

다분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술의 안정성 및 효용성: 전통적 후방 추체 유합술과의 비교

Perioperative Safety and Efficacy of Multilevel Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Comparison with Conventional Open Surgery

민상혁 • 유재성 • 윤성현 • 이철우*

단국대학교 의과대학 단국대학교병원 정형외과학교실, *서울대학교 의과대학 서울대학교병원 예방의학교실

목적: 유합된 분절의 수에 따라 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 전통적 후방 추체간 유합술을 시행한 경우와 비교하여 다분절 최소침습적 유합술을 통해 출혈량을 감소시킬 수 있었는지, 술 후 합병증 감소 및 빠른 회복에 기여하였는지에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 척추관 협착증 환자 중 최소 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 367명(최소침습적 유합술 170명, 전통적 유합술 197명)을 대상으로 후향적으로 연구하였다. 두 비교군의 실혈량, 수술 후 배액량, 수술시간, 시각통증등급(visual analogue scale score), 술 전, 후의 단백질 및 알부민 수치, 술 후 침상 안정 기간을 조사하였고, 수술 주위 기간의 합병증의 발생 여부를 조사하여 비교 분석하였다.

결과: 두 군을 각각 유합된 분절의 수에 따라 비교 분석한 결과 출혈량은 최소침습군에서 전통적 유합술군보다 통계학적으로 유의하게 감소하는 결과를 얻었으며, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 두 비교군 간의 차이가 통계학적으로 유의하게 증가하는 결과를 보였다($p < 0.05$). 반면에 수술 시간은 최소침습군에서 전통적 유합술군보다 통계학적으로 유의하게 증가하는 결과를 보였으며, 유합 범위가 증가할수록 두 비교군 간의 차이도 통계학적으로 유의하게 증가하는 결과를 보였다($p < 0.05$). 전체 합병증의 발생은 최소침습군에서 7.1%, 전통적 유합술군에서 15.2%로 유의한 차이를 보였으나, 분절 간의 비교에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

결론: 수술 시간의 단축을 통하여 최소침습적 유합술의 문제점이 보완된다면 다분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술은 실혈량과 합병증을 감소시킬 수 있는 유용한 술식이 될 수 있을 것이라 생각된다.

색인단어: 다분절척추체유합술, 최소 침습적 수술, 합병증

서론

최근 평균 수명이 증가하면서 인구의 노령화로 퇴행성 질환이 증가함에 따라 다분절 퇴행성 요추 질환도 증가하고 있으며, 다분절 척추체 유합술의 빈도 역시 증가하고 있다. 다분절 퇴행성 요추 질환의 치료로 전통적인 후방 도달법에 의한 추체 유합술이 널리 사용되고 있으나, 이는 광범위한 후궁 절제술 및 척추경 나사의 삽입 및 골유합 영역을 확보하기 위한 광범위한 근육 및 연

부 조직의 박리와 전인으로 인해 출혈량이 증가하며 그로 인해 다양한 합병증의 발생률이 증가한다는 보고들이 있다.¹⁻⁵⁾ 실제로 다분절 유합술 시 술 중 발생하는 출혈과 그로 인한 합병증은 환자와 술자에게 큰 위험과 부담일 수밖에 없다. 이에 많은 술자들은 출혈량을 감소시키기 위해 다양한 방법을 시도하고 있으며, 최근 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 통하여 연부 조직과 근육의 박리 및 전인으로 인한 손상을 줄이고 출혈량을 감소시켜 일상 생활로의 조기 복귀가 가능하다는 논문들이 보고되고 있다.⁶⁻¹³⁾

최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술이 전통적인 후방 추체 유합술보다 출혈량을 감소시킨다는 보고들이 있으나,^{6,14)} 실제로 출혈에 부담을 가질 수밖에 없는 다분절 병변에 대한 다분절의 최소침습적 경추간공 척추체 유합술에 대한 분절간의 비교 분

접수일 2012년 7월 5일 수정일 2012년 10월 30일

게재확정일 2012년 11월 22일

교신저자 민상혁

천안시 동남구 망향로 201, 단국대학교병원 정형외과

TEL 041-550-3950, FAX 041-550-7161

E-mail osmin71@naver.com

석을 시행한 연구는 아직 전무한 편이다.

이에 본 연구는 전통적인 후방 추체 유합술과 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 분절에 따라 그 출혈량의 차이를 비교 분석하였고, 또한 수술 주위 기간의 임상적 결과 및 합병증의 발생을 비교 분석하여 다분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 시행함에 있어 출혈량을 감소시킬 수 있었는지, 또한 그에 따라 술 후 안정성 및 효용성에 기여하였는지에 대해 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 3월부터 2010년 1월까지 척추관 협착증을 대상으로 본원에서 한 명의 술자에 의해 척추체 유합술을 시행 받고 최소 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 367명(최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술 170명, 전통적인 후방 추체간 유합술 197명)을 대상으로 후향적으로 연구하였다. 남자는 158명, 여자는 209명이었고, 평균 연령 57.2세(46-82세)였다. 평균 추시 기간은 21.25개월

(14-52개월)이었으며, 기존에 척추 수술을 받은 경우 및 척추체간 유합술 외에 다른 분절에 신경감압술을 동시에 시행하였던 예는 연구 대상에서 제외하였다. 유합 분절은 단분절이 149명, 이분절이 136명, 삼분절 이상이 82명(삼분절 45명, 사분절 28명, 오분절 9명)이었다(Table 1).

최소침습적 유합술군에서는 남자 67명, 여자 103명이었고, 단분절이 96명, 이분절이 56명, 삼분절 이상이 18명(삼분절 10명, 사분절 6명, 오분절 2명)이었고, 전통적 유합술군에서는 남자 91명, 여자 106명, 단분절이 53명, 이분절이 80명, 삼분절 이상이 64명(삼분절 35명, 사분절 22명, 오분절 7명)이었다(Table 1).

2. 최소 침습 수술 방법

최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 시행한 170명 중 57명에서 양측성 접근법, 113명에서 일측성 접근법을 사용하였으며, 단분절 96명 중 63명, 이분절 56명 중 36명, 삼분절 이상 18명 중 14명에서 일측성 접근법을 통해 경추간공 요추 추체간 유합술을 시행하였다(Fig. 1).

양측성 접근법의 경우 최소침습적 경추간공 추체간 유합술의 경우 중앙에서 약 2.5 cm 떨어진 부위에 두 개의 2.5 cm 길이의 정중방 피부 절개를 가하고, 다열근과 최장근을 분리하여 근육 사이로 접근하여 미세 척추 견인기를 걸고 추궁판과 후관절까지 도달하였으며, 수술용 미세현미경하에 아래 관절돌기 및 위 관절돌기의 상부 반을 제거하고 황색인대를 제거하여 상부 척추경을 돌아 빠져나가는 신경근과 척추관내 경막을 노출시킨 후 추간판 제거술을 시행하였다. 다음으로 추체간 기구(shaver)를 이용하여 순차적으로 추체 간격을 신연시키고, 유합할 상하 요추 종판을 소파하여 준비하고, 반대측 또한 동일한 방법으로 시행한 후 감압술 시 얻은 골편을 이용하여 cage를 채운 후 추체 사이에 삽입하였다. 반대측 또한 동일한 방법으로 시행한 후 경피적 척추경 나사못으로 고정술(pecutaneous pedicle screw fixation)을 시행하였다.

Table 1. Patients Data

	Overall	MI-TLIF (total=170)	Open (total=197)
Age (yr)	57.2 (46-82)	58.1 (48-82)	56.5 (46-79)
M : F	158 : 209	67 : 103	91 : 106
Follow-up (mo)	21.3 (14-52)	19.2 (14-48)	23.5 (16-52)
Level of fusion			
One level	147	96	53
Two levels	136	56	80
Three levels or more	82	18	64

MI-TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; Open, conventional open surgery; M, male; F, female.



Figure 1. Multilevel MI-TLIF procedure. (A) Preoperative radiography. (B) Postoperative radiography. MI-TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion.

일측성 접근법의 경우 중앙에서 약 2.5 cm 떨어진 부위에 한 개의 2.5 cm 길이의 정중방 피부 절개를 가하고, 양측성 접근법과 동일한 방법으로 신경을 노출시키고 추간판 제거술을 시행한 후 추체 간격을 신연 및 종판 소파를 하였다. 척추관 협착증 환자의 경우 술자 반대쪽으로 기울인 후 미세 현미경하에 고속 드릴을 이용하여 일측에서 추궁하 감압술 및 반대측 신경공 감압술을 시행하였다. 신경압박이 충분히 된 것을 확인한 후에 후궁 절제술 시 얻어진 골편과 후상방 장골극에서 채취한 자가골 또는 합성 하이드록시아파타이드를 이용하여 추체간 공간에 채워 넣은 후에 자가골을 채워 넣은 cage를 삽입한 후 경피적 척추체 나사못 고정을 시행하였다.

3. 분석 방법

두 비교군 환자의 나이, 성별, 체중, 신장, 과거력, 수술 전 진단, 수술 시간, 실혈량, 수혈량, 수술 후 배액량, 시각통증등급(visual analogue scale score, VAS), 단백질 및 알부민 수치, 수술시간, 술 후 침상 안정 기간을 조사하였고, 합병증으로는 창상 치유 문제, 경막 손상, 술 후 심부 감염, 경막 외 혈종, 폐색전증, 급성 호흡 부전, 장폐색증, 요로감염, 섬망, 급성신부전의 발생 여부를 조사하여 비교 분석하였다. 수술 전 건강 상태를 평가하기 위해 고혈압, 당뇨, 심장질환, 호흡기질환, 위장관계질환, 신장질환 등의 과거력을 조사하였다. 수술 중 실혈량은 마취과 전문의가 직접 측정하였고 수술 시간은 피부 절개부터 봉합까지의 시간으로 하였으며, 수술 후 배액량은 술 후 배액관을 통해 나온 양을 측정하였다. 술 후 배액관은 하루 배액량이 30 ml 이하인 경우 제거함을 원칙으로 하였으며, 이는 단분절의 경우에는 예외 없이 원칙대로 시행되었으나, 다분절의 경우 전통적인 후방 추체간 유합술을 시행 받은 많은 예에서 배액량이 지속적으로 30 ml 이상 관찰되어, 배액관 유지에 따른 합병증을 예방하고자 100 ml 이하인 경우에 배액관을 제거하였기 때문에 분절간 배액량의 차이 비교는 같은 기준에서 시행하였다고 보기 어려워 분절간 비교 분석에서는 제외하였다. 허리의 VAS는 수술 후 수술부위 통증을 평가하기 위해 사용하였으며, 하지의 VAS는 수술 전, 후의 차이를 비교하였다. 단백질 및 알부민 수치 또한 수술 전, 후의 혈액 검사의 차이를 비교하였다. 수혈량은 수술 시작부터 퇴원까지의 수혈량을 계산하였으며, 모든 예에서 cell saver는 사용하지 않았다. 침상 안정 기간은 수술 후부터 자발적인 첫 보행을 할 때까지로 하였고, 첫 보행은 하루 배액량이 100 ml 이하로 감소되고 허리 통증이 VAS score 3점 이하로 완화되었을 때 시행하였으며, 수술 다음날을 기준으로 일(day) 단위로 하였다. 창상 치유 문제는 술 후 2주를 기준으로 상처 회복이 되지 않았던 경우 및 표피성 감염이 발생한 경우를 조사하였고, 술 후 심부 감염은 술 후 3개월 이내에 임상 증상(허리 통증 또는 발열, 신경학적 증상)과 검사실 소견(백혈구 증가, C반응성 단백[C-reactive protein] 또는 적혈구 침강 속

도[erythrocyte sedimentation rate]), 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging) 검사에서 감염성 척추염 소견이 있으며 검체의 배양 검사 또는 조직학적 검사에서 감염성 척추염이 진단된 경우로 하였다.

4. 통계 평가

통계학적 평가 방법으로는 독립변수는 chi-square test와 Fisher's exact method를 이용하였고, 연속변수는 Student t-test를 이용하였다. 또한, 두 군 간의 수술 중 출혈량 및 수술 시간, 합병증 발생률은 유합된 분절의 수에 따라 비교하기 위해 SAS procedure Proc GLM (version 9.2; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여, 수술법과 유합된 분절 수의 interaction을 증명하였다. 그리고, 다분절(2분절이상) 최소 침습 수술군을 전반기 37명과 후반기 37명으로 구분하여, 수술 중 출혈량과 수술시간을 Student t-test를 이용하여 분석하여 learning curve가 존재함을 증명하였다. 모든 통계 분석은 SAS를 이용하였으며, p-value가 0.05 이하를 유의한 것으로 하였다.

결 과

1. 임상적 결과 및 평가

수술 중 출혈량은 최소침습적 유합술군에서 평균 516.9 ml, 전통적 유합술군에서 평균 1,088.3 ml로 유의한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 단분절 유합술에서 각각 356.8 ml와 581.6 ml, 이분절 유합술에서 654.9 ml와 1,050.3 ml 그리고 삼분절 이상 유합술에서 947.1 ml와 1,555.5 ml로 관찰되어, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 출혈량의 차이가 통계학적으로 유의하게 증가하는 결과를 나타내었다(Table 2, Fig. 2).

수술 후 배액량은 최소침습적 유합술군에서 평균 324.4 ml로 전통적 유합술군에서 평균 450.3 ml보다 유의하게 적은 배액량을 보였으며($p < 0.05$) 단분절 유합술에서 각각 226.5 ml와 301.2 ml, 이분절 유합술에서 397.8 ml와 342.3 ml 그리고 삼분절 이상 유합술에서 618.1 ml와 708.8 ml로 관찰되었으며(Table 2), 수술 후 배액량에 대한 결과는 분석방법에서 기술하였듯이 동일한 기준에서 시행되지 않아 통계학적으로 그 차이를 분석할 수 없었다.

수술 시간은 최소침습적 유합술군에서 평균 177.5분으로 전통적 유합술군에서 평균 157.6분으로 유의한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 단분절 유합술에서 각각 154.4분과 137.5분, 이분절 유합술에서 197.8분과 150.8분 그리고 삼분절 이상 유합술에서 235.0분과 182.9분으로 관찰되어, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 수술시간의 차이가 통계학적으로 유의하게 증가하는 결과를 나타내었다(Table 2, Fig. 3).

수술 후 허리의 VAS는 최소침습적 유합술군에서 평균 2.3점, 전통적 유합술군에서 평균 4.5점으로 통계학적으로 유의한 차이

Table 2. Comparison of Operation Profile between MI-TLIF and Open Stratified by Level

Results	MI-TLIF (total=170)	Open (total=197)	p-value
Overall			
Average surgical time (min)	177.5±53.4	157.6±52.1	<0.01
Average intraoperative blood loss (ml)	516.9±306.8	1088.3±631.4	<0.01
Average postoperative drainage (ml)	324.4±275.2	450.3±599.2	<0.01
Average time before ambulation (d)	1.9±1.8	3.1±2.3	<0.01
Average transfusion requirement (pint)	1.0±0.5	2.1±1.8	<0.01
Average VAS score of back	2.5±1.8	4.5±2.3	0.03
Average gap of VAS score of leg	5.3±2.2	5.1±3.1	0.83
Average gap of pre-op and post-op protein	1.2±0.8	1.5±0.8	<0.01
Average gap of pre-op and post-op albumin	0.8±0.5	1.0±0.5	<0.01
One level			
Average surgical time (min)	154.4±37.6	137.5±52.7	0.02
Average intraoperative blood loss (ml)	356.8±178.8	581.6±282.0	<0.01
Average postoperative drainage (ml)	226.5±161.9	301.2±292.8	<0.01
Average time before ambulation (d)	1.9±1.8	2.3±1.6	0.24
Average transfusion requirement (pint)	0.4±0.4	1.1±1.0	<0.01
Average VAS score of back	1.9±1.8	3.9±2.1	0.04
Average gap of VAS score of leg	5.4±2.4	5.0±2.9	0.87
Average gap of pre-op and post-op protein	1.1±0.8	1.6±0.7	0.03
Average gap of pre-op and post-op albumin	0.7±0.5	1.1±0.6	<0.01
Two levels			
Average surgical time (min)	198.7±50.2	150.8±46.1	<0.01
Average intraoperative blood loss (ml)	654.9±288.9	1,050.3±455.4	<0.01
Average postoperative drainage (ml)	397.8±303.5	342.3±465.5	<0.01
Average time before ambulation (d)	2.1±1.9	3.5±2.3	<0.01
Average transfusion requirement (pint)	1.6±0.9	2.2±1.7	0.68
Average VAS score of back	2.4±1.7	4.3±2.6	0.03
Average gap of VAS score of leg	5.2±2.0	5.3±3.2	0.88
Average gap of pre-op and post-op protein	1.2±0.8	1.4±0.8	0.27
Average gap of pre-op and post-op albumin	0.8±0.6	0.9±0.8	0.25
Three levels or more			
Average surgical time (min)	235.0±65.7	182.9±49.4	<0.01
Average intraoperative blood loss (ml)	941.7±297.7	1,555.5±689.3	<0.01
Average postoperative drainage (ml)	618.1±381.1	708.8±820.4	<0.01
Average time before ambulation (d)	1.7±1.6	3.5±2.4	<0.01
Average transfusion requirement (pint)	2.9±1.3	3.8±2.6	0.03
Average VAS score of back	2.6±2.1	4.8±2.5	0.04
Average gap of VAS score of leg	5.0±1.8	5.1±2.6	0.86
Average gap of pre-op and post-op protein	1.6±0.7	1.6±0.8	0.77
Average gap of pre-op and post-op albumin	1.1±0.5	1.1±0.5	0.87

Values are presented as mean±standard deviation. MI-TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; Open, conventional open surgery; VAS, visual analogue scale score; pre-op, preoperative; post-op, postoperative.

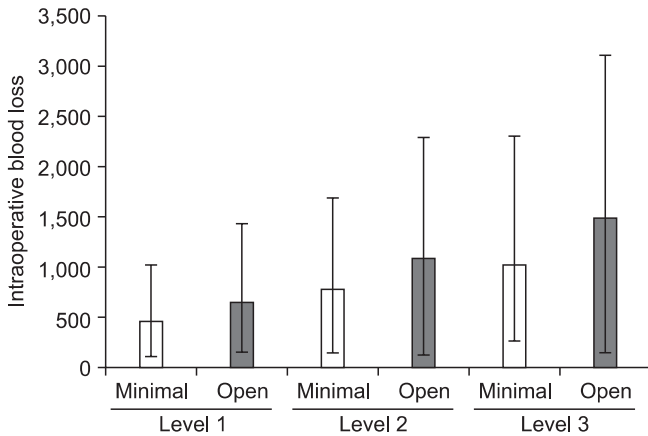


Figure 2. Comparison of intraoperative blood loss between MI-TLIF and Open surgery stratified by level. Minimal, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF); Open, conventional open surgery.

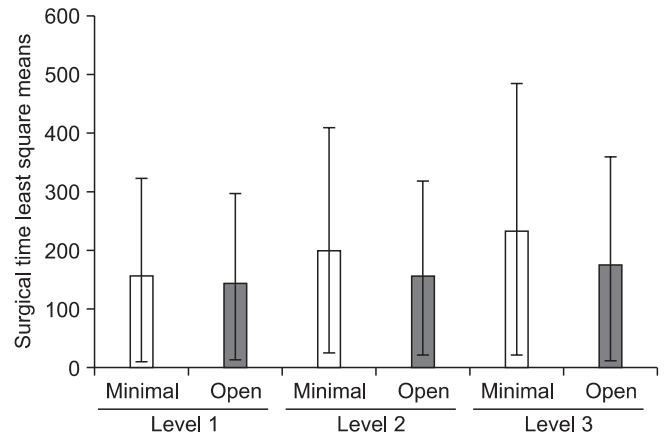


Figure 3. Comparison of surgical time between MI-TLIF and Open surgery stratified by level. Minimal, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF); Open, conventional open surgery.

를 보였다($p < 0.05$). 단분절 유합술에서 각각 1.9점과 3.9점, 이분절 유합술에서 2.4점과 4.3점, 삼분절 유합술에서 2.6점과 4.8점으로 유합된 분절의 수에 따른 비교에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 2).

수술 전, 후 하지의 VAS 차이는 최소침습적 유합술군에서 평균 5.3점, 전통적 유합술군에서 평균 5.1점으로 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 단분절 유합술에서 각각 5.4점과 5.0점, 이분절 유합술에서 5.2점과 5.3점, 삼분절 유합술에서 5.0점과 5.1점으로, 유합된 분절의 수에 따른 비교에서도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

술 후 침상 안정 기간은 최소침습적 유합술군에서 평균 1.9일로 전통적 유합술군에서 평균 3.1일보다 유의하게 단축되는 결과를 보였으며($p < 0.05$), 단분절 유합술에서 각각 1.9일과 2.3일, 이분절 유합술에서 2.1일과 3.5일 그리고 삼분절 이상 유합술에서 1.7일과 3.5일로 관찰되었으나, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 최소침습적 유합술군과 전통적 유합술군에서 술 후 침상 안정 기간이 증가하는 결과를 보이지는 않았다(Table 2).

수혈량은 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술 시행군에서 평균 1.0 pint, 전통적인 후방 추체 유합술 시행군에서 평균 2.1 pints로 유의한 차이를 보였다. 단분절 유합술 시행군에서 각각 평균 0.4 pint와 1.1 pint, 이분절 유합술 시행군에서 1.6 pint와 2.2 pint, 그리고 삼분절 이상 유합술 시행군에서 2.9 pint와 3.8 pint로 관찰되었으나, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 수혈량의 차이가 증가하는 결과를 보이지는 않았다(Table 2).

수술 전, 후의 단백질 수치 차이는 최소침습적 유합술군에서 평균 1.2로 전통적 유합술군의 평균 1.5보다 유의하게 적은 차이를 보였다($p < 0.05$). 단분절 유합술에서 각각 1.1과 1.6, 이분절 유합술에서 1.2과 1.4 그리고 삼분절 이상 유합술에서 1.6과 1.6으로

관찰되었으며, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 수술 전, 후 단백질 수치의 차이가 증가하는 결과를 보이지는 않았다(Table 2).

수술 전, 후의 알부민 수치 차이는 최소침습적 유합술군에서 평균 0.8으로 전통적인 후방 추체 유합술군의 평균 1.0보다 유의하게 적은 차이를 보였다($p < 0.05$). 단분절 유합술에서 각각 0.7과 1.1, 이분절 유합술에서 0.8과 0.9 그리고 삼분절 이상 유합술에서 1.0과 1.0으로 관찰되었으며, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 수술 전, 후 알부민 수치의 차이가 증가하는 결과를 보이지는 않았다(Table 2).

2. 합병증

전체 합병증의 발생은 최소침습적 유합술군 170명 중 12명(7.1%), 17예에서 관찰되었고, 전통적 유합술군 197명 30명(15.2%), 36예에서 관찰되었다. 단분절 유합술에서 각각 96명 중 5명(5.2%) 6예, 53중 5명(15.1%) 8예, 이분절 유합술에서 각각 56명 중 5명(8.9%) 7예, 80명 중 13명(9.4%) 15예, 삼분절 이상의 유합술에서 각각 18명 중 2명(11.1%) 4예, 64명 중 12명(18.7%) 13예의 합병증 발생률을 보였으며, case가 부족하여 통계적으로 유의한 결과를 보이지는 않았으나 삼분절 이상의 유합술 시행군에서 그 발생률의 차이가 커지는 결과를 보였다(Table 3).

합병증 중 창상 치유 문제는 최소침습적 유합술군 170명 중 5명(2.9%), 전통적 유합술군 197명 중 11명(5.6%)에서 관찰되어 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며, 또한 경막 손상은 최소침습적 유합술군 170명 중 2명(1.2%), 전통적 유합술군 197명 중 13명(6.6%)에서 관찰되어 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 그 외 심부 감염, 경막 외 혈종, 폐색전증, 급성 호흡 부전, 장폐색증, 요로감염, 섬망, 급성신부전의 각각 합병증을 비교한 결과 두 집단 간 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 각 합병증에 따른 분절 간의 비교는 그 수가 부족하여 통계적 검

Table 3. Comparison of Complication Incidences between MI-TLIF and Open Stratified by Level

Incidence of complication	MI-TLIF (total=170)	Open (total=197)
Overall	170	197
Incidence of complication	12 (7.1%)	30 (15.2%)
One level	96	53
Incidence of complication	5 (5.2%)	5 (15.1%)
Two levels	56	80
Incidence of complication	5 (8.9%)	13 (9.4%)
Three levels or more	18	64
Incidence of complication	2 (11.1%)	12 (18.7%)

MI-TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; Open, conventional open surgery.

증력이 낮아 비교분석에서 제외하였다(Table 4).

고 찰

전통적인 척추경나사를 이용한 후방 유합술이나 후방 추체간 유합술은 연부조직 손상 및 주변 근육통이 과도한 견인에 의해 수술 중 출혈량이 증가하게 되고, 수술 중 출혈량이 증가함에 따라 수술 주위 기간 합병증의 발생이 증가될 수 있으며, 또한 술 후 회복 속도 역시 지연될 수 있음이 문제점으로 보고되고 있다.^{1-5,15)}

반면에, 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술은 다열근과 최장근 사이를 분리하여 근육 사이로 접근함으로써 연부조직 및 주변 근육의 손상을 최소화하고 과도한 견인을 줄이고자 추간공 외측으로 추간판에 도달하여 추체간 유합술을 시행하는 술식으로, 외측부에서 근육이나 연부 조직을 손상을 최소화하여 접근하므로 수술 접근과 관련된 근육의 손상을 줄이며 술 후 출혈량을 감소시킬 수 있다.^{6-14,16)}

Foley 등⁶⁾과 Park 등¹⁷⁾의 다른 연구들의 결과처럼 본 연구에서도 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 통하여 수술 중 실혈량, 수술 후 배액량을 전통적 유합술군보다 감소시킬 수 있었으며, 수술 중 실혈량은 유합된 분절의 수가 늘어남에 따라 그 차이는 더욱 증가하였다. 이는 다분절일수록 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술이 실혈량을 더욱 감소시킬 수 있음을 보여주는 것으로 다분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술의 장점이 부각되는 부분이라고 생각된다.

또한, Cho 등¹⁸⁾과 Park 등¹⁹⁾은 술 후 초기 합병증의 발생률이 출혈량의 증가에 따라 유의하게 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서는 합병증의 발생에 대한 두 군의 차이를 분절 간 비교한 결과 본 연구 대상의 수가 부족하여 통계적으로 유의한 차이를 증명하지는 못했다. 그러나, 다분절 최소침습적 유합술의 실혈량 감소에 대해 유의한 결과를 얻었기에, 연구 대상의 수를 증가시켜 수술

Table 4. Comparison of Complication Incidences between MI-TLIF and Open

Incidence of complication	MI-TLIF (total=170)	Open (total=197)
Wound problem	5 (2.9%)	11 (5.6%)
Dura tear	2 (1.2%)	13 (6.6%)
Infection	1 (0.6%)	2 (1.0%)
Epidural hematoma	1 (0.6%)	1 (0.5%)
Pulmonary embolism	0 (0%)	0 (0%)
RDS	2 (1.2%)	2 (1.0%)
Ileus	1 (0.6%)	2 (1.0%)
UTI	1 (0.6%)	3 (1.5%)
Delirium	4 (2.4%)	2 (1.0%)
ARF	0 (0%)	1 (0.5%)

MI-TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; Open, conventional open surgery; RDS, respiratory distress syndrome; UTI, urinary tract infection; ARF, acute renal failure.

주위기간의 합병증 발생률에 대해 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각한다.

Furuno와 Goldberg²⁰⁾는 근육 손상에 의해 단백질 분해가 활성화된다고 보고하였으며, Ruberg²¹⁾와 Haydock 등²²⁾은 낮은 단백질 및 알부민 수치는 영양실조의 원인이 되며 이는 상처 회복을 지연시키고 감염률을 증가시킨다고 하였다. 본 연구에서 전통적 유합술군에서 단백질 및 알부민 수치의 수술 전, 후 차이가 최소침습적 유합술군보다 유의하게 더 큰 차이를 보였는데 이는 근육 손상의 정도와 관련이 있는 것으로 생각된다. 또한 최소침습적 유합술군에서 전통적인 유합술군보다 창상 치유 문제가 통계학적으로 유의하게 적은 결과를 보였다. 분절 간의 비교는 증례의 수가 부족하여 통계적 검증력이 낮아 통계적 유의함을 증명할 수는 없었지만, 유합된 분절의 수가 증가할수록 창상 치유 문제의 발생이 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

Cole 등²³⁾은 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술이 작은 척추견인기로 경막을 보호하며 신경이 최소한으로 견인되어 경막이나 신경 손상을 줄일 수 있는 장점이 있다고 하였다. 본 연구에서도 최소침습적 유합술군에서 전통적 유합술군보다 경막 손상이 통계학적으로 유의하게 적은 결과를 보였으며, 분절 간의 비교는 증례의 수가 부족하여 통계적 검증이 불가능하였다.

최소침습적 유합술군에서 전통적 유합술군보다 유의하게 짧은 기간에 보행을 시작하였으며, 유합된 분절의 수가 증가함에 따라 유의한 차이는 없었으나 그 차이는 늘어나는 양상을 보였다. 이는 최소 침습적 수술 방법이 실혈량이 적고 술 후 배액량도 적어 전통적인 후방 추체 유합술을 시행 받은 군에 비해 짧은 기간 내에 배액관을 제거할 수 있었으며, 근육의 손상을 줄여 환자의 일상 생활 복귀를 단축할 수 있음을 보여주는 결과이다.

Foley 등⁶⁾은 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술은 제한된 좁은 공간 내에서 작업을 해야 하기 때문에 고식적인 수술에 비해 수술 시 표식자(surgical landmark)를 인지하기 어려우며 척추 구조물 및 신경에 대한 3차원적인 이해가 요구된다고 하였으며, 또한 현미경 사용 및 수술기구에 익숙해져야 하기에 수술 술기 습득에 시간이 걸린다고 하였다. Foley 등⁶⁾은 12명의 환자를 대상으로 단분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술 및 경피적 척추 경 나사못 고정술을 시행한 결과 수술 시간이 평균 240분 소요되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 유합된 분절의 수가 증가될수록 전통적 유합술에 비해 최소 침습적 유합술에서 더 많은 시간이 소요되었으며, 이는 유합 분절의 수가 증가할수록 피부절개를 통한 신경 감압과 경피적 나사 삽입 및 조합에 더 많은 시간이 소요되었기 때문으로 생각된다.

Deyo 등²⁴⁾과 Jönsson과 Strömquist²⁵⁾는 수술 시간이 증가함에 따라 술 후 합병증의 발생률이 증가할 수 있다고 하였으며, 이에 따라 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술의 수술 시간을 줄이기 위해 다양한 시도를 하고 있다. Min과 Lee,²⁶⁾ Min과 Hwang²⁷⁾은 일측성 접근법을 통하여 양측성 접근법에 비해 수술 시간 및 출혈량을 통계적으로 유의하게 감소시킬 수 있음을 보고한 바 있다.

또한 수술시간은 시술자가 최소 침습적 접근법의 술기가 익숙해짐에 따라 단축이 가능할 것으로 생각한다. 본 연구에서도 2010년 1월까지 다분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 시행 받은 74명 중 전반기에 다분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 시행 받은 37명은 평균 233.2분의 수술 시간이 소요되었으나, 후반기에 다분절 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 시행 받은 37명은 평균 수술 시간 183.8분으로 단축되는 결과를 보였으며, 또한 수술 중 출혈량에서도 전반기 37명은 평균 783.3 ml였으나, 후반기 37명에서는 평균 665.4 ml로 감소되는 결과를 보였으며, 이는 시술자가 술기가 익숙해짐에 따라 주위 조직의 손상을 줄이고 적절한 지혈을 시행함으로써 출혈량 또한 감소시킬 수 있음을 보여주는 결과라 생각한다.

본 연구의 한계점으로는 첫째, 삼분절 이상의 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술 연구 대상자 규모가 적은 편이고 그를 대상으로 하는 합병증의 발생 빈도 역시 낮아 분절 간 비교가 통계적으로 불가능하였다는 점과 둘째, 두 술기를 유합된 분절에 따라 비교한 연구로 실혈량, 배액량, 수술 기간과 수술 주위 기간 합병증의 연관성에 대한 분석은 이루어지지 않았다는 점, 셋째, 수술 주위 기간에 대한 연구로 임상적 및 방사선학적 추시 결과는 제시되지 않았다는 점이 있다. 이러한 한계점을 보완하고 보다 객관적인 결과를 얻기 위해서는 더 많은 수의 환자를 대상으로 한 장기 추시 관찰 및 방사선학적 임상적 결과에 대한 비교 분석이 필요할 것으로 생각되나, 단분절 및 다분절의 고식적인 후방 추체간 유합술과 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을

대상으로 분절 간의 비교 분석을 시행한 연구로서 그 의미가 있을 것으로 생각한다.

결론

최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술이 전통적 후방 추체간 유합술과의 분절 간 차이를 비교 분석한 결과 수술 중 실혈량은 유합 범위가 증가함에 따라 두 군 간의 차이가 더욱 더 커지는 결과를 나타내었으나, 유합 범위가 증가함에 따라 수술 시간 또한 그 차이가 커지는 결과를 보였다. 수술 시간의 단축을 통하여 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술의 문제점을 보완할 수 있다면 다분절 퇴행성 요추 질환에서 최소침습적 경추간공 요추 추체간 유합술을 통해 실혈량과 합병증을 감소시킴으로써 유용한 결과를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

참고문헌

1. Steffee AD, Sitkowski DJ. Posterior lumbar interbody fusion and plates. Clin Orthop Relat Res. 1988;227:99-102.
2. McLaughlin MR, Haid RW Jr, Rodts GE Jr, Subach BR. Posterior lumbar interbody fusion: indications, techniques, and results. Clin Neurosurg. 2000;47:514-27.
3. Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Lee JH, Cho KJ, Kim HG. Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis. Spine (Phila Pa 1976). 1997;22:210-9.
4. Deyo RA, Cherkin DC, Loeser JD, Bigos SJ, Ciol MA. Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis, and procedure. J Bone Joint Surg Am. 1992;74:536-43.
5. Katz JN, Lipson SJ, Brick GW, et al. Clinical correlates of patient satisfaction after laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20:1155-60.
6. Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion. Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(15 Suppl):S26-35.
7. Cho KJ, Park SR, Jung JH, Park JH. Revision surgery for spinal stenosis developed at the adjacent segment after lumbar fusion. J Korean Orthop Assoc. 2011;46:205-11.
8. Holly LT, Schwender JD, Rouben DP, Foley KT. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: indications, technique, and complications. Neurosurg Focus. 2006;20:E6.
9. Guiot BH, Khoo LT, Fessler RG. A minimally invasive technique for decompression of the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976). 2002;27:432-8.

10. Foley KT, Gupta SK. Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine: preliminary clinical results. *J Neurosurg.* 2002;97(1 Suppl):7-12.
11. Foley KT, Lefkowitz MA. Advances in minimally invasive spine surgery. *Clin Neurosurg.* 2002;49:499-517.
12. Khoo LT, Palmer S, Laich DT, Fessler RG. Minimally invasive percutaneous posterior lumbar interbody fusion. *Neurosurgery.* 2002;51(5 Suppl):S166-1.
13. Bagan B, Patel N, Deutsch H, et al. Perioperative complications of minimally invasive surgery (MIS): comparison of MIS and open interbody fusion techniques. *Surg Technol Int.* 2008;17:281-6.
14. Villavicencio AT, Burneikiene S, Roeca CM, Nelson EL, Mason A. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion. *Surg Neurol Int.* 2010;1:12.
15. Thomsen K, Christensen FB, Eiskjaer SP, Hansen ES, Frøensgaard S, Bünger CE. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. The effect of pedicle screw instrumentation on functional outcome and fusion rates in posterolateral lumbar spinal fusion: a prospective, randomized clinical study. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22:2813-22.
16. Carreon LY, Puno RM, Dimar JR 2nd, Glassman SD, Johnson JR. Perioperative complications of posterior lumbar decompression and arthrodesis in older adults. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:2089-92.
17. Park Y, Ha JW, Sung SY, Oh HC, Yoo JH, Lee YT. Minimally invasive posterior lumbar interbody fusion: comparison with traditional open surgery. *J Korean Orthop Assoc.* 2006;41:288-96.
18. Cho KJ, Suk SI, Park SR, et al. Complications in posterior fusion and instrumentation for degenerative lumbar scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32:2232-7.
19. Park HJ, Lee PE, Lee DK, Park HK. Postoperative complications in patients over 65 years of age with lumbar spinal stenosis and its influencing factors. *J Korean Soc Spine Surg.* 2006;13:114-9.
20. Furuno KJ, Goldberg AL. The activation of protein degradation in muscle by Ca^{2+} or muscle injury does not involve a lysosomal mechanism. *Biochem J.* 1986;237:859-64.
21. Ruberg RL. Role of nutrition in wound healing. *Surg Clin North Am.* 1984;64:705-14.
22. Haydock DA, Flint MH, Hyde KF, Reilly HC, Poole CA, Hill GL. The efficacy of subcutaneous goretex implants in monitoring wound healing response in experimental protein deficiency. *Connect Tissue Res.* 1988;17:159-69.
23. Cole CD, McCall TD, Schmidt MH, Dailey AT. Comparison of low back fusion techniques: transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) or posterior lumbar interbody fusion (PLIF) approaches. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2009;2:118-26.
24. Deyo RA, Ciol MA, Cherkin DC, Loeser JD, Bigos SJ. Lumbar spinal fusion. A cohort study of complications, reoperations, and resource use in the Medicare population. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18:1463-70.
25. Jönsson B, Strömquist B. Lumbar spine surgery in the elderly. Complications and surgical results. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994;19:1431-5.
26. Min SH, Lee DH. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in patients with low grade spondylolisthesis: comparison of the unilateral and bilateral approaches. *J Korean Orthop Assoc.* 2009;44:429-35.
27. Min SH, Hwang SS. Minimal invasive unilateral transforaminal lumbar interbody fusion by sublaminar decompression: comparison to bilateral approach. *J Korean Orthop Assoc.* 2009;44:76-82.

Perioperative Safety and Efficacy of Multilevel Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Comparison with Conventional Open Surgery

Sang Hyuk Min, M.D., Jae Sung Yoo, M.D., Sung Hyun Yoon, M.D., and Chul Woo Rhee, M.D.*

Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University Hospital, Dankook University Medical College, Cheonan,

**Department of Preventive Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea*

Purpose: This study was aimed to examine the ways to reduce bleeding through minimally invasive multi-segmental fusion by comparing the results of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion versus those of conventional posterior interbody fusion depending on the number of fused segment. Moreover, the study identified how the new method of fusion contributed to reducing postoperative complications and to fast recovery.

Materials and Methods: This is a retrospective study conducted on 367 spinal stenosis patients who had been followed up for at least one year (170 patients underwent minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and 197 patients underwent conventional posterior interbody fusion). The study examined blood loss volume, postoperative drainage volume, operation time, visual analogue scale score, pre- and post-operative levels of protein and albumin, as well as postoperative bed rest period between the two groups. Moreover, the study analyzed the presence of complications during the peri-operative period.

Results: The minimally invasive fusion group exhibited a statistically significant decrease in intraoperative bleeding than the conventional fusion group when the number of fused segments in each group was compared. In addition, the difference in the two groups showed a statistically significant increase as the numbers of fused segments rose ($p < 0.05$). On the other hand, a statistically significant increase was shown in the operation time between the minimally invasive fusion group and the conventional fusion group. The difference in the two groups showed a statistically significant increase as the distance of fused segments was extended ($p < 0.05$).

Conclusion: Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion is thought to be a useful surgical method to minimize bleeding when the limitations of minimal invasive fusion are supplemented by shortening the operation time.

Key words: multi-level fusion, minimal invasive surgery, complications

Received July 5, 2012 **Revised** October 30, 2012 **Accepted** November 22, 2012

Correspondence to: Sang Hyuk Min, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University Hospital, 201, Manghyang-ro, Dongnam-gu, Cheonan 330-715, Korea

TEL: +82-41-550-3950 **FAX:** +82-41-550-7161 **E-mail:** osmin71@naver.com