	21	13.2	
		Inadequate	2	10.1	
	Disc prosthesis length (compared with vertebra body) on the sagittal plane (%)	<80%	5	12.0	0.435
		≥80%	31	13.3	
	Implant thickness	Medium	27	13.6	0.101
		Large	9	11.6	
	Disc height increment ratio (%)	<50%	19	14.3	0.018*
		≥50%	17	11.8	
Postoperative (Result) Factors	VAS for Back pain	<75%	13	11.6	0.035*
		≥75%	23	13.9	
	ODI	<75%	16	13.0	0.909
		≥75%	20	13.2	

*Significant correlation with the last segmental ROM ($p < 0.05$).

Table 4. Summary of Profiles (Continuous Variables)

Factors			p-value	
Preoperative Factors	Age	Pearson Correlation	0.171	0.320
	Affected level disc height decrement ratio (compared with adjacent level disc height) (%)	Pearson Correlation	0.267	0.115
	Preoperative disc height (mm)	Pearson Correlation	0.370	0.026*
	Preoperative ROM (degree)	Pearson Correlation	0.416	0.012*
Intraoperative factors	Disc height increment ratio (%)	Spearman's rho correlation Coefficient	-0.415	0.012*

*Significant correlation with the last segmental ROM ($p < 0.05$).

지되었고(Fig. 3), ODI (0-100)는 67.1에서 17.4로 73% 호전, VAS (0-100)는 69.9에서 19.6으로 72% 호전되었다. 삽입물의 침강(subsidence)이 2예에서 있었으나, 이완(loosening), 탈구(dislocation), 금속물의 파단 등은 없었으며, 이소성 골화(heterotopic ossification)를 보인 예는 없었고, 전례에서 Huang 등¹⁶⁾이 주장한 5도 이상의 의미 있는 분절 운동을 보였다.

각각의 항목을 평가하기 쉽게 체계적으로 분류하여 수술 전 요인, 수술 중 요인, 수술 후 요인으로 분류하여 평가 하였다(Table 3, 4).

1. 수술 전 요인

이전 이환 분절 수술 병력이 1회 이상인 군 8예에서 최종 분절 가동성이 11.0°, 수술 병력이 없는 28예에서 13.7°로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 술 전 추간판의 높이, 술 전 분절 가동성과 최종 분절 가동성은 통계적으로 유의한 상관 관계를 보였다(각각 Pearson correlation coefficient=0.370, 0.416, $p=0.026$, 0.012). 성별, 나이, 이환 분절, 체질량 지수(BMI), 후관절 퇴행, 척추 근 지방 변성, 술 전 인접 분절에 대한 수술 분절의 디스크 높이 감소 비율 등에 따른 최종 분절 가동성은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

2. 수술 중 요인

술 후 추간판 높이 증가 비율에 따른 결과에서는 추간판의 높이가 50% 미만 증가한 군에서 최종 분절 가동성이 14.3°, 50% 이상 증가한 군 11.8°로 통계적으로 유의한 차이를 보였고($p=0.018$), 수술 시 추간판 높이를 많이 증가시키면 최종 관절 운동이 감소하는 역의 상관 관계를 보였으며 통계적으로 유의하였다(Spearman's cor-

relation coefficient=-0.415, $p=0.012$). 인공 추간판 회전 중심의 위치, 시상면상 척추 체와 금속물의 크기 비율, 삽입 금속물의 두께 등에 따른 최종 분절 가동성은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

3. 수술 후 요인(결과적 요인)

VAS가 75% 미만 호전 된 13예에서 최종 분절 가동성이 11.6°, 75% 이상 호전된 23예에서 13.9°로 통계적 유의성이 있었으며($p=0.035$), ODI가 75% 미만 호전된 16예에서 13.0°, 75% 이상 호전된 20예에서 13.2°로 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

고 찰

유합술에 비해 인공 추간판 치환술의 근본적인 장점 중 하나는 운동 분절이 보존된다는 것이고, 이는 인접 분절에 부담을 증가 시키지 않으며 유합술에 의한 인접 분절의 과도한 부담으로 인한 추간판 퇴행, 후관절 퇴행, 불안정성, 협착증 등의 여러 가지 문제를 막을 수 있다^{11,14-16,21,23)}. 이론적으로 유합 분절에서 가동성의 소실은 인접 분절에 응력(stress)과 가동성의 증가를 초래하고, 인접 분절에 퇴행성 변화를 일으키며, 여러 저자들^{3,4,13)}은 후천성 척추 분리 증의 발생도 보고하였다. Auerbach 등¹⁾은 fluoroscopy로 인공 추간판 치환술을 시행한 군, 유합술을 시행한 군, 대조 군으로 나누어 수술 분절, 인접 분절의 운동을 관찰한 바 인공 추간판 치환술 군이 유합술 군 보다 대조 군에 더 가까운 생리적 운동 형태를 보이고, 또 유합술 군에서 가파른 굴곡 각도(steeper angulation slope)와 굴곡-신전 운동상 3 mm 이상의 과도한 시상면 운동을 관찰하고, 이는 불안정성과 퇴행성 변화의 요소가 되어 유합 술에 비하여 인공 추

간판 치환 술이 인접 분절 퇴행 막는데 더 효과적이라고 하였다.

Bertagnoli와 Kumar²⁾는 54명의 환자에서 Prodisc IITM를 치환하고 1년 이상 추시에서 L4-5 10° (9-13)°, L5-S1 9° (2-13)°로 보고하였고, Tropicano 등²⁹⁾은 53명의 환자에서 Prodisc IITM를 치환하고 평균 1.4년 추시 연구에서 L4-5 10° L5-S1 8°의 가동성을 보고하였으며, David⁹⁾는 단 분절의 Charitte artificial disc를 이용한 최소 10년 추시에서 평균 굴곡-신전이 10.1°, L4-5는 12.2°, L5-S1은 9.4°로 보고하였다. 저자들의 연구에서는 평균 굴곡-신전이 13.1°로 L4-5 13.7°, L5-S1 12.1°로 더 많은 관절 운동을 보였으나, 이는 삽입물에 따른 차이 및 추시 기간의 차이로 인한 것으로 생각된다.

현재의 여러 보고들^{15,16)}에서 가동성의 유지는 방사선적 인접 분절 퇴행을 막는다고 하고, 어떤 보고¹⁴⁾는 가동성의 유치가 임상 결과를 호전 시킨다고도 한다. 그러나, 인접 분절의 퇴행성 변화를 막는데 어느 정도의 각도가 필요한지는 알려져 있지 않고, 오히려 과도한 운동 범위는 불안정성을 유발하여 후관절과 인접 분절의 퇴행을 초래할 수도 있다. Huang 등¹⁴⁾은 38명의 환자를 8.6년 추시한 결과 5도 이상의 가동성이 있는 경우에 ODI와 modified Stauffer-Coventry score가 유의하게 높았다고 보고하였으며, 또 42명의 환자를 8.7년 추시하여 인접 분절의 퇴행성 변화를 조사하였는데 5° 미만의 가동성이 있는 군에서 34% 퇴행성 변화가 있었고, 5° 이상 가동성이 유지된 군에서 퇴행성 변화를 보인 예는 없다¹⁶⁾고 하여 5° 이상의 분절 가동성이 퇴행성 변화를 막는데 중요하다고 하였다.

가동성에 영향을 미칠 수 있는 요소로 환자 연관 요인과 환자와 연관되지 않은 요인으로 나누어, 환자 연관 요인은 술 전 가동성, 후관절 형태(integrity), 성별, 유전적 요인 등이 있으며, 술 전 디스크 공간의 붕괴, 척추 인대의 구축, 후관절 막의 구축 등은 술 후 가동성을 감소시킨다고 하였고, 환자와 연관 되지 않은 요인은 삽입물의 구조(design), 삽입물 크기, 수술 술기, 삽입물의 위치 등의 요인이 있으며, 삽입물이 너무 크거나 너무 전방에 위치하면 술 후 가동성이 감소된다고 하였다. 그러나, 유전적 요인, 척추 인대의 구축, 후관절 막의 구축 등은 술 전 예측하여 알기 어려우며 실제 임상 적용하기에도 어려운 점이 있다. 저자들은 수술 전 요인, 수술 중 요인,

수술 후(결과적) 요인으로 나누어 최종 분절 가동성을 살펴 본 바 술 전 가동성, 이전 수술 병력, 술 전 디스크 높이 등은 통계적으로 의미가 있었으나, 삽입물의 크기, 삽입물의 위치는 최종 분절 가동성에 영향을 주지 않았다. 삽입물의 크기, 삽입물의 위치가 가동성에 영향을 주지 않았던 것은 실제 수술에서 허용 범위 내에서의 삽입물 크기나 위치 선택으로 인한 것으로 생각된다.

저자들의 연구에서 성별, 나이, 이환 분절 부위, 체질량 지수(BMI) 등은 분절 가동성에 영향을 주지 않았으며, 비록 직접적 비교는 어렵지만 Huang 등¹⁵⁾은 42명의 환자(58 TDR)를 평균 8.7년 추시하여 여성과 남성이 평균 분절 운동에서 비슷한 수준을 보이고 있다는 것과 일치하며, Wong 등³²⁾이 100명의 건강한 volunteer들의 굴곡-신전 운동 조사에서 50대 이상에서 감소된 운동 범위를 보인다고 한 것과 비교되는 것은 흥미로운 결과이다.

저자들은 추간판 치환 술을 시행하는 경우에 비록 젊다고 하더라도 자연적인 퇴행성 변화가 오기 이전에 병적 상태의 추간판으로 이로 인한 통증, 인접 구조물의 변화 등의 여러 영향으로 술 전 가동성도 떨어져(술 전 가동성: 50대 미만 11.2°, 50대 이상 11.6°) 자연적인 경과와 차이를 보이는 것이 아닌가 생각한다. 본 연구에서 후관절의 퇴행 정도가 최종 분절 가동성에 영향을 주지 않은 것으로 나타났으며, 이는 요추에서 후관절이 회전 운동 제한에는 중요한 구조물이나 굴곡, 신전 운동에서는 후관절의 역할이 제한적인 것이어서 많은 영향을 주지 않은 것으로 생각된다.

요추 인공 추간판 치환 술은 정상적인 추간판 높이와 설상 각을 회복시켜 후관절에 부담을 줄이고 가동성을 회복시키는 목적이 있다. 그러나, 퇴행성 요추간판 질환의 경우에 장기간 추간판 간격이 좁아져 척주(Vertebral column)가 여기에 적응되어 있어 이의 회복을 위해 추간판 높이를 증가시키거나 설상각의 변화를 주는 것 혹은 인공 추간판을 삽입하는 동안 과도한 긴장(overstretching)을 주는 것은 추후 인대에 골화를 초래할 수도 있다. 이것은 정상적인 추간판 간격을 만들어 주려는 것과 모순이 된다. Regan 등²⁸⁾은 인공 추간판을 삽입하는 과정에서 central spreader로 과도한 견인(distract)이 후관절막을 손상시키고 이는 술 후 통증의 원인이 될 수 있다고 하며 이의 예방을 위해 술 전 방사선 검사에서 퇴행성 변화가 없는 인접 분절의 후방 추간판 높이(post

disc height)를 확인하여 정상 추간판 높이를 생각하고 수술 중 이보다 더 견인 하지 말 것을 주장하였다. 한편 Eijkelkamp 등¹⁰⁾은 척추 인대는 3.2 mm까지는 구조의 손상 없이 신장(elongation)될 수 있으며, 이 보다 더 견인을 하게 되면 구조적 변화를 초래하고 이는 결국 섬유화 변화를 일으켜⁶⁾ 분절 운동에 제한을 준다는 것에 근거해 퇴행성 변화가 온 척추 인대의 과도한 견인을 막기 위해 추간판 높이를 2 mm 이상은 넓히지 말라고 하였다. 그러나 인대 손상으로 인한 섬유화 변화, 골성 변화 등의 부정적 영향과, 정상적 추간판 높이의 회복으로 인하여 척추 시상면 정렬, 추간 공 감압 및 인접 구조물(후관절 등)에 부하 감소 등의 긍정적 효과의 상반된 모순을 고려하여 보아야 한다.

저자들은 후향적 연구로 수술 중 견인한 정도는 조사할 수 없었던 제한 점이 있으나, 인접 추간판 높이를 고려하여 수술하였고, 술 후 방사선 사진상 추간판 높이가 증가된 비율에 따라 50% 미만 증가한 군 14.3°, 50% 이상 증가한 군 11.8°로 통계적 유의성을 보였다($p=0.018$). Cinotti 등⁸⁾은 46명에서 56개의 추간판을 치환하고 최소 2년간 추시 후 63%에서 만족스러운 결과를 보고하고, 인공 삽입물 시상면의 지름이 척추 체 골단판의 80% 이상일 경우, 인공 삽입물이 중앙 또는 후방에 위치할 때 분절 운동이 좋았다고 하였으나, 저자들의 연구에서는 이러한 결과를 관찰할 수 없었다.

McAfee 등²⁴⁾은 CharitéTM 2년 추시 연구에서 인공 디스크의 위치에 따라 이상적인 위치(관상면에서 중심, 시상면에서 척추 체 중심의 2 mm 후방)에서 1군(Ideal): 3 mm 이내, 2군(Suboptimal): 3-5 mm, 3군(Poor): 5 mm 이상으로 나누어, 분절 가동성에서 1군이 2군 보다 우수하며, 이는 인공 추간판의 정상적인 기능에 영향을 줄 정도는 아니나, 이들은 3군에 비하여 유의할 만하게 분절 가동성이 좋다고 하여 인공 삽입물의 정확한 위치가 임상적 결과 및 가동성과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 저자들의 연구에서는 1군(25예) 13.6°, 2군(7예) 12.6°, 3군(4예) 10.6°로 통계적 유의성이 없었으며($p>0.05$), 1,2군 13.4°, 3군 10.6°로 분절 운동에 차이가 있으나 통계적 유의성이 없어 McAfee 등의 보고와 상반된 결과를 보였다. 이는 소규모의 연구로 3군의 숫자가 너무 적은 것이 그 원인일 것이라 생각된다.

수술 적응증, 수술 술기 등의 관점에서 인공 추간판 치

환 술은 전방 추체간 유합술과 매우 비슷하다. 그러나 술 후 재활에서는 전혀 다른데, 유합술 후에는 약 3개월간 보조기를 착용하여 운동을 제한하여야 하지만, 인공 추간판 치환 술에서는 조기에 굴곡 운동에서 회전 운동 이후, 신전 운동으로의 재활 운동이 필수적이다. 이는 대부분의 척추 수술 환자가 만성적 요통으로 인하여 감소된 활동성과 운동 범위를 가지고 있기 때문이다. Putzier 등²⁷⁾은 CharitéTM artificial disc를 이용한 평균 17년 추사에서 60%에 이르는 골화(ossification)로 인한 강직(ankylosis)을 보고하였는데 그들은 Schellnack⁵⁾이 최초 제시한 보조기를 착용하고 앉거나, 허리를 움직이지 않고 술 후 8주 간 안정 가료하는 술 후 재활을 시행하였다. 반면 Cinotti 등⁸⁾은 술 후 1주째부터 재활 운동을 한 군과 3개월간 corset을 착용한 군에서 각각 11°, 6°의 분절 운동을 보여 빠른 재활 운동이 가동성에 영향을 미친다고 보고하였고, David⁹⁾도 106명의 환자를 최소 10년 추시한 결과 7예의 골화(ossification)가 발생하였고 이들 중 6예는 초기 2년 이내 수술 예에서 발생하였으며 초기에는 Schellnack이 주장한 재활에 따라 술 후 8주간 보장 구(brace)를 착용하여 척추 가동성을 제한하였으나, 술 후 6일째부터 능동적 재활 치료(active physiotherapy)와 요 추부 신전을 제외한 조기 거동(early mobilization)을 시행하고서는 골화된 예가 없었다고 보고하여, 조기 거동과 능동적 재활치료의 중요성을 강조하였다. 저자들의 경우에는 모든 예에서 조기 거동과 관절 운동을 시행하여 이러한 비교는 할 수 없었다.

결론

요추 인공 추간판 치환술을 시행하고 최소 2년 이상 추시한 결과 수술 분절의 분절 가동성은 잘 유지되고 있었으며, 분절 가동성에 의미있게 영향을 미치는 요인으로는 수술 전 요인으로 이전 수술 병력, 술 전 추간판 높이, 술 전 가동성 등이 있었고, 수술 중 요인으로는 추간판 높이 증가 비율, 수술 후(결과적) 요인으로는 VAS 호전의 정도 등이 최종 분절 가동성에 통계적 유의성을 보였다. 이러한 요소들이 장기적으로 분절 가동성에 영향을 미치는지에 대해서는 장기 추시가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Auerbach JD, Wills BP, McIntosh TC, Balderston RA: Evaluation of spinal kinematics following lumbar total disc replacement and circumferential fusion using in vivo fluoroscopy. *Spine*, 32: 527-536, 2007.
2. Bertagnoli R, Kumar S: Indications for full prosthetic disc arthroplasty: a correlation of clinical outcome against a variety of indications. *Eur Spine J*, 11(Suppl 2): S131-S136, 2002.
3. Blasier RD, Monson RC: Acquired spondylolysis after posterolateral spinal fusion. *J Pediatr Orthop*, 7: 215-217, 1987.
4. Brunet JA, Wiley JJ: Acquired spondylolysis after spinal fusion. *J Bone Joint Surg Br*, 66: 720-724, 1984.
5. Büttner-Janzen K, Schellnack K, Zippel H: An alternative treatment strategy in lumbar intervertebral disk damage using an SB Charité modular type intervertebral disk endoprosthesis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 125: 1-6, 1987.
6. Chazal J, Tanguy A, Bourges M, et al: Biomechanical properties of spinal ligaments and a histological study of the supraspinal ligament in traction. *J Biomech*, 18: 167-176, 1985.
7. Chung SS, Lee CS, Kang CS: Lumbar total disc replacement using ProDisc II: a prospective study with a 2-year minimum follow-up. *J Spinal Disord Tech*, 19: 411-415, 2006.
8. Cinotti G, David T, Postacchini F: Results of disc prosthesis after a minimum follow-up period of 2 years. *Spine*, 21: 995-1000, 1996.
9. David T: Long-term results of one-level lumbar arthroplasty: minimum 10-year follow-up of the CHARITE artificial disc in 106 patients. *Spine*, 32: 661-666, 2007.
10. Eijkelkamp MF, van Donkelaar CC, Veldhuizen AG, van Horn JR, Huyghe JM, Verkerke GJ: Requirements for an artificial intervertebral disc. *Int J Artif Organs*, 24: 311-321, 2001.
11. Errico TJ: Lumbar disc arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 435: 106-117, 2005.
12. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC: Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res*, 304: 78-83, 1994.
13. Harris RI, Wiley JJ: Acquired spondylolysis as a sequel to spine fusion. *J Bone Joint Surg Am*, 45: 1159-1170, 1963.
14. Huang RC, Girardi FP, Cammisa FP Jr, Lim MR, Tropiano P, Marnay T: Correlation between range of motion and outcome after lumbar total disc replacement: 8.6-year follow-up. *Spine*, 30: 1407-1411, 2005.
15. Huang RC, Girardi FP, Cammisa Jr FP, Tropiano P, Marnay T: Long-term flexion-extension range of motion of the prodisc total disc replacement. *J Spinal Disord Tech*, 16: 435-440, 2003.
16. Huang RC, Tropiano P, Marnay T, Girardi FP, Lim MR, Cammisa FP Jr: Range of motion and adjacent level degeneration after lumbar total disc replacement. *Spine J*, 6: 242-247, 2006.
17. Jackson RK, Boston DA, Edge AJ: Lateral mass fusion. A prospective study of a consecutive series with long-term follow-up. *Spine*, 10: 828-832, 1985.
18. Kettler A, Wilke HJ: Review of existing grading systems for cervical or lumbar disc and facet joint degeneration. *Eur Spine J*, 15: 705-718, 2006.
19. Kiviluoto O, Santavirta S, Salenius P, Morri P, Pylkkänen P: Postero-lateral spine fusion. A 1-4-year follow-up of 80 consecutive patients. *Acta Orthop Scand*, 56: 152-154, 1985.
20. Le Huec JC, Basso Y, Aunoble S, Friesem T, Bruno MB: Influence of facet and posterior muscle degeneration on clinical results of lumbar total disc replacement: two-year follow-up. *J Spinal Disord Tech*, 18: 219-223, 2005.
21. Lee CK, Langrana NA, Parsons JR, Zimmerman MC: Development of a prosthetic intervertebral disc. *Spine*, 16 (Suppl 6): S253-S255, 1991.
22. Lim MR, Girardi FP, Zhang K, Huang RC, Peterson MG, Cammisa FP Jr: Measurement of total disc replacement radiographic range of motion: a comparison of two techniques. *J Spinal Disord Tech*, 18: 252-256, 2005.
23. Link HD: History, design and biomechanics of the LINK SB charité artificial disc. *Eur Spine J*, 11(Suppl 2): S98-S105, 2002.
24. McAfee PC, Cunningham B, Holsapple G, et al: A prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of lumbar total disc

- replacement with the CHARITE artificial disc versus lumbar fusion: part II: evaluation of radiographic outcomes and correlation of surgical technique accuracy with clinical outcomes. *Spine*, 30: 1576-1583, 2005.
25. Mengiardi B, Schmid MR, Boos N, et al: Fat content of lumbar paraspinal muscles in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with MR spectroscopy. *Radiology*, 240: 786-792, 2006.
 26. O'Beirne J, O'Neill D, Gallagher J, Williams DH: Spinal fusion for back pain: a clinical and radiological review. *J Spinal Disord*, 5: 32-38, 1992.
 27. Putzier M, Funk JF, Schneider SV, et al: Charité total disc replacement—clinical and radiographical results after an average follow-up of 17 years. *Eur Spine J*, 15: 183-195, 2006.
 28. Regan JJ: Clinical results of charité lumbar total disc replacement. *Orthop Clin North Am*, 36: 323-340, 2005.
 29. Tropiano P, Huang RC, Girardi FP, Marnay T: Lumbar disc replacement: preliminary results with ProDisc II after a minimum follow-up period of 1 year. *J Spinal Disord Tech*, 16: 362-368, 2003.
 30. Weishaupt D, Zanetti M, Boos N, Hodler J: MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. *Skeletal Radiol*, 28: 215-219, 1999.
 31. West JL 3rd, Bradford DS, Ogilvie JW: Results of spinal arthrodesis with pedicle screw-plate fixation. *J Bone Joint Surg Am*, 73: 1179-1184, 1991.
 32. Wong KW, Leong JC, Chan MK, Luk KD, Lu WW: The flexion-extension profile of lumbar spine in 100 healthy volunteers. *Spine*, 29: 1636-1641, 2004.

= 국문초록 =

목 적: 요추 인공 추간판 치환술의 치료 결과를 후향적으로 분석하여 분절 가동성에 영향을 미치는 요소를 알아 보고자 한다.

대상 및 방법: 인공 추간판 치환술을 1분절에서 시행 받고, 2년 이상 추시 된 36명의 환자를 후향적으로 분석하였다. 평균 연령은 43.6세였고, 남자 15명, 여자 21명이었으며, L4-5 23예, L5-S1 13예, 추시 기간은 평균 41.8개월 이었다. 추간판 높이, 이환 분절 술 전 가동성, 인공 추간판 위치, 길이, 높이 등을 수술 전, 수술 후, 술 후 3개월 그리고 최종 추시에서 2명의 계측자가 측정하였다.

결 과: 평균 분절 가동성은 술 전 11.3°에서 술 후 3개월 13.2° 최종 추시 13.1°로 잘 유지되고 있었다. 최종 분절 가동성에 영향을 미친 요소로는 술 전 가동성, 술 전 추간판 높이, 이전 수술 병력, 추간판 높이 증가 비율 등이었으며, 분절 가동성이 유의하게 증가된 경우 VAS가 정도가 유의하게 호전되었다($p < 0.05$).

결 론: 요추 인공 추간판 치환술에서 분절 가동성에 영향을 미치는 요소로는 술 전 가동성, 술 전 추간판 높이, 이전 수술 병력, 추간판 높이 증가 비율 등이었다. 향후 이러한 요소들이 분절 가동성에 계속적으로 영향을 미치는지에 대해서는 장기 추시를 통한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

색인 단어: 요추 인공 추간판 치환 술, 분절 가동성, 추간판 높이