

경추 전방 추체간 유합술에 사용된 새로운 변형 Smith-Robinson 골이식의 유용성

김동희 · 정순택 · 안성환 · 박형빈 · 황선철 · 조세현

경상대학교 의학대학원 정형외과학교실

Effectiveness of the New Modified Smith-Robinson Bone Graft for Cervical Anterior Interbody Fusion

Dong-Hee Kim, M.D., Soon-Taek Jeong, M.D., Sung-Hwan An, M.D.,
Hyung-Bin Park, M.D., Sun-Chul Hwang, M.D., and Se-Hyun Cho, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

Purpose: We attempted to evaluate the effectiveness of the new modified Smith-Robinson bone graft method for performing cervical anterior interbody fusion.

Materials and Methods: Forty-two patients had anterior interbody fusion on the cervical spine, using an anterior approach and the new modified Smith-Robinson's method (NMSR), between September 2001 and June 2006. There were 30 males and 12 females, with an average age of 51.2 years and the mean follow up period was 39.5 months. We measured the area from C4 to C6 in 32 cases. This was compared with the contact area of the bone graft of the NMSR method and the Original Smith-Robinson method (OSR). We also checked the time to bone union and changes of Cobb's angle at the final follow-up to evaluate the effectiveness of the NMSR.

Results: Bony fusion was obtained in all cases. The average size of the OSR were 169 and 152 mm², in the males and females respectively, whereas those of the NMSR were 263, and 228 mm². Therefore, the average size of the NMSR increased to 94 mm² and 76 mm² than those of the OSR method in the males and females. The average time to radiological bone union was 9.6 weeks and the changes of Cobb's angle at final follow-up were 2.5±2.6°.

Conclusion: The NMSR technique was a very effective method for cervical anterior interbody fusion. It could enlarge the bone graft size about 50-56% compared with the OSR technique. It also shortened the period of bone union and also increased the bone union rate.

Key Words: New modified Smith-Robinson technique, Smith-Robinson technique, Cervical interbody fusion, Bone graft, Bone union

서 론

경추의 외상이나 추간판 탈출증 및 퇴행성 경추 질환의 수술에서 전방 추체간 유합술은 비교적 쉬운 수술과정과 골유합 기간의 단축, 병변의 직접적인 제거가 가능하고, 수술 후 경추 운동에 제한이 적다는 장점으로 인하여 흔히 사용된다. 이는 1955년 Smith-Robinson¹³⁾에 의해

처음 보고되어 지금까지도 흔히 사용되고 있다. 이후 1992년 Brodke과 Zdeblick⁶⁾은 Smith-Robinson (OSR)의 골이식 방법인 삼면 자가장골(Tricortical Auto-iliac bone graft)에서 피질골 부분을 전방에 위치시키던 방법을 변형하여 피질골 부분을 후방에 위치시킴으로서 하부 경추에서 중추를 보강하는 방식을 발표하였다. 이후 이

통신저자 : 정 순 택

경남 진주시 칠암동 90번지
경상대학교 의학대학원 정형외과학교실
TEL: 055-750-8101 • FAX: 055-754-0477
E-mail: ssurgeon@nongae.gsnu.ac.kr

Address reprint requests to

Soon-Taek Jeong, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Gyeongsang National University, 90, Chilam-dong, Jinju 660-702, Korea
Tel: +82,55-750-8101, Fax: +82,55-754-0477
E-mail: ssurgeon@nongae.gsnu.ac.kr

방법은 modified Smith-Robinson (MSR) 골이식법으로 알려져 경추의 전방 추체 유합술에서 많이 사용되고 있다. 하부 경추에서 전방 추체간 유합술에 가장 많이 사용되고 있는 OSR 혹은 MSR 골이식법은 이식골의 위치만 바뀌었을 뿐 실제적인 이식골의 접촉 면적은 같으며, 임상 결과에 있어서도 두 방법 모두 비슷한 결과를 보고하고 있다⁹⁾.

저자들은 경추 유합술 시 이식골의 크기를 증가시키도록 하기 위해 삼면 피질 자가장골에서 피질골 부분이 전방 또는 후방에 위치하던 기존의 방법에서 피질골 부분이 측면에 위치하는 즉, 이식골을 횡으로 삽입하는 수술법(new modified Smith-Robinson (NMSR))을 고안하여 수술 중이다.

본 연구는 OSR 골이식술과 NNMSR 골이식술에서 이식골과 추체 종판 사이의 접촉면적을 비교하여, NMSR법이 이식골의 골절이나 침강의 가능성을 줄이고, 이식골과 추체간의 접촉면적을 증가시켜 불유합의 발생을 줄이고, 골유합의 기간을 단축시킬 수 있는 지 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2001년 9월부터 2006년 6월까지 경추의 골절, 탈구, 추간판탈출증 및 퇴행성 경추질환의 치료로서 한 분절 또는 두 분절의 추간판 제거술 및 유합술을 시행한 42명을 대상으로 전향적 연구를 시행하였다. 모든 예에서 NMSR법으로 수술하였고, 기존의 Smith-Robinson법이나 후방 도달법을 병행했던 경우는 대상에서 제외하였다. 평균 연령은 51.2 (28-74)세였고, 남자 30명, 여자는 12명이었다. 평균 추시 기간은 39.5 (12-69)개월이었다.

원인질환으로는 추간판 탈출증 및 퇴행성 척추질환이 20예, 골절 12예, 아탈구 8예, 탈구 2예였다.

2. 수술 방법

모든 예에서 좌측 전방 도달법을 통하여 경추 전방에 도달하였고, 추체 주위의 골극 및 환부의 추간판 및 상하 추체 말단 연골판을 제거하였다. Burr를 이용하여 상하부 추체의 외측연과 하부 추체의 구상 돌기(uncinate process)의 일부를 갈아내어 전방에서 보았을 경우 사각 형태가 되도록 이식골이 삽입될 공간을 만들었다. 이때 추체 양측 후방에 일부 피질골을 남겨 이식골의 후방전위가 일어나지 않게 하였다. 각각의 추간판 간격을 개대기를 이용하여 상하 및 좌우 간격을 측정하였고, 좌측 장골에서 이식골의 높이를 기준으로 하여 장골 능에서 수직으로 채취하였다. 채취부위는 전상장골극에서 약 3-4 cm 후방에서 채취하였고, 채취한 이식골은 환자의 성별 및 골의 형태에 따라 일부 크기의 차이가 났다. 폭은 약 22-25 mm 사이로 하여 골을 채취하였다. 이식골의 삽입 시 피질부분이 측면에 위치하도록 횡으로 삽입하였으며, 경추의 전만을 고려하여 후방의 피질골 부분의 높이를 약 1 mm 가량 작게 하였다. 2예를 제외한 모든 환자에서 경추용 고정 금속판을 이용하였다.

3. 연구 방법

연구 대상 중 CT 혹은 MRI를 찍었던 32예의 경추 제 4, 5, 6 추체 종판의 전후 길이 및 넓이를 측정하였고, 각각을 이식골의 넓이와 비교하였다. 수술 시 채취한 이식골의 폭, 높이 및 깊이를 측정하여 기록하였고, 기준이 되는 자와 함께 사진을 찍어 기록을 남겼다(Fig. 1). 이식골이 추체와 접촉하게 되는 면의 넓이를 측정하였고 이것

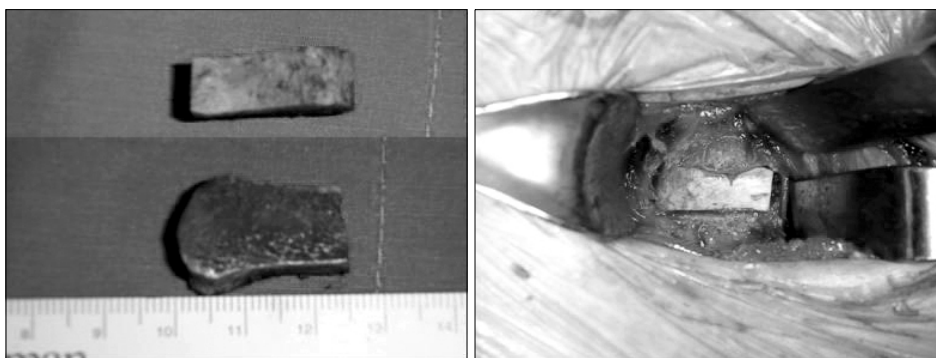


Fig. 1. Auto-iliac tricortical strut bone graft and photograph after insertion of bone graft by the New Modified Smith-Robinson technique.

을 기준으로 기존 Smith-Robinson 법으로 이식골을 삽입하였을 때의 이식골의 접촉면적을 계산하여 서로 비교하였다. 이때 기존 Smith-Robinson 골이식의 이식골의 전후방 길이는 14 mm로 하였다.

방사선학적 골유합 상태는 Brantigan⁵⁾의 방법을 참고하여 전후 및 측면 방사선 사진으로 측정하였고, 굴곡과 신전 측면 사진상 이상운동이 일어나지 않고 경추부 전·후만각의 변화가 없을 때로 하였다. 방사선 사진은 수술 직후와 술 후 1, 3, 5, 8, 12, 16주째 측정하였다. 모든 예에서 수술 후 Philadelphia보조기를 착용하였고, 약 4-5주경 가골의 형성이 보일 때 경추 보조기를 제거하였다. 이후 최종 추시에서 경추의 측면 방사선 사진을 통하여 수술 직후와 전만 혹은 후만 변형 정도(Cobb angle)를 비교 측정하였다.

결 과

42명 전례에서 골유합을 얻었다. 이식골의 이탈, 골절은 한 예에서도 없었으나 금속판고정을 하지 않았던 2예에서 정도의 이식골의 침강이 관찰되었으나 특별한 증상 없이 유합되었다. CT 혹은 MRI에서 경추 면적의 측정이 가능했던 32예(남자: 22명, 여자: 10명)에서 제 4, 5, 6번 경추(C4, C5, C6) 각각의 전후방 길이는 남자의 경우 18.0, 18.3, 18.5 mm였고, 여자의 경우 16.8, 16.6, 17.3 mm였다. 그리고 측면 길이는 남녀에서 각각 25.0, 26.7, 28.5와 22.5, 24.2, 26.7 mm였다. 추체의 넓이의 평균은 남자에서 367.2 : 370.8 : 410.0 mm²였고, 여자에서는 301.2 : 328.3 : 361.8 mm²로 남자가 여자

보다 그리고 하부 경추로 갈수록 면적이 증가되었다(Table 1). 이식골의 폭, 깊이 및 높이의 평균은 남자에서 22.5±1.49 (20.0-25.0), 12.0±2.83 (8.0-14.5), 8.2±1.29 (6.5-11.0) mm, 여자에서 21.1±1.44 (20.0-22.5), 11.3±0.53 (11.5-12.5), 7.5±1.80 (7.0-11.0) mm였고 이식골의 평균 넓이는 263±42.49 (176.0-336.6) : 228±18.97 (210.0-250.3) mm²였다(Table 1, 2). 앞에서 측정한 C4, 5, 6의 남녀의 전후방 길이를 참고하여 기존의 Smith-Robinson법에 의해 전후방 길이를 14 mm로 할 경우 본 환자군에서 이식골의 평균 넓이는 남녀 각각 169 : 152 mm²로, 새로운 변형된 형태로 이식골을 횡으로 삽입한 경우 OSR골이식법에서보다 94 : 76 mm²의 이식골 면적이 증가되었다. 이 증가한 넓이는 OSR에서의 이식골의 남녀 각각 56% : 50%에 해당한다. 기존의 Smith-Robinson방법으로 골이식을 할 경우 접촉면적은 본원의 남녀 환자군에서 C4, 5, 6 추체의 넓이에 대하여 46.0, 45.6, 41.2%와 50.5, 46.3, 42.0%였던 접촉면적이 NMSR방법의 경우 남자에서 71.6 : 70.9 : 64.1%, 여자에서 75.7 : 69.4 : 63.0%로 증가되었다(Fig. 2).

Table 1. Average Dimensions of the Endplate of the Cervical Spine

Level	Area (mm ²)		Depth (mm)		Width (mm)	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
C4	367.2	301.2	18.0	16.8	25.0	22.5
C5	370.8	328.3	18.3	16.6	26.7	24.2
C6	410.0	361.8	18.5	17.3	28.5	26.7

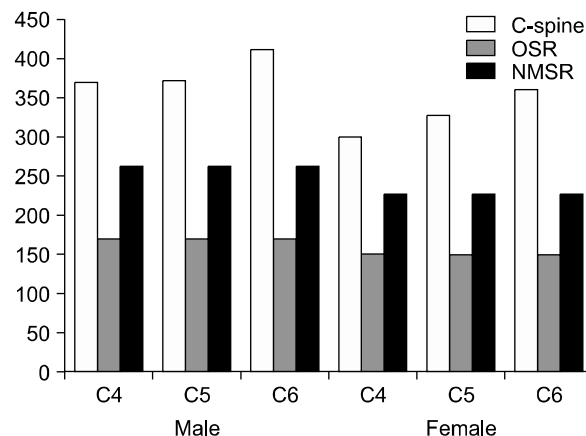


Fig. 2. Comparison of area of the Cervical spine for the Original Smith-Robinson method & the New modified Smith-Robinson bone graft method.

Table 2. Average Bone Graft Size

Sex	Width (mm)		Depth (mm)		Height (mm)		Area (mm ²)	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Bone graft	22.5±1.49	21.1±1.44	12.0±2.83	11.3±0.53	8.2±1.29	7.5±1.80	263±42.49	228±18.97



Fig. 3. Postoperative AP, Lateral radiographs and axial view of CT of the NMSR bone graft.

유합 기간에 있어 술 후 가골의 형성이 보였던 시기는 5.5 ± 1.2 주였고 이때 Philadelphia 보조기를 제거 하였다. 방사선학적 유합은 9.6 ± 2.4 (5-12)주에 얻을 수 있었다(Fig. 3). 최종 추시에서 수술 직후와의 Cobb각 변화를 측정한 결과 $2.5 \pm 2.6^\circ$ 로 수술 직후 상태가 최종 추시에서도 잘 유지되었다. 그러나 전방금속판 고정을 하지 않았던 1례에서 수술 직후 11.6° 에서 경과 관찰 중 0.2° 로 전만각의 감소가 발생하였으나 이후 더 이상의 진행없이 최종 추시에서 완전한 골유합을 얻었다.

수술 중 이식골의 손상은 한 예도 없었으며, 술 후 합병증으로 전방금속판 고정을 하지 않았던 2예에서 정도의 이식골의 함몰 및 전만각의 변화가 있었으나 이후 외래 추시 관찰에서 더 이상의 함몰 및 전만각의 변화없이 잘 유합되었다. 수술 후 연하곤란이 2예에 보였으나 추시에서 자연 회복 되었다. 기도 및 식도의 손상, 수술 부위 및 이식골 채취부의 감염, 혈종 등의 합병증은 한 예도 없었다.

고 찰

경추 전방감압술과 유합술은 1955년 Smith-Robinson¹³⁾에 의하여 처음 보고된 이래로 경추부 병변의 치료로 많이 이용되고 있다. Smith-Robinson에 의하면 전방유합술의 장점으로 수술 과정이 쉽고 압박된 척추에 대한 직접적인 감압이 가능하며, 골유합기간이 단축된다는 점과 술 후 경추 운동에 대한 제한이 적다는 점을 들었다. 전방 감압술 후 유합의 방법에 있어서 다양한 방법이 시행되고 있고, 이중 골이식, carbon cage, 경추 디스크 등의 다양한 대체물이 시행되어 결과가 보고되고 있

다^{1,10,14,16,18)}. 하지만 단분절의 경추부 전방 유합술에 있어서 자가장골 이식은 아직까지 황금률로 여겨지고 있다. 이들 전방 경추부 골이식의 방법에 있어서 Smith-Robinson¹³⁾, Cloward⁷⁾, Bailey-Badgley²⁾ 방법 등이 있고 이중 Smith-Robinson 방법이 가장 흔히 사용되어지고 있다.

1992년 Brodke과 Zdeblick⁶⁾은 이전의 Smith-Robinson의 골이식 방법을 변형하여 삼면 피질 자가장골 이식부의 피질부분을 후방에 위치시킴으로서 압박력으로부터 중추를 보강시킬 수 있는 방법을 고안하여 한 분절과 두 분절의 유합률에 있어 97%, 94%로 좋은 결과를 보고하였다. 이후 Jenis 등⁹⁾에 의하면 변형 Smith-Robinson 법은 기존의 Smith-Robinson 법과의 비교 연구에서 압박력에 대한 보강으로 인한 이식골의 침강을 줄일 수 있는 가능성이 있을 뿐 임상적 결과에서는 이전의 OSR방법과의 차이가 거의 없다고 하였다. 그리고 MSR골이식법의 경우 해면골 부분이 전방에 위치함으로 인하여 이식골 삽입시 이식골이 손상될 위험성이 있다고 하였다. OSR 혹은 MSR 골이식 방법에서의 이식골의 크기 및 이식골의 접촉면적에 대한 문헌은 찾을 수 없었다.

Ebraheim 등⁸⁾에 의하면 경추체의 전후방 직경과 금속판 나사못 고정에 대한 연구에서 경추체 중간부위의 직경이 약 14 mm며 이는 나사못의 길이의 결정에 참고가 된다고 하였다. 저자들은 본 연구에서 측정한 경추에서의 전후방 길이와 Ebraheim 등⁸⁾의 연구를 참고하여 OSR과 MSR에서의 이식골의 전후방 길이를 14 mm로 추정하여 계산하였다.

저자들의 새로운 변형 Smith-Robinson 법은 아직까

지 국내 및 외국에서 보고된 적이 없는 방법으로 동일한 자가 장골의 피질부를 측면에 위치시킴으로서 MSR법의 장점이었던 중주의 보강뿐만 아니라 OSR 방법에 비해 이식골의 접촉 면적을 약 50-56%까지 증가시킬 수 있으며, 또한 이식골 삽입 시 피질골이 전방에 위치함으로 이식골의 손상될 가능성이 줄일 수 있다. OSR 골이식법에 의하면 삽입된 이식골의 접촉면적은 C4, 5, 6 추체의 40-50% 정도이며, 저자들이 고안한 NMSR 법에 의하면 65-75%로 증가되었다.

저자들의 경우 금속판 고정을 시행하지 않았던 2예에서 경과 관찰 중 이식골의 함몰소견과 그 중 1예에서 전만각의 감소를 보여 금속판 내고정이 이식골의 초기 안정화에 중요한 요소로 판단되었다. 또한 수술 방법에 있어 추간판 제거 후에 구상 돌기의 내측에 Burr를 이용하여 피질골을 일부 갈아내어 해면골을 일부 노출시키는 방법과 후반부의 피질골을 일부 남겨 이식골의 후방전위를 막는 수술 시기 또한 골 유합률의 증가 및 술 후 신경학적 부작용을 막을 수 있는 방법으로 생각된다. 가골의 형성 시기와 완전한 골유합까지의 기간에 대해서는 본 연구에서는 5.5 ± 1.2 주와 9.6 (5-12주)주로 각각 측정되었다. 박 등¹²⁾과 이 등¹¹⁾은 하부 경추의 평균 골유합 기간에 대해 10.5주(8-16주)와 12.8주(6-22주)로 각각 보고하였으나 이는 본 연구와 연구대상, 술기 및 유합의 판정 방법에 따라 차이가 있을 것으로 생각된다^{11,12)}.

저자들이 시행하고 있는 NMSR법은 기본적으로 이식골의 접촉 면적의 증가시킬 수 있는 방법으로 이식골 자체의 안정성 및 피질골의 증가로 횡적 하중을 더 많이 지탱할 수 있게되어 이식골의 침강을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 추체간 골유합률의 증가를 통하여 지연유합 혹은 불유합에 의한 가관절증 등의 합병증을 줄일 수 있을 것으로 생각된다. 추후 대조군과의 비교를 통한 장기적인 추시 관찰이 필요할 것이며 생역학적 연구 모델을 통한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

단분절의 전방 경추부 자가장골이식에 있어 NMSR법은 삼면 피질 자가 장골의 피질부를 측면에 위치시키는 방법으로 MSR 골이식의 장점이었던 중주의 보강뿐만 아니라, 이식골 삽입시의 손상을 줄일 수 있는 방법이며, 이식골의 접촉 면적을 OSR골이식보다 50-56%까지 증

가시킬 수 있는 방법이다. 본 연구에서 가골의 형성 시기와 완전한 골유합까지의 기간은 5.5 ± 1.2 주와 9.6 (5-12주)주로 각각 측정되었고, 술 후 초기 안정성을 위하여 전방금속판 고정이 필요하다.

참고문헌

1. An HS, Simpson JM, Glover JM, Stephan J: Comparison between allograft plus demineralized bone matrix versus autograft in anterior cervical fusion. A prospective multicenter study. *Spine*, 20: 2211-2216, 1995.
2. Bailey RW, Badgley CE: Stabilization of the cervical spine by anterior fusion. *J Bone Joint Surg Am*, 42: 565-594, 1960.
3. Böhler J, Gaudernak T: Anterior plate stabilization for fracture-dislocations of the lower cervical spine. *J Trauma*, 20: 203-205, 1980.
4. Bolesta MJ, Rehtine GR 2nd, Chrin AM: One- and two-level anterior cervical discectomy and fusion: the effect of plate fixation. *Spine J*, 2: 197-203, 2002.
5. Brantigan JW: Pseudarthrosis rate after allograft posterior lumbar interbody fusion with pedicle screw and plate fixation. *Spine*, 19: 1271-1279, 1994.
6. Brodke DS, Zdeblick TA: Modified Smith-Robinson procedure for anterior cervical discectomy and fusion. *Spine*, 17(Suppl 10): S427-S430, 1992.
7. Cloward RB: Treatment of acute fractures and fracture-dislocations of the cervical spine by vertebral-body fusion. A report of eleven cases. *J Neurosurg*, 18: 201-209, 1961.
8. Ebraheim NA, Fow J, Xu R, Yeasting RA: The vertebral body depths of the cervical spine and its relation to anterior plate-screw fixation. *Spine*, 23: 2299-2302, 1998.
9. Jenis LG, An HS, Simpson JM: A prospective comparison of the standard and reverse robinson cervical grafting techniques: radiographic and clinical analyses. *J Spinal Disord*, 13: 369-373, 2000.
10. Kumaresan S, Yoganandan N, Pintar FA: Finite element analysis of anterior cervical spine interbody fusion. *Biomed Mater Eng*, 7: 221-230, 1997.
11. Lee JK, Ahn JS, Kim SB, Hong CH, Lee JB: Influence of plate position on fusion time and clinical outcomes after anterior cervical interbody fusion. *J Korean Soc Spine Surg*,

- 12; 22-27, 2005.
12. Park HJ, Rah JH, Yoon YS: Anterior cervical fusion with cervical spine locking plate system. J Korean Orthop Assoc, 31: 52-58, 1996.
 13. Robinson RA, Smith GW: Anterolateral cervical disk removing and interbody fusion for cervical disk syndrome. Bull John Hopkins Hospital, 96: 223-224, 1955.
 14. Song KJ, Choi BR, Yang KH, Lee KB: Results of one level anterior cervical discectomy and fusion in the degenerative cervical spinal disorder. J Korean Orthop Assoc, 38: 282-288, 2003.
 15. Song KJ, Lee KB, Kim SR: Availability of anterior cervical plating according to the severity of injury in distractive flexion injury in lower cervical spine. J Korean Orthop Assoc, 40: 195-202, 2005.
 16. Suchomel P, Barsa P, Buchvald P, Svobodnik A, Vanickova E: Autologous versus allogenic bone grafts in instrumented anterior cervical discectomy and fusion: a prospective study with respect to bone union pattern. Eur Spine J, 13: 510-515, 2004.
 17. Wang JC, McDonough PW, Endow K, Kanim LE, Delamarter RB: The effect of cervical plating on single-level anterior cervical discectomy and fusion. J Spinal Disord, 12: 467-471, 1999.
 18. Young WF, Rosenwasser RH: An early comparative analysis of the use of fibular allograft versus autologous iliac crest graft for interbody fusion after anterior cervical discectomy. Spine, 18: 1123-1124, 1993.

= 국문초록 =

목 적: 경추 전방 유합술시 사용된 새로운 변형 Smith-Robinson 골이식법의 유용성에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2001년 9월부터 2006년 6월까지 경추의 골절, 탈구, 추간판 탈출증 및 퇴행성 경추질환의 치료로서 본원에서 새로운 변형 Smith-Robinson법(New Modified Smith-Robinson technique, NMSR)으로 수술하였던 42명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 51.2세(28-74세)였고, 남자 30명, 여자 12명이었다. 이 중 32명의 경우 경추 제 4, 5, 6번의 추체중판의 넓이를 측정하였고, 이를 Smith-Robinson 및 NMSR 방법에서의 이식골의 넓이와 각각 비교하였다. 이후 추시를 통하여 방사선학적 골유합 시기와 최종 추시에서 수술 직후와 전만 혹은 후만 변형 정도를 비교 측정하였다.

결 과: 42예 전례에서 골유합을 얻었다. Original Smith-Robinson technique (OSR)에서 본 환자군에서 이식골의 평균넓이는 남녀 각각 169 : 152 mm²이며, NMSR의 경우 263 : 228 mm²로 새로운 방법에서 94 : 76 mm²의 이식골 면적이 증가되었다. 방사선학적 유합은 평균 9.6주에 얻을 수 있었다. 최종 추시에서 수술 직후와의 Cobb각 변화는 2.5±2.6도였다.

결 론: 하부 경추의 전방 유합에 있어 이식골을 횡으로 삽입하는 방법(NMSR)은 기존의 이식골을 종으로 삽입하던 Smith-Robinson법(OSR)에 비하여 이식골의 접촉면적을 50-56%까지 증가시킬 수 있어 이식골의 안정성을 유지하고 골유합 기간을 단축시키며, 유합률을 증가시킬 수 있는 좋은 방법이다.

색인 단어: 새로운 변형 Smith-Robinson 법, Smith-Robinson 골이식법, 경추 전방 유합술, 이식골, 골유합