

Clinical and Radiographic Results of Artificial Disc Replacement Combined with Anterior Cervical Discectomy and Fusion Versus Two-Level Anterior Cervical Discectomy and Fusion in Two-Level Cervical Disc Disease

Yoon-Suk Hyun, M.D., Jun-Sik Park, M.D., Kyung-Won Song, M.D., Ph.D., Gab-Lae Kim, M.D.,
Jin-Young Lee, M.D., Ph.D., Jae-Hyuk Shin, M.D., Ph.D.

J Korean Soc Spine Surg 2017 Dec;24(4):211-220.

Originally published online December 31, 2017;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2017.24.4.211>

Korean Society of Spine Surgery
Asan Medical Center 88, Olympic-ro 43 Gil, Songpa-gu, Seoul, 05505, Korea
Tel: +82-2-483-3413 Fax: +82-2-483-3414

©Copyright 2017 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.2017.24.4.211>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Clinical and Radiographic Results of Artificial Disc Replacement Combined with Anterior Cervical Discectomy and Fusion Versus Two-Level Anterior Cervical Discectomy and Fusion in Two-Level Cervical Disc Disease

Yoon-Suk Hyun, M.D., Jun-Sik Park, M.D., Kyung-Won Song, M.D., Ph.D., Gab-Lae Kim, M.D.,

Jin-Young Lee, M.D., Ph.D., Jae-Hyuk Shin, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital Kangdong Sacred Heart Hospital-affiliated to Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

Study Design: Retrospective case-control study.

Objectives: To compare the clinical and radiographic outcomes of a hybrid construct (HC) of cervical artificial disc replacement (CADR) combined with anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) (group I) with 2-level ACDF (group II) in patients with 2-level cervical disc disease.

Summary of Literature Review: ACDF is reported to potentially promote degenerative changes in the adjacent segment. CADR has been expected to reduce the risk of adjacent segment degeneration. However, its clinical course has yet to be sufficiently clarified.

Materials and Methods: Twenty-six patients underwent 2-level cervical disc surgery. Single-level CADR combined with ACDF was performed in 14 patients. Twelve patients underwent 2-level ACDF. Clinical profiles were assessed using the neck disability index (NDI) and visual analogue scale scores of arm and neck pain. Dynamic lateral cervical radiographs were obtained preoperatively and at 1, 6, 12, and 18 months postoperatively. The range of motion (ROM) of the overall cervical spine (C2-7) and the adjacent segments was measured.

Results: Group I showed a superior NDI at 18 months postoperatively ($p < 0.05$). The mean C2-7 ROM of both groups recovered to the preoperative ROM. At 18 months postoperatively, the C2-7 ROM of group I was higher than that of group II ($p < 0.05$). The superior adjacent segment ROM was higher in group II ($p < 0.05$), starting at 6 months. The inferior adjacent segment ROM showed no significant difference between the groups ($p > 0.05$).

Conclusions: The HC group showed comparable clinical and radiographic outcomes to those of the 2-level ACDF group. HC can be used selectively in the treatment of patients with 2-level cervical disc disease.

Key words: Cervical vertebrae, Intervertebral disc disease, Spinal fusion, Total disc replacement

서론

전방 경추 추간판 절제술 및 유합술(Anterior cervical discectomy and fusion, 이하 ACDF)는 경부 디스크 질환에서의 표준적인 술기로 성공적인 유합율과 우수한 경과가 특징이다.¹⁾ 하지만 ACDF를 시행한 후에 추간판의 긴장에 대한 연구를 보게 되면 유합된 분절의 인접한 부위에서 생체 역학적인 부하가 증가하여 퇴행성 변화를 촉진하는 것이 단점으로 지적되고 있다.²⁻⁴⁾ 경추 인공디스크 치환술(Cervical artificial disc replacement, 이하 CADR)에서는 수술부위의 운동범위의 유지

Received: August 16, 2017

Revised: August 29, 2017

Accepted: October 24, 2017

Published Online: December 31, 2017

Corresponding author: Jae-Hyuk Shin, M.D., Ph.D.

ORCID ID: Yoon-Suk Hyun: <https://orcid.org/0000-0003-3826-2527>

Jun-Sik Park: <https://orcid.org/0000-0003-3466-350X>

Kyung-Won Song: <https://orcid.org/0000-0003-2433-1587>

Gab-Lae Kim: <https://orcid.org/0000-0002-0282-1721>

Jin-Young Lee: <https://orcid.org/0000-0003-1947-2588>

Jae-Hyuk Shin: <https://orcid.org/0000-0001-6344-0714>

Department of Orthopedic Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital, 445 Gildong, Kangdong-gu, Seoul, 134-701, Korea

TEL: +82-2-2224-2230, **FAX:** +82-2-489-4391

E-mail: jshin2100@gmail.com

가 잘되며, 인접 관절의 긴장을 줄여 줌으로써 인접관절의 퇴행성 변화 (adjacent segmental degeneration, 이하 ASD)를 예방하는 효과가 기대되었다.⁶⁻¹⁰⁾ 그러나, CADR은 그 분절에서 굴신 방사선 사진상 불안정성이 있는 경우, 골다공증, 심한 척추 후관절 관절증(facet joint arthrosis), 교량골극(bridging osteophyte)이 존재하거나, 후방 종인대, 후관절 또는 황색 인대의 비후 소견이 있는 경우, 추간판의 퇴행성 변화가 다분절에서 나타나는 경우 금기에 해당한다.¹²⁾ 그리고, 이분절 CADR을 시행하는 경우에 의료비의 증가와 수술부위의 과운동성이 유발될 수 있는 위험을 가지고 있고, 또한 이분절 CADR의 임상적인 경과에 충분히 알려져 있지 않다.⁵⁻¹⁰⁾ 그래서, 본원에서는 2개 분절에서의 경추 추간판 유합술의 적응증이 되는 환자에게 운동범위가 보존된 분절에 CADR을 시행하고 그보다 더 퇴행성 변화가 심한 소견을 보이는 분절에 ACDF를 시행하는 혼합수술(Hybrid construct, 이하 HC)을 이분절 ACDF의 대체 수술로서 시행하였다. 본 연구의 목적은 CADR과 한 분절 ACDF를 같이 시행한 HC군(I군)과 이 분절 모두에서 ACDF를 시행한 이분절 ACDF군(II군)을 비교하여 임상적인 결과와 방사선학적 검사 결과를 비교 분석하는 것이다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2003년부터 2013년까지 본원에서 제 4경추와 제 7경추간에서 2개의 연속적인 경추 추간판에 수술을 시행한 26명의 환자를 대상으로 하였다. 환자군의 연령 범위는 29~62세(평균나이 43.1세)였으며 혼합수술(HC)을 시행한 I군은 14명, 이분절 ACDF를 시행한 II군은 12명이었다. 추시 기간은 수술 후 18개월까지 추시된 환자를 대상으로 하였다. 혼합수술을 시행한 경우 수술을 시행한 2개의 분절 중 증상은 있으나 골극 형성이나 후방 종인대, 후관절 또는 황색인대의 비후 소견이 없는 경우 또는 골 간격 협소 등 퇴행성 변화가 뚜렷하지 않으며 굴신 방사선 사진상 해당 분절의 불안정성이 없는 분절에 CADR을 시행하였고 그보다 더 퇴행성 변화가 진행된 분절에 ACDF를 시행하였다. 척추관절 통증 증후군, 후방 압박으로 인한 협착증, 기형, 골다공증, 감염 등은 연구의 대상에서 제외하였다. 연구에 참여한 모든 환자들은 외래 방문 시 신경근증의 증상을 나타내었고, 22명(85.5%)은 신경근증만을 보였으며 4명(15.5%)의 환자에서 척수증이 동반되었다. 척수증이 동반되지 않은 신경

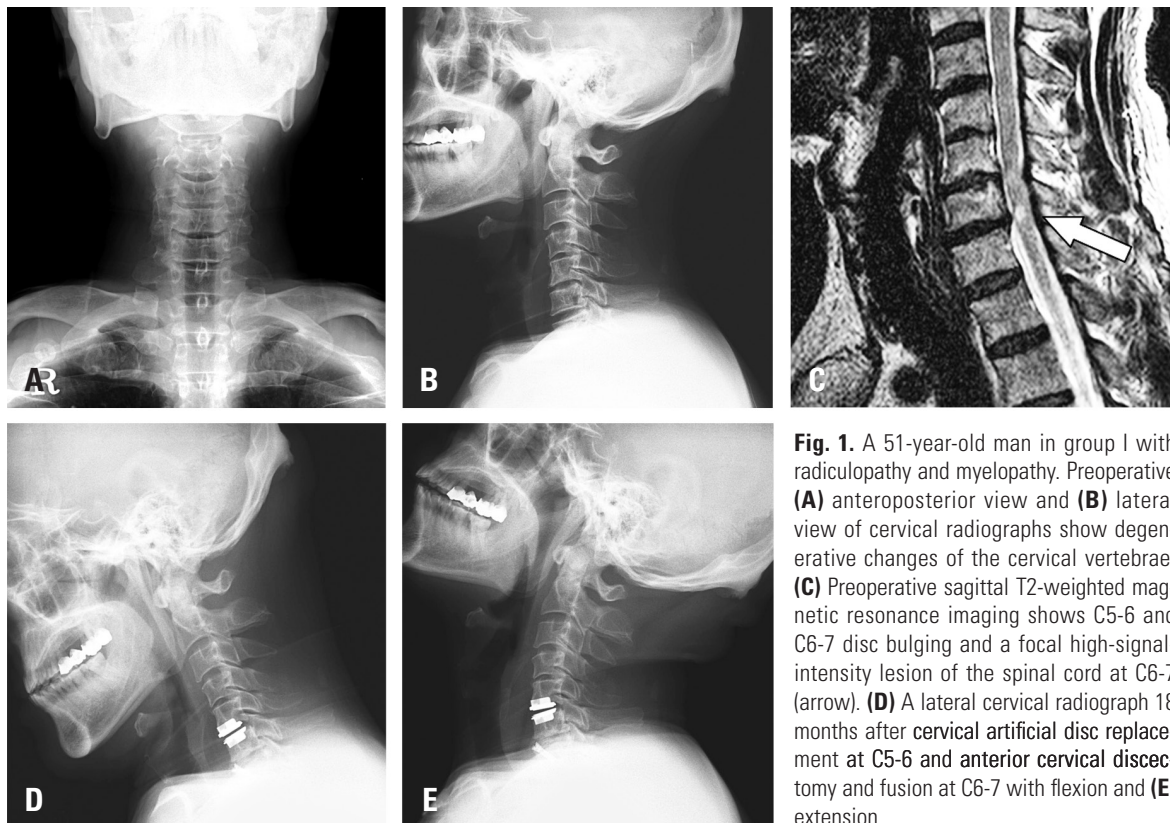


Fig. 1. A 51-year-old man in group I with radiculopathy and myelopathy. Preoperative (A) anteroposterior view and (B) lateral view of cervical radiographs show degenerative changes of the cervical vertebrae. (C) Preoperative sagittal T2-weighted magnetic resonance imaging shows C5-6 and C6-7 disc bulging and a focal high-signal-intensity lesion of the spinal cord at C6-7 (arrow). (D) A lateral cervical radiograph 18 months after cervical artificial disc replacement at C5-6 and anterior cervical discectomy and fusion at C6-7 with flexion and (E) extension.

근증이 있는 사람들 중 6주간의 보존적인 치료에 반응이 없는 환자들을 대상으로 C4-5에서부터 C6-7 분절 간에 2개의 연속적인 분절에 수술적 치료를 시행하였다. 모든 환자들은 수술 시행 후 1, 6, 12, 18개월 후에 외래 방문하여 임상적 평가 및 방사선학적 검사를 시행하였다. 본 연구는 본원 임상연구 윤리 위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받아 이루어졌다.

2. 수술 방법

모든 환자는 표준적인 경추 전방 도달법(Smith-Robinson approach)을 사용하였다. 기본적으로 두 개의 군에서 수술적 술기는 같았다. 연골부의 종말판(endplate)는 골성 종말판(bony endplate)을 손상시키지 않는 범위에서 긁어내었고, 구상돌기(uncovertebral joint)는 비후된 부분은 절제하였다. I군에서는 인공디스크(ProDisc-C, Synthes Spine)를 통해서 관절 치환술을 시행하였고, 다른 분절에 대하여는 자가 장골 이식술을 이용한 척추간 유합술을 시행하였고 이식된 골편의 전방 탈출을 방지하기 위해 간섭나사(interference screw)로 골편을 지지하였다(Fig. 1). II군에서는 I군에서 한 분절에 시행한 척추간 유합술과 같은 술식으로 두 개의 분절에 대하여 시행하였다(Fig. 2).

3. 임상적 경과 관찰

임상적 경과관찰은 환자의 치료방침에 관여하지 않은 통증 전문 간호사들에 의해서 진행되었다. 환자들에게 경부장애지수(neck disability index: NDI)를 측정하였고 점수는 0~50점으로 체크하였다. 결과는 다시 전혀 문제가 없는 것을 0%와 가장 불편한 것을 100%로 하여 점수를 환산하였다. 통증 정도(VAS score)는 0~10점으로 환산하였다(0점: 통증을 호소 하지 않음, 10점: 가장 극심한 통증). 수술전과 수술 후의 통증을 체크하였다. 임상적 경과의 측정은 수술 후 1, 6, 12, 18개월에 진행되었다. 그리고 4명의 척수증이 있는 환자들은 Japanese Orthopedic Association (JOA) scoring system을 이용하여 수술 전과 후의 점수를 측정하였으며 회복 지수는 Hirabayashi¹¹⁾ method를 이용하여 계산하였다(수술 후 JOA score-수술 전 JOA score) × 100/(17-수술 전 JOA score).

4. 영상학적 경과 관찰

26명의 모든 환자들이 MRI상에서 두 개 분절의 경추 추간판 질환이 관찰되었다. 굴곡, 신전 측면상은 기립 자세에서 촬영하였고, 수술전과 수술 후 1, 6, 12, 18개월 후에 측정하였다.

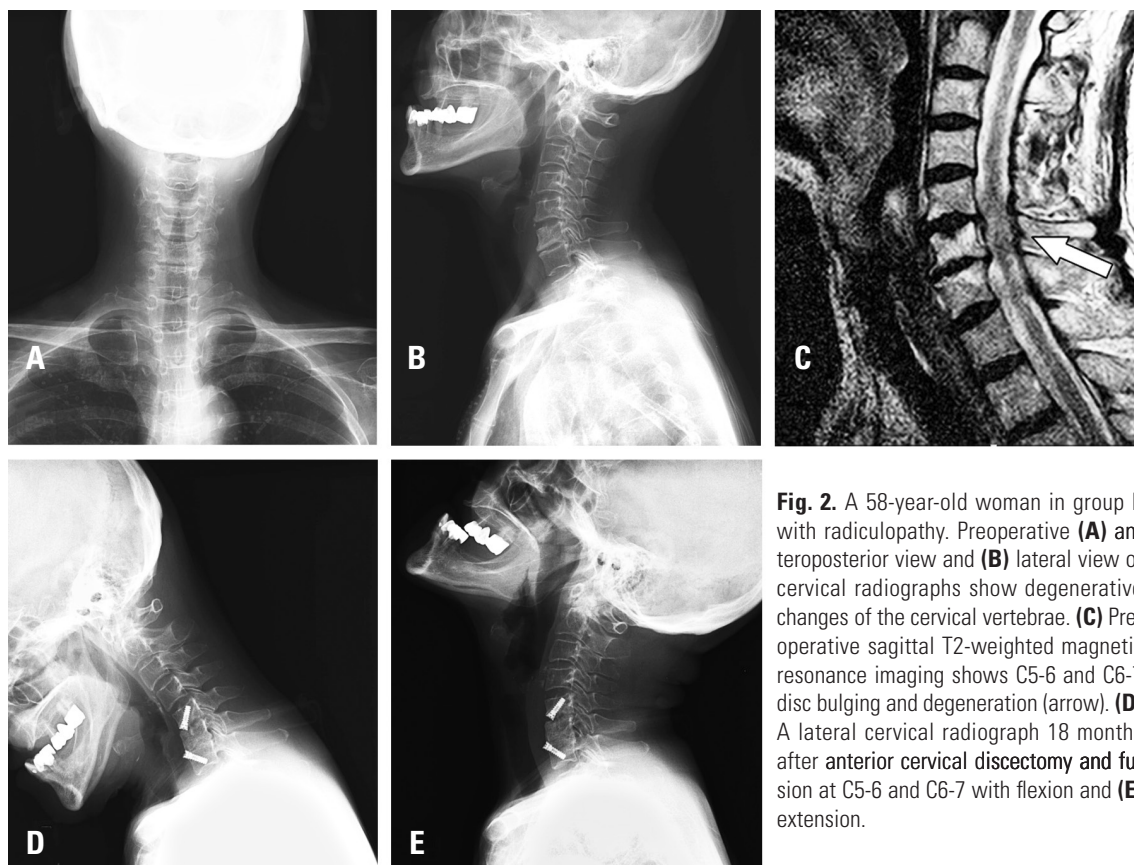


Fig. 2. A 58-year-old woman in group II with radiculopathy. Preoperative (A) anteroposterior view and (B) lateral view of cervical radiographs show degenerative changes of the cervical vertebrae. (C) Preoperative sagittal T2-weighted magnetic resonance imaging shows C5-6 and C6-7 disc bulging and degeneration (arrow). (D) A lateral cervical radiograph 18 months after anterior cervical discectomy and fusion at C5-6 and C6-7 with flexion and (E) extension.

C2–C7간의 운동범위 각도(angular ROM)는 PACS software (PiViewSTAR, INFINITT, Seoul, Korea)를 이용하여 경추 측면 상에서 최대 굴곡, 신전 상태에서 Cobb method로 측정하였다(Fig. 3). 인접분절의 운동범위도 위와 같은 방법으로 시행되었다(Fig. 4). 척추전만(lordosis)는 (-)값으로 측정하였고 척추후만(kyphosis)는 (+)값으로 측정하였다.

5. 통계적 분석

결과는 평균 \pm 표준편차로 나타냈다. 비모수적인 방법인 Mann–Whitney U-검정을 사용하였고 운동범위와 NDI, VAS 각각의 점수에 대해서는 SPSS (SPSS Inc., Seoul, Korea)를 사용하여 p값이 0.05 미만을 통계적으로 유의하게 보았다.

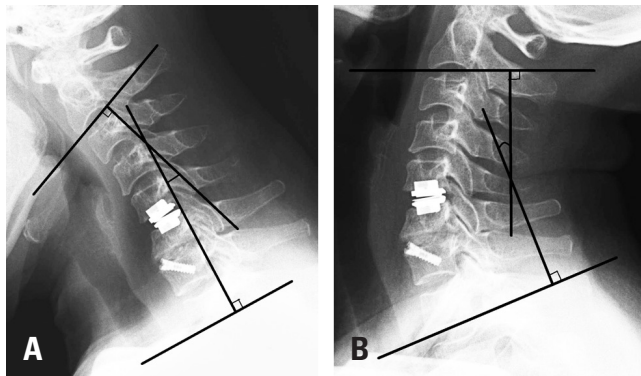


Fig. 3. The Cobb angle between the inferior endplates of C2 and C7 was measured. The overall cervical (C2–7) range of motion was calculated by the difference of the Cobb angles between cervical lateral full flexion (A) and extension (B) radiographs.

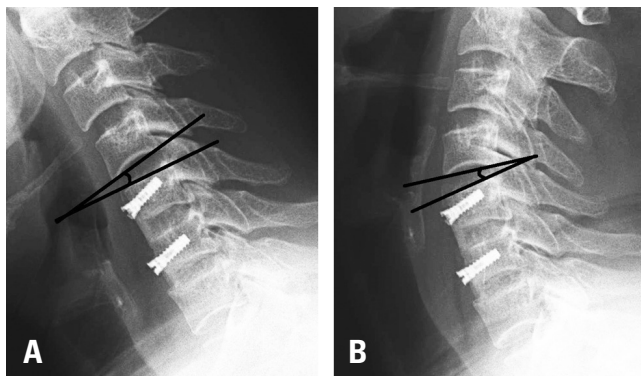


Fig. 4. The Cobb angle between the inferior endplate of the superior adjacent vertebra and the superior endplate of the inferior adjacent vertebra was measured. Adjacent segment range of motion was calculated by the difference of the Cobb angles between cervical lateral full flexion (A) and extension (B) radiographs.

결과

수술을 시행한 부위로는 C4–5 ACDF와 C5–6 CADR를 시행한 환자가 5명, C4–6 ACDF가 5명, C5–6 CADR과 C6–7 ACDF를 시행한 환자가 9명, C5–7 ACDF를 시행한 환자가 7명이었다(Table 1). 두 군간의 나이, 성별, 진단에는 통계적 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 1. Patient demographics

	HC (n=14)	2-level ACDF (n=12)
Mean age (Mean \pm SD)	40.5 \pm 6.9	47.2 \pm 6.0
Gender	Male:6 Female:8	Male:6 Female:6
Level		
C4–5 ACDF+C5–6 CADR	5	
C4–6 ACDF		5
C5–6 CADR+C6–7 ACDF	9	
C5–7 ACDF		7
Radiculopathy	12	10
Myelopathy & radiculopathy	2	2

HC: Hybrid construct, ACDF: Anterior cervical discectomy and fusion, CADR: Cervical artificial disc replacement.

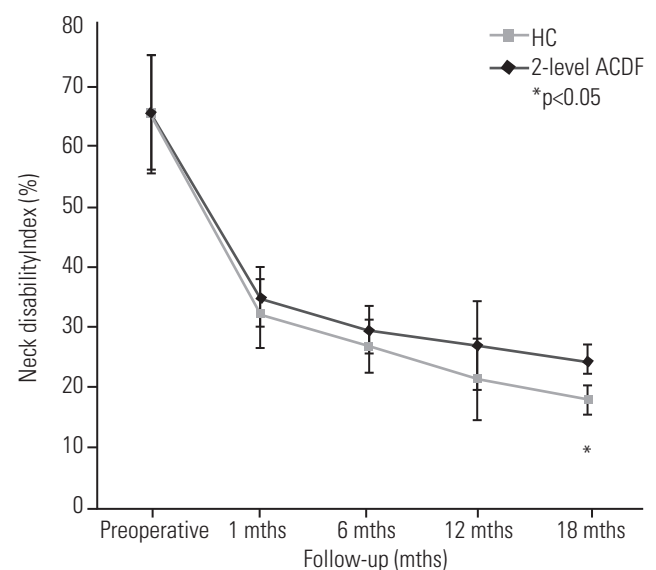


Fig. 5. Group I showed a superior neck disability index (NDI) at 18 months postoperatively ($p<0.05$).

1. 임상적 결과

NDI 점수는 두 군에서 모두 시간이 지날수록 감소하는 양상이 나타났지만 그 감소의 정도는 점차 느려지는 양상이 관찰되었다. 전반적으로 비슷한 임상 회복을 나타내었는데 18개월 후의 NDI 감소를 비교해 봤을 때 II군에 비해서 I군에서의 NDI 회복이 보다 저명한 것으로 나타났다(Fig. 5). 경부와 상지의 통증에 대한 VAS score 또한 두 그룹에서 모두 감소하는 양상을 나타냈다. 두 개 군을 비교해 봤을 때 경부 통증 및 상지 통증에 대한 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(Fig. 6). 그리고, 척수증이 있는 경우가 각 군에서 2예씩 있어 JOA score를

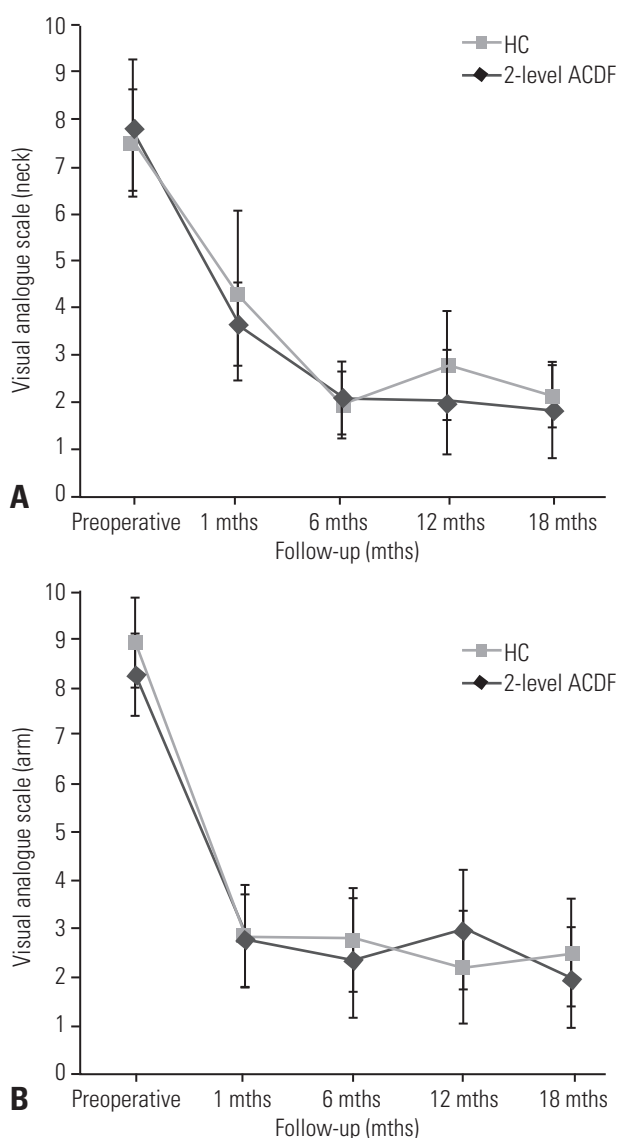


Fig. 6. Graphs show visual analogue scale (VAS) score improvements for the neck (A) and arm (B) between groups I and II, but there was no significant difference ($p>0.05$).

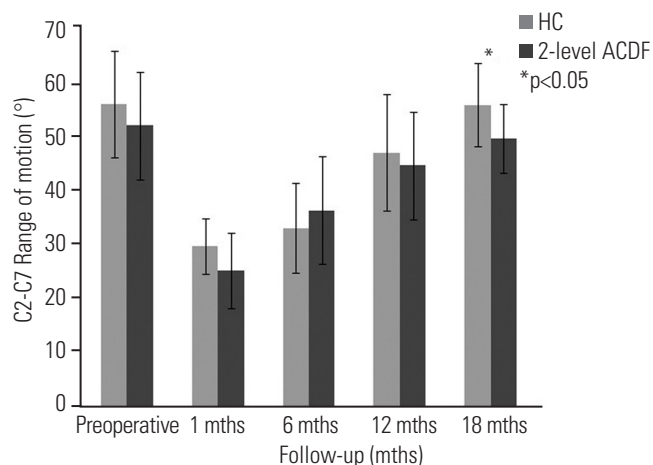


Fig. 7. At 18 months postoperatively, the hybrid construct (HC) group showed an overall cervical range of motion (ROM) greater than that of the 2-level anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) group ($p<0.05$).

측정하였으며 I군은 수술 전 13 ± 1.4 에서 수술 후 15.5 ± 2.1 로 향상되었고 II군은 수술 전 12.5 ± 0.7 에서 수술 후 15.5 ± 0.7 로 향상되었다. JOA score 및 Hirabayashi method를 이용한 회복 지수는 I군은 70 ± 42.2 , II군은 67.5 ± 10.6 으로 측정되었다.

2. 영상의학적 결과

1) C2-C7의 운동범위

경추 부의 운동 범위는 수술 직후에 뚜렷하게 제한되었지만 시간이 지날수록 나아지는 양상을 보였다. I군에서 18개월 시점에서 II군보다 유의하게 증가된 운동범위 회복이 나타났다.(Fig. 7).

2) 인접 분절의 운동범위

상위 인접 분절의 운동범위는 I군에는 관찰기간 동안 운동 범위가 보존된 것을 볼 수 있으며 II군에서는 수술 1년 후 상위 인접 부분 운동범위의 과운동성을 보였으며 수술 후 6개월 후부터 18개월까지 상위 인접 분절 운동범위는 두 그룹간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 하지만 하위 인접 부분 운동범위는 I군과 II군 모두 수술 12개월 이후부터 운동범위가 증가하였으며 두 그룹간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(Fig. 8A, B). 추가적으로 I군에서 유합술을 상위에 시행한 군(I-1)과 하위에 시행한 군(I-2)으로 나누어 비교해 보았을 때 상위 인접 분절의 운동 범위 및 하위 인접 분절의 운동 범위 모두 두 그룹간의 차이는 없었다(Fig. 8C, D).

3. 합병증

추시 관찰기간 동안 삽입된 기구의 불안정 및 이동, 감염, 신

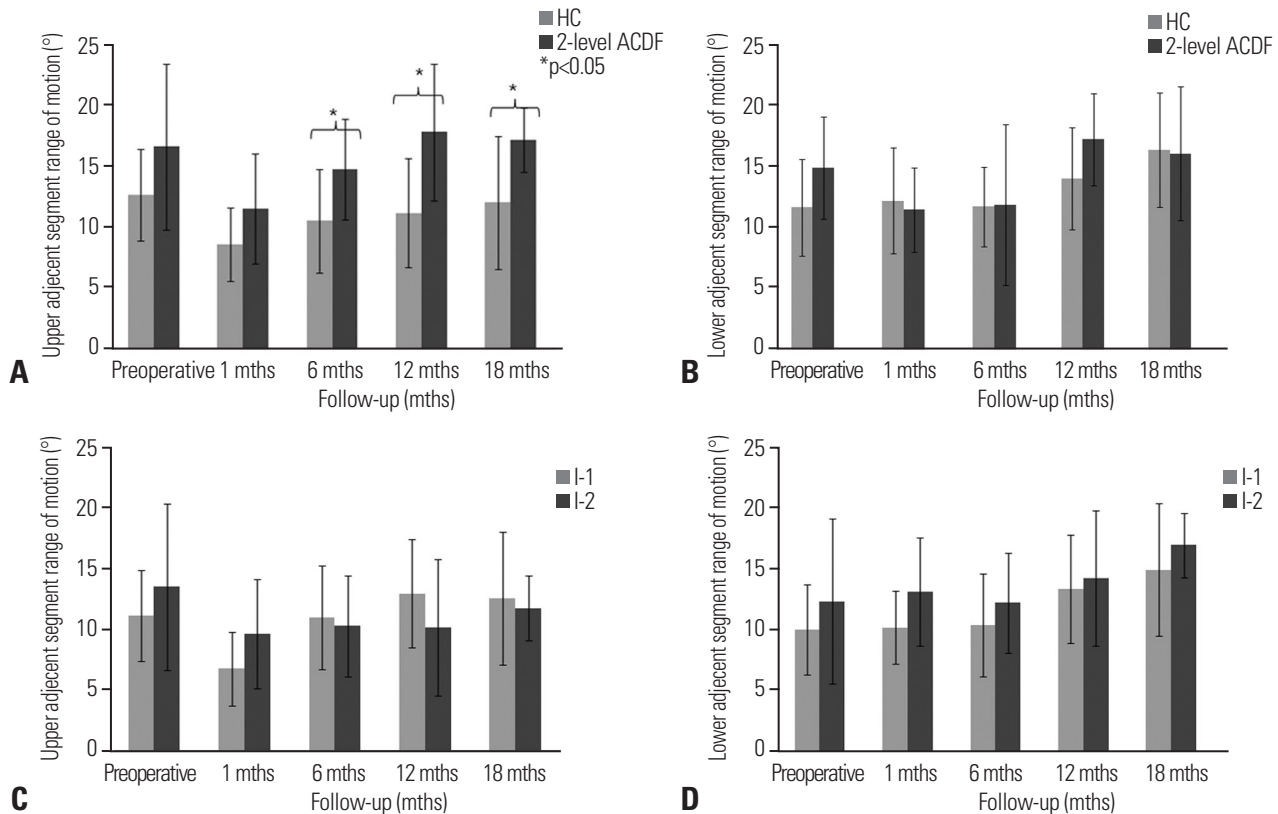


Fig. 8. (A) Starting at 6 months postoperatively, there was a significant difference in the upper adjacent segment motion range between the 2 groups ($p<0.05$). (B) However, in the lower adjacent segment, there was no significant difference between the 2 groups ($p>0.05$). Group I was subdivided into I-1 (C4-5 ACDF+C5-6 CADR) and I-2 (C5-6 CADR+C6-7 ACDF), but there was no significant difference between these subgroups in the upper (C) and lower adjacent segment (D) motion range ($p>0.05$). ACDF, anterior cervical discectomy and fusion; CADR, cervical artificial disc replacement.

경학적 합병증, 이소골화 등 수술방법에 따른 합병증은 관찰되지 않았다.

고찰

ACDF는 지난 50년간 경추 추간판 질환에서의 표준적인 술기로 성공적인 유합율과 우수한 경과가 특징이다. ACDF의 이러한 장점에도 불구하고 가관절증(pseudoarthrosis), 삽입물 고정실패, 이소골화 등 이 술기에 대한 부작용에 대하여 보고가 되었는데, 그 중 최근에는 인접 분절 질환에 대한 관심이 높다.^{1,3,4} ACDF를 시행한 후 인접 관절 질환의 원인에 대한 다양한 이론들이 제기되고 있는데, Matsunaga 등¹³은 ACDF 후 추간판의 긴장에 대한 연구를 하여 유합된 분절의 인접한 부위에서 생체 역학적인 부하가 증가함을 밝혔고, Dmitriev 등¹⁴은 ACDF를 시행한 인접 관절에서 시상각(sagittal)이 증가한다고 발표했다. ACDF 시행 후 인접 분절에서 증상이 있는 퇴화를 진

행시킨다는 것은 임상적, 그리고 사체 실험 연구에서 밝혀졌는데, 이러한 ASD는 ACDF의 장기적인 합병증으로, 증상이 있는 ASD의 발생률은 3%에 이르며, 수술적인 치료가 필요할 수도 있다.^{15,16} 이론적으로 유합된 분절은 유합 후에 관절 운동의 제한이 오지만 유합된 분절 이외의 분절에서 기능을 하기 때문에 경추부 운동 범위는 보존된다.¹⁷ 이 이론에 따르면 유합된 경추 분절이 많아지면 많아질수록 인접관절의 보상운동이 증가하고 결과적으로 더 많은 ASD가 발생할 수 있다고 할 수 있다. Park 등¹⁸은 단일 분절 유합보다 2개 분절의 유합이 인접 분절의 추간판내 압력을 증가시킨다는 것을 밝혀냈고, 이는 연속적인 이 분절 유합은 인접 분절에 더 많은 영향을 줄 수 있다고 볼 수 있다. 만약 두 개의 인접 분절에서 증상이 있거나 인접 분절이 증상 발현이 임박할 정도로 퇴화한다면, 이 두 분절은 수술이 필요하며, Hilibrand 등¹⁵은 퇴화된 모든 인접 부분은 목표한 분절과 유합할 것을 추천했다.

위의 내용을 바탕으로 수술 부위의 운동범위가 잘 보존된다

면, 보상적으로 발생하는 인접관절의 과운동성 발생이 줄어들 것으로 기대된다. CADR은 수술부위의 운동범위의 유지가 잘 되며, 인접 관절의 긴장을 줄여 주기 때문에 ASD를 예방하는 효과가 있다고 보고 되고 있다.⁵⁻¹⁰⁾ CADR의 인접 부분에서의 운동성 보존과 과운동성을 줄이는 효과는 2개나 그 이상의 척추가 선천적으로 유합된 Klippel-Feil 증후군이 있는 환자에서 보고되었는데 CADR과 ACDF를 동시에 시행한 경우 인접분절의 운동 부하를 줄이고, 과운동성을 줄여서 인접분절 퇴행을 예방한다는 가설을 제시하였다.⁹⁾ 두 개의 분절이 관절 운동이 보존되어있고 분리증이 없는 경우 이분절 경추 추간판 질환에서 이분절에 대하여 CADR을 고려해 볼 수 있다. Sekhon¹⁹⁾은 경추 신경 척수병증에서 이분절 인공 디스크 삽입 증례를 발표하였다. 하지만, 이분절 인공 디스크에 대한 생체역학적인 부분에 대한 언급이 없어 정당성이 인정되기 어려운 점이 있다. 또한, 이분절 CADR의 문제점으로 시행한 분절에서의 운동성을 필요 이상으로 증가시키는 점과, 의료비의 증가가 있다. 일반적으로 CADR은 척추분리증이 있거나 척추관이 무너진 경우, 골극이 있는 경우에서는 추천되지 않으나, 운동범위가 보존된 분절에 CADR을 시행하고 그보다 더 퇴행성 변화가 심한 소견을 보이는 분절에 HC를 이분절 ACDF의 대체 수술로서 고려할 수 있다.

현재 1개 분절에서의 CADR의 인접부위에 대한 효과가 생체 내적으로나 외적으로 충분히 검증 되었다고는 하나 CADR과 한 분절 ACDF를 함께 시행한 경우에 대한 연구결과는 충분히 밝혀져 있지 않은 상태이다. Cho 등²⁰⁾은 사체이용 생체역학적 연구로 C4-7 경추 분절에서 이분절 모두에 ACDF를 시행한 군은 비수술군 대비 C4-7 운동 범위가 감소하지만 이분절 HC를 시행한 군은 C4-7 운동 범위의 변화가 없다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 인체(*in vivo*)에서 CADR과 한 분절 ACDF를 같이 시행한 HC군과 이 분절 모두에서 ACDF를 시행한 이분절 ACDF군을 비교하여 임상적인 결과와 방사선학적 검사 결과에서 어떠한 차이를 보이는지 그 결과를 비교했다. 두 군 모두에서 수술적인 합병증은 없었으며, 경부 통증과 상지 통증은 호전됨을 보였다. 그러나, HC에서 NDI와 C2-C7 운동 범위에서 더 빠른 회복을 보였고, 18개월 추시 관찰에서 이분절 ACDF군보다 인접 분절 운동 범위의 평균이 낮음을 보여주었다. 두 군 모두에서 경부 및 상지의 통증이 감소한 것은 수술 시에, 탈출된 추간판에 대하여 감압적 제거술을 시행하였기 때문이라고 생각된다. 그리고, NDI 및 관절 운동 범위 회복 및 인접 분절에 대한 영향에 대한 정도를 고려하였을 때 관절 운동 범위를 유지시키는 것이 더 좋은 임상적인 결과로 이어진다고 추측할 수 있었고, HC가 이분절 ACDF 보다 임상적, 방사선학적으로 더 우수한 방법으로 고려할 수 있음을 알 수 있었다.

이번 연구의 결과는 이전에 나왔던 인공 디스크 치환과 유합과의 결과를 비교하는 연구들과 유사하였다.^{8,21)} Schwab 등¹⁷⁾은 경추 하부 분절의 유합은 하위 인접 분절이 상위 인접 분절보다 더 보상이 크게 일어나고, 상부 분절의 유합술에서는 반대 결과를 보이는 것을 보고하였다. 그러나, 시행한 연구기간 동안에 ASD가 있었던 증례가 없었고 표본 인구가 적고 추시 관찰 기간이 짧았던 한계점이 있었다. 비록 ASD가 보고 되지는 않았지만 이분절 ACDF 하부분절의 증가된 운동범위는 장기간 추시 관찰에서 퇴화를 더 진행시킬 것으로 예상할 수 있었다.

본 연구의 제한점으로 적은 양의 표본 수, 비교적 짧은 추시 관찰 기간 그리고 HC의 생체역학적인 특성을 고려하지 못한 점을 들 수 있다. 본 연구가 CADR의 효율에 대해 강조하고 있지만 반대되는 연구도 보고되었다.²²⁻²⁴⁾ Gore와 Sepic²²⁾은 ACDF와 대조군 간의 ASD 발생률 차이는 없다고 하였고, Ishihara 등²³⁾은 유합된 분절 수와 ASD 발생률간에 상관관계는 없다고 보고하였고 ASD가 퇴행의 결과물이라 주장하고 있다. HC에 잠재되어있는 장점과 위험의 이해는 보다 많은 환자에서 보다 지속되는 장기적 추시 관찰이 요망될 것으로 사료된다. 또 다른 제한점으로는 CADR의 인공디스크와 ACDF의 경추 유합술에서의 수술의 적응증 차이로 인한 술 전 군간의 이종성(heterogeneity)이다. 그러나, 본 관찰연구를 통하여 인공디스크의 적응증을 적용하여 수술한 경우, 해당 환자군에서 유합술을 시행하였을 경우에 대비하여 보다 우월하게 유지되는 수술 분절의 운동범위를 확인할 수 있었다. 인접 분절 관절운동 부하가 감소될 것으로 예상되나 인접 분절의 술 전 퇴행 정도와의 상관관계는 더욱 면밀한 분석이 요망된다고 할 수 있다.

결론

본 후향적인 연구에서 유합술과 동시에 인공 추간판 치환술을 시행한 경우, 이분절 유합술을 시행한 군 대비 임상 결과 및 경추부의 운동 범위 유지에 있어서 최종적으로 우수한 관찰 결과를 나타내었다. 이분절 경추 추간판 질환에서 타당하게 적용된 경우 경추 인공관절 삽입술과 경추 전방 유합술과의 혼합사용에서 그 상위 인접 분절의 관절운동 부하가 유합술 대비 감소되면서 생역학적 안정성에 기여하고, 수술 분절 및 상위 인접 분절에서 상호 유기적 운동 형성에 기여한다고 사료된다.

REFERENCES

1. Bohlman HH, Emery SE, Goodfellow DB, et al. Robinson anterior cervical discectomy and arthrodesis for cervical radiculopathy. Long-term follow-up of one hun-

- dred and twenty-two patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1993 Sep;75(9):1298–307. DOI: 10.2106/00004623-199309000-00005.
2. Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, et al. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*. 1999 Apr;81(4):519–28. DOI: 10.2106/00004623-199904000-00009.
 3. Cheng L, Nie L, Zhang L, et al. Fusion versus Bryan Cervical Disc in two-level cervical disc disease: a prospective, randomised study. *Int Orthop*. 2009 Oct;33(5):1347–51. DOI: 10.1007/s00264-008-0655-3.
 4. DiAngelo DJ, Foley KT, Vossel KA, et al. Anterior cervical plating reverses load transfer through multilevel strut-grafts. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000 Apr 1;25(7):783–95. DOI: 10.1097/00007632-200004010-00005.
 5. Emery SE, Bohlman HH, Bolesta MJ, et al. Anterior cervical decompression and arthrodesis for the treatment of cervical spondylotic myelopathy. Two to seventeen-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 1998 Jul;80(7):941–51. DOI: 10.2106/00004623-199807000-00002.
 6. Liu F, Cheng J, Komistek RD, et al. In vivo evaluation of dynamic characteristics of the normal, fused, and disc replacement cervical spines. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Nov 1;32(23):2578–84. DOI: 10.1097/brs.0b013e318158cdf8.
 7. Pickett GE, Rouleau JP, Duggal N. Kinematic analysis of the cervical spine following implantation of an artificial cervical disc. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Sep 1;30(17):1949–54. DOI: 10.1097/01.brs.0000176320.82079.ce.
 8. Sasso RC, Smucker JD, Hacker RJ, et al. Artificial disc versus fusion: a prospective, randomized study with 2-year follow-up on 99 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Dec 15;32(26):2933–40; discussion 2941–2. DOI: 10.1097/brs.0b013e31815d0034.
 9. Yi S, Kim SH, Shin HC, et al. Cervical arthroplasty in a patient with Klippel-Feil syndrome. *Acta Neurochir (Wien)*. 2007 Aug;149(8):805–9. DOI: 10.1007/s00701-007-1115-7.
 10. Yi S, Shin HC, Kim KN, et al. Modified techniques to prevent sagittal imbalance after cervical arthroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Aug 15;32(18):1986–91. DOI: 10.1097/brs.0b013e318133fb99.
 11. Satomi K, Ogawa J, Ishii Y, et al. Short-term complications and long-term results of expansive open-door laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. *Spine J*. 2001 Jan-Feb;1(1):26–30. DOI: 10.1016/s1529-9430(01)00008-0.
 12. Moatz B, Tortolani PJ. Cervical disc arthroplasty: Pros and cons. *Surg Neurol Int*. 2012;3(3 Suppl):216–24. DOI: 10.4103/2152-7806.98582.
 13. Matsunaga S, Kabayama S, Yamamoto T, et al. Strain on intervertebral discs after anterior cervical decompression and fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999 Apr 1;24(7):670–5. DOI: 10.1097/00007632-199904010-00011.
 14. Dmitriev AE, Cunningham BW, Hu N, et al. Adjacent level intradiscal pressure and segmental kinematics following a cervical total disc arthroplasty: an in vitro human cadaveric model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 May 15;30(10):1165–72. DOI: 10.1097/01.brs.0000162441.23824.95.
 15. Hilibrand AS, Yoo JU, Carlson GD, et al. The success of anterior cervical arthrodesis adjacent to a previous fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Jul 15;22(14):1574–9. DOI: 10.1097/00007632-199707150-00009.
 16. Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? *Spine J*. 2004 Nov-Dec;4(6 Suppl):190–4. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.07.007.
 17. Schwab JS, Diangelo DJ, Foley KT. Motion compensation associated with single-level cervical fusion: where does the lost motion go? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Oct 1;31(21):2439–48. DOI: 10.1097/01.brs.0000239125.54761.23.
 18. Park DH, Ramakrishnan P, Cho TH, et al. Effect of lower two-level anterior cervical fusion on the superior adjacent level. *J Neurosurg Spine*. 2007 Sep;7(3):336–40. DOI: 10.3171/spi-07/09/336.
 19. Sekhon LH. Two-level artificial disc placement for spondylotic cervical myelopathy. *J Clin Neurosci*. 2004 May;11(4):412–5. DOI: 10.1016/j.jocn.2003.10.001.
 20. Cho BY, Lim J, Sim HB, et al. Biomechanical analysis of the range of motion after placement of a two-level cervical ProDisc-C versus hybrid construct. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Sep 1;35(19):1769–76. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181c225fa.
 21. Mummaneni PV, Burkus JK, Haid RW, et al. Clinical and radiographic analysis of cervical disc arthroplasty compared with allograft fusion: a randomized controlled clinical trial. *J*

- Neurosurg Spine. 2007 Mar;6(3):198–209. DOI: 10.3171/spi.2007.6.3.198.
22. Gore DR, Sepic SB. Anterior cervical fusion for degenerated or protruded discs. A review of one hundred forty-six patients. Spine (Phila Pa 1976). 1984 Oct;9(7):667–71.
23. Ishihara H, Kanamori M, Kawaguchi Y, et al. Adjacent segment disease after anterior cervical interbody fusion. Spine J. 2004 Nov–Dec;4(6):624–8. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.04.011.
24. Ausman JI. Evaluation of motion produced in adjacent segments after use of an anterior cervical cage or artificial cervical disc: evaluation of a recently published study in the Journal of Neurosurgery Spine 2005. Surg Neurol. 2006 May;65(5):522–4. DOI: 10.1016/j.surneu.2006.02.030.

이분절 경추 추간판 질환에서 인공 추간판 치환술 및 전방 유합술과, 이분절 전방 유합술의 임상적, 방사선학적 결과

현윤석 • 박준식 • 송경원 • 김갑래 • 이진영 • 신재혁

한림대학교 의과대학 강동성심병원 정형외과학교실

연구계획: 후향적 증례 대조군 연구

목적: 본 연구의 목적은 이분절 경추 추간판 질환에서 유합술과 동시에 인공 추간판 치환술 시행한 경우 (I군)와 이분절 모두 유합술을 시행한 경우 (II군)의 임상적, 방사선학적 결과를 비교하는 것이다.

선행문헌의 요약: 이분절 경추 추간판 질환에서 이분절 유합술을 시행하는 것이 일반적이나 퇴행성 변화를 촉진하는 단점이 지적되고 있다. 인공디스크 치환술은 퇴행성 변화의 예방이 기대되는 장점이 있으나 그들의 임상적 결과는 충분히 밝혀져 있지 않다.

대상 및 방법: 이분절 경추 추간판 질환으로 수술적 치료를 시행한 26명의 환자를 대상으로 하였다. 연구에 참여한 환자들은 경추 4-5간과 경추 6-7간 사이에서 인접분절에 병변이 존재하였고, 신경근증을 가지고 있었다. 14명의 환자는 유합술과 인공 추간판 치환술을 동시에 시행하였고(I군), 12명의 환자는 이분절에 대하여 유합술을 시행하였다(II군). 수술 전과 수술 후 1, 6, 12, 18개월에 경부장애지수(NDI)와 시각 통증 등급(VAS)으로 경부와 상지 통증의 강도를 조사하였다. 경추 굴곡, 신전 측면상을 수술 전과 수술 후 1, 6, 12, 18개월에 측정하였고, 관절 운동범위는 Cobb 방법을 이용하여 측정하였다.

결과: 임상 결과는 전반적으로 동등에 상응하는 결과를 나타내었으며($p > 0.05$), I군이 수술 후 18개월에서 우수한 NDI를 나타냈다($p < 0.05$). 양 군에서 경추 2-7 평균 운동범위는 수술 전 값으로 회복되는 양상을 보였고 18개월 때에 I군에서 더 컸다($p < 0.05$). 상위 인접 분절의 관절 운동 범위는 수술 후 6개월 후부터 II군에서 유의하게 컸으며($p < 0.05$) 하위 인접 분절의 운동 범위는 양측에서 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

결론: 유합술과 동시에 인공 추간판 치환술을 시행한 군은 이분절 유합술을 시행한 군대비 상호 필적하는 임상적, 영상의학적 추시와 더불어 최종적으로 우수한 관찰 결과를 나타내었다. 따라서 이분절 경추 추간판 질환 치료에서, 인공디스크를 포함한 혼합수술은 동 분절 전방유합술 대비 선택적으로 유용한 방법으로 생각된다.

색인 단어: 경추, 추간판 질환, 척추 유합술, 인공 디스크 치환술

약칭 제목: 인공 디스크와 유합술의 유용성

접수일: 2017년 8월 16일

수정일: 2017년 8월 29일

게재확정일: 2017년 10월 24일

교신저자: 신재혁

서울시 강동구 길동 445 강동성심병원 정형외과학교실

TEL: 02-2224-2230

FAX: 02-489-4391

E-mail: jshin2100@gmail.com