

추체간 PEEK 케이지와 자가 장골 이식을 이용한 단분절 경추 전방 유합술의 결과

이상훈 · 석경수 · 김기택 · 이정희 · 서은민 · 임양선

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

Outcome Analysis of Single Level Anterior Cervical Fusion using Interbody PEEK Cage with Autologous Iliac Bone Graft

Sang-Hun Lee, M.D., Kyung-Soo Suk, M.D., Ki-Tack Kim, M.D.,
Jung-Hee Lee, M.D., Eun-Min Seo, M.D., and Yang-Sun Im, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Purpose: Anterior cervical fusion with a tricortical iliac bone graft is a well established procedure for treating degenerative cervical spine disease. An interbody cage has been used to prevent donor site morbidity but there are few reports on the clinical and radiological outcome.

Materials and Methods: Thirty eight patients, who underwent single level ACDF with PEEK interbody Solis[®] cage (Stryker spine, South Allendale, NJ, USA), were enrolled in this study. This study evaluated Odom's criteria and visual analogue scale (VAS) for the neck, arm and donor site pain, and the radiological findings, including the disk height, cage subsidence, and sagittal alignment of cervical spine.

Results: The mean disk height loss was 1.1 mm during the follow up period. Case subsidence >2 mm developed in 17 cases (44.7%). The mean subsidence of this group was 3.09 mm. The bone union rate was 95% at 12 weeks. There was no significant change in the sagittal alignment of the cervical spine. The VAS for neck, arm, and donor site pain improved all cases. Only 9 patients complained of mild discomfort at the donor site

Conclusion: Single-level ACDF using PEEK interbody cage has a lack of donor site morbidity, excellent clinical outcomes and bone union. However, more study of the factors related to postoperative cage subsidence will be needed.

Key Words: PEEK interbody cage, ACDF

서 론

전방 경추 추간판 제거술 및 유합술은 1950년대 Smith와 Robinson²⁶⁾, Cloward¹⁰⁾에 의해 기술된 이래 경추 추간판의 퇴행성 질환의 수술적 치료의 기초가 되었으며 이후 여러 저지들에 의해 다양한 술기의 개선이 이루어져 왔다.

1970년대 이후로는 유합술에 사용되는 이식골의 붕괴나 탈출을 방지하고 유합율을 더욱 좋게 하기 위하여 전

방 경추금속판 고정술이 시행되어 왔으며 이 역시 양호한 임상적 결과와 다양한 형태의 개선을 이루며 발전해 왔으며 현재까지도 경추의 전방유합술에 가장 많이 사용되는 술식이다^{11,22,25,30,33)}. 그러나 이러한 전방 금속판 고정술의 경우 이전의 피질골만을 사용하여 유합술을 시행하던 경우에 비하여 현저한 유합율의 증가 및 임상 증상의 호전을 가져왔으나 고정 나사못의 이완이나 파손, 연부조직 손상 등의 합병증이 보고된 바 있으며 삼면 피질골의

통신저자 : 석 경 수
서울시 동대문구 회기동 1
경희대학교 의과대학 정형외과학교실
TEL: 02-958-8345 · FAX: 02-958-3865
E-mail: skd111@khmc.or.kr

Address reprint requests to
Kyung-Soo Suk, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University,
1, Hoegi-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-702, Korea
Tel: +82-2-958-8345, Fax: +82-2-958-3865
E-mail: skd111@khmc.or.kr

사용으로 전방 경추 유합술의 또 하나의 주요 합병증인 골이식 공여부의 이환을 감소시키지는 못하는데 그 한계 점이 존재하였다^{1,2,5,6,13,16,18-20,27}.

이에 대한 해결책으로 자가골 대신 동종 비골을 사용한 다거나 최근 들어서는 골형성단백 등 골이식 대체물이 사용되고 있다. 동종골의 경우 감염성 질환의 문제, 골유합율이 떨어지는 문제점을 가지고 있으며 골이식 대체물의 경우 비용의 문제 등으로 실용적으로 사용되기 어려운 현실이다.

이에 대한 대안으로 제기된 방법이 추체간 케이지를 사용하는 전방 경추 유합술로, 이는 최초 1970년대 Bagby^{3,12}가 인대정복술의 원리를 적용 전방 추체간 케이지를 경추마의 경추 척수증에서 삽입하여 치료 효과를 거둔데 기인하여 경추 추간판 질환에 응용되기 시작하였으며, 임상적으로는 2000년 Hacker 등¹⁶이 전향적 연구에서 80%의 임상적 성공을 거둔 사실을 최초로 보고하면서 본격적으로 사용되기 시작하였다.

그 이후 스텐레스 스틸, 티타늄, 탄소섬유 등의 다양한 소재 및 디자인을 가진 추체간 케이지들이 개발되어 임상적으로 사용되어 왔으며 100%에 가까운 유합율과 80-92%의 임상적 성공율 등 비교적 양호한 임상적 결과들을 보고한 바 있다^{11,22,25,30,31}. 그러나 이러한 단독 케이지 만을 사용한 전방 경추 유합술의 문제점으로는 초기의 안정성이 금속판 고정술에 비하여 약하며 케이지의 중판내 함몰(subsidence)이 일어난다는 점이 지적된 바 있다¹⁴.

Polyetheretherketone (PEEK)는 티타늄 등의 금속

에 비교할 때 탄성계수가 더 피질골에 가까워 긴장차단이 적으며 탄소 섬유에 비하여는 그 재질의 가공성이 좋아 비교적 최근에 다양한 척추 수술의 재료에 실용화 되고 있으며 경추 케이지 역시 다양한 형태로 제작되어 사용되고 있으나 현재까지 그 임상적 결과가 보고는 금속 케이지의 경우에 비하여 많지 않다^{8,21}. 저자들은 PEEK 케이지를 단독으로 사용한 단분절 경추 전방유합술의 방사선 및 임상적 결과를 분석하였다.

대상 및 방법

경추 퇴행성 추간판 질환으로 단분절의 전방 경추 추간판 절제술 및 유합술을 시행 받은 환자 38예를 대상으로 하였다. 남녀비는 21 : 17이었으며 평균 연령은 52.2세(최소 36-최고 72세)였고 평균 추시기간은 20개월(최소 12-최고 41개월)이었다. 수술 전 진단은 추간판 탈출증에 의한 신경근병증 35예, 척수병증 3예였다.

수술은 전통적인 Smith와 Robinson²⁶ 접근법으로 전방 경추 추간판에 도달한 후 전방 추간판 절제술을 시행하였고 전방 장골능에서 약 1 cm의 피부 절개 후 7 mm의 구멍을 피질골에 만든 후 이 구멍을 통하여 curette을 사용하여 해면골만을 채취하였다. 채취한 피질골은 PEEK 재질인 Solis[®] 케이지(Stryker spine, South Allendale, NJ, USA)에 삽입한 후 전방 유합술을 시행하였다(Fig. 1). 술 후 보조기는 필라델피아 경추 보조기를 술 후 8주간 착용하였으며 그 이후 일상적인 경추 운동을 허용하였다.

임상적인 지표로 경부통 및 상지 통증, 골이식 공여부

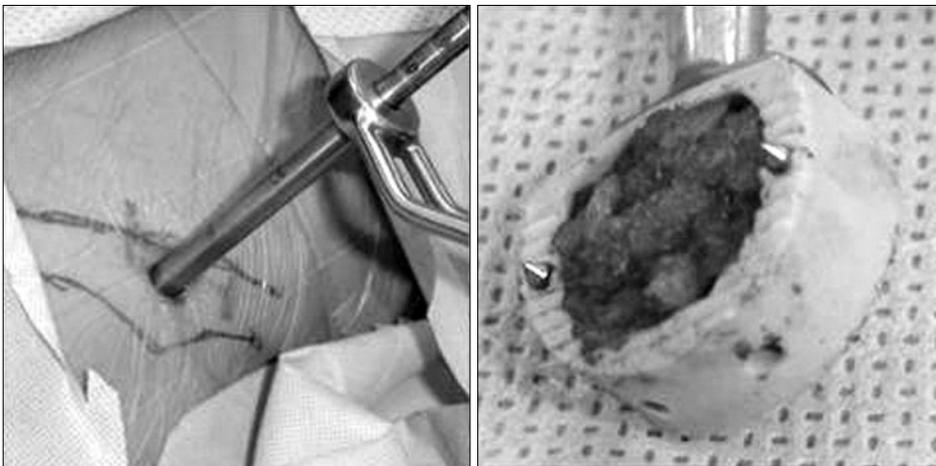


Fig. 1. Photographs showing harvesting technique of autologous bone with minimal incision at anterior iliac crest and PEEK cage (Solis[®], Stryker spine) filled with cancellous bone.

의 동통에 대한 Visual Analogue Scale (VAS)의 변화를 측정하였으며 Odom의 기준(Table 1)에 따른 임상결과 및 합병증을 분석하였다. 방사선학적으로 수술 전, 후 및 최종 추시 시 수술 분절의 추간판 간격의 변화 및 케이지의 종판내 함몰, 수술분절의 높이 변화, 전체 경추 및 수술 분절의 전만각의 변화, 골유합의 여부를 평가하였다. 수술분절의 추간판 간격은 측면 단순방사선에서 추간판 공간의 전방 및 후방, 중심부에서 세 높이를 측정한 평균치로 하였으며 케이지의 종판내 함몰은 케이지의 상, 하 양측단이 골종판으로 함몰되는 깊이로 측정하였으며 전, 후방이 모두 함몰된 경우 더 깊은 쪽을, 상, 하방 모두 함몰된 경우는 두 방향의 함몰로 측정하였다(Fig. 2, 3).

골종판에서 케이지의 함몰과 함께 주위 골형성이 일어난 경우 케이지의 종판내 함몰만을 측정하기 부정확한 경우가 존재하여 수술 분절의 높이를 측정하였는데 이는 수술을 시행한 추간판의 상, 하 추체의 중심선을 잇는 높

이로 측정하였다(Fig. 4). 시상면의 배열은 수술분절의 전만각 및 전체 경추의 전만각(C3의 상부 종판-C7의 하부 종판)을 Cobb의 방법으로 측정하였다.

방사선학적인 유합은 최종 추시시 측면 방사선 굴곡-신전 사진에서 3도 미만의 운동을 보이며 케이지 내부 혹은 주위에 골소주가 연결된 경우로 하였다(Fig. 5). 불유합은 골소주의 연결이 존재하지 않고 케이지 내부에 전체적

Table 1. Odom's Criteria

Excellent	All preoperative symptoms relieved; abnormal findings improved
Good	Minimal persistence of preoperative symptoms; abnormal findings unchanged or improved
Fair	Definite relief of some preoperative symptoms; other symptoms unchanged or slightly improved.
Poor	Symptoms and signs unchanged or exacerbated

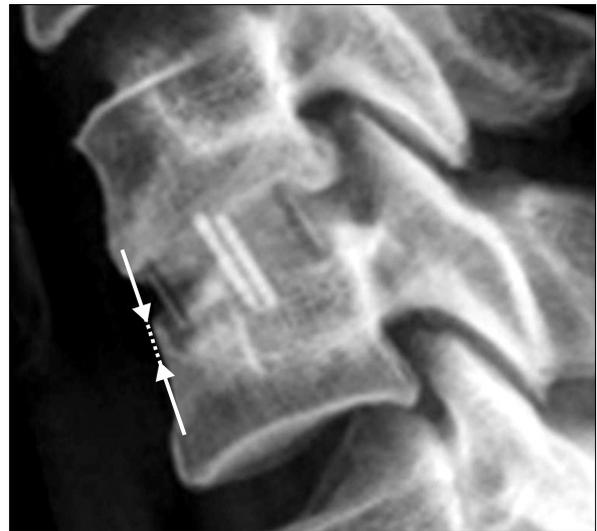


Fig. 3. Lateral radiograph of cervical spine showing cage subsidence measurement.



Fig. 2. Lateral radiograph of cervical spine showing disc height measuring method. Disc height=A+M+P 3.



Fig. 4. Lateral radiograph of cervical spine showing segmental height measuring method.

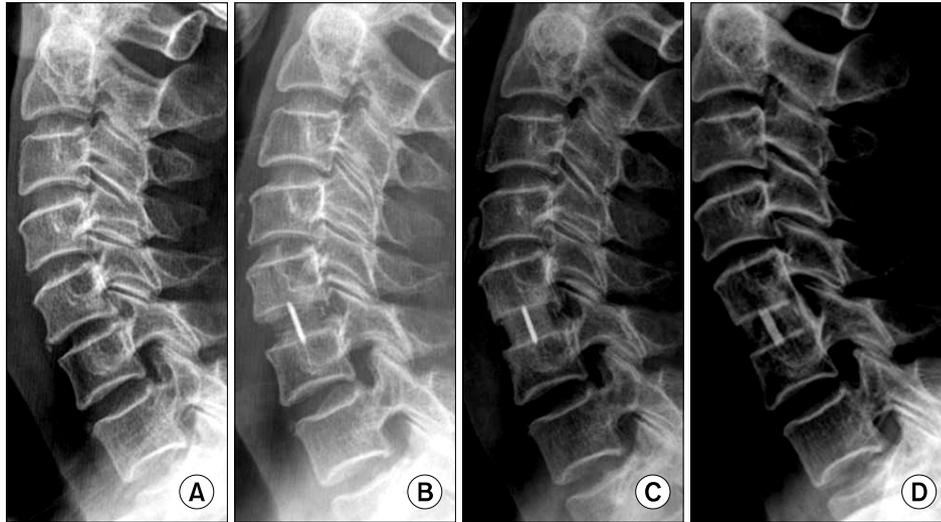


Fig. 5. Serial radiographs of 64-year-old female patient underwent C5/6 anterior cervical fusion using stand alone PEEK cage. Preoperative (A) and immediate postoperative radiograph (B) show increased disc height in C5/6. Follow radiographs showing solid union without subsidence at 3 months (C) and 36 months after operation (D).

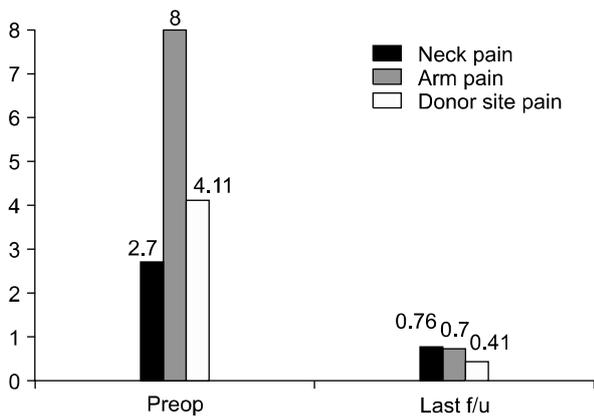


Fig. 6. Graph showing the clinical outcome analysis with VAS for neck, arm and donor site pain.

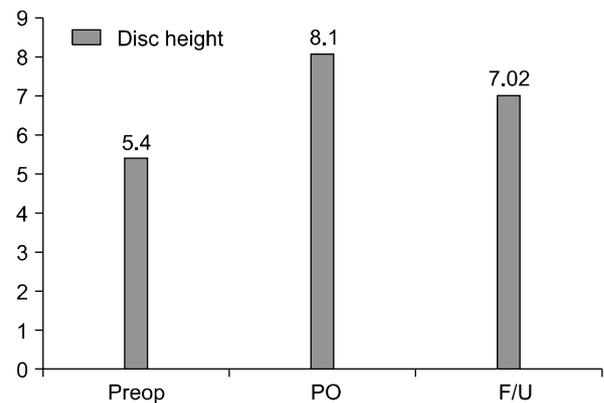


Fig. 7. Graph showing the change of mean disk height.

으로 골간극이 존재하거나 굴곡-신전 방사선소견에서 5도 이상 분절간 운동을 보인 경우로 정의하였고, 섬유성 유합은 케이지 내부의 골소주의 연결이나 골간극이 일부 존재하지만 완전하지 않거나 불확실한 경우에서 굴곡-신전 방사선 사진에서 5도 미만의 운동이 관찰되는 경우로 정의하였다.

결 과

수술은 제 3-4 경추 4예, 4-5경추 3예, 5-6경추 21예, 6-7경추가 10예에서 시행되었다.

1) 임상적 결과

경부통과 상지의 통증은 수술 전 VAS 2.7 및 8.1점에

서 최종 추시시 0.76 및 0.7점으로 현저한 호전을 보였다. 골이식 공여부의 통증에 대한 VAS는 수술 직후 VAS 4.0점에서 최종 추시시 0.4점으로 역시 현저한 호전을 보였으며 29예에서는 골이식 공여부의 통증을 호소하지 않았으며 9예(23.7%)에서 경미한 불편감을 호소하였다 (Fig. 6).

Odom의 기준에 따른 임상 결과는 excellent 29예, good 6예, fair 2예, poor 1예로 92%의 임상적 성공율을 나타내었다.

2) 방사선학적 결과

추간관 간격은 술전 평균 5.4 mm에서 술 후 평균 8.1 mm로 수술 직후 2.7 mm의 증가를 보였으나 최종 추시

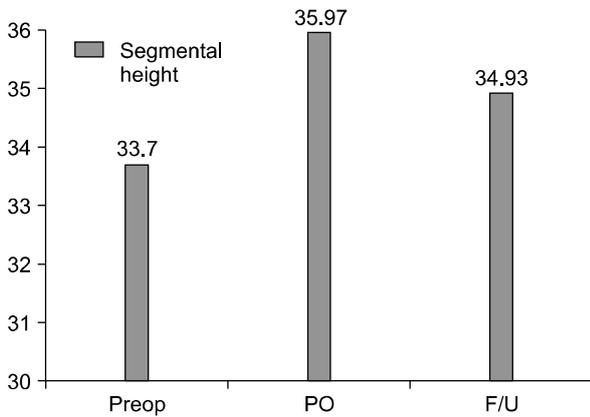


Fig. 8. Graph showing the change of mean segmental height.

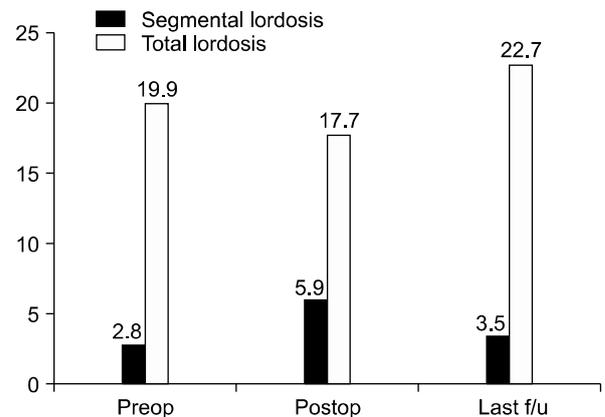


Fig. 9. Graph showing the change of sagittal alignment of cervical spine.

시에는 7.0 mm로 수술 직후 보다는 1.1 mm 추간판 간격소실을 보였으나 수술 전과 비교할 때 1.6 mm의 증가를 나타내었다(Fig. 7).

케이지의 종판내 함몰은 12예(31.6%)에서 전혀 일어나지 않았으며 9예(23.7%)에서는 2 mm 미만의 종판내 함몰을 보였다. 17예(44.7%)에서 2 mm이상의 종판내 함몰을 보였고 이들의 평균 종판내 함몰은 3.09±1.1 mm였다. 2 mm이상 종판내 함몰이 일어난 군은 C5-6이 10예, 6-7이 7예였으며 종판내 함몰의 방향은 전하방이 16예(94%)로 가장 많았으며 후상방 6예, 후하방 3예, 전상방 2예의 순이었다. 수술 분절의 높이 변화는 술 전 33.7 mm에서 수술 직후 35.97 mm로 2.3 mm 증가하였다가 최종 추시시 34.93 mm로 1 mm 낮아지는 소견을 보여 최종적으로는 1.2 mm가 증가된 소견을 보였다(Fig. 8). 시상면의 배열은 수술 분절이 술 전 2.8도에서 수술 직후 5.9도, 최종 추시시 3.5도로 0.7도의 전만의 증가를 나타내었으며 전체 경추의 전만은 술 전 19.9도에서 수술 직후 17.7도, 최종 추시시 22.7도로 2.8도 증가된 소견을 보였다(Fig. 9).

골유합은 최종 추시시 36예에서 관찰되었으며 1예에서는 최종 추시시 섬유성 유합을, 1예에서는 불유합 소견을 나타내어 95%의 유합율을 나타내었고 섬유성 유합과 불유합에서는 경도 및 중등도의 경부통을 호소하였으나 추가 유합술을 시행하지 않고 보존적 치료를 시행하여 추시하였다.

3) 합병증

수술 직후 및 추시 기간 중 특이한 합병증을 나타내지 않았다.

고찰

전방 경추 추체간 케이지는 전방 장골능에서 피질골을 유지한 채 비교적 작은 피부 및 연부조직 절개로 해면골만을 채취하여 골이식 공여부의 이환을 줄이며 표면의 다양한 디자인으로 골유합이 이루어 질 때까지의 안정성을 보장하며 이식골의 붕괴를 막고자 하는데 그 이론적인 근거를 가지고 있다.

단독 케이지를 사용한 경추 전방 유합술의 임상적 결과는 2000년 Hacker 등¹⁶⁾은 BAK/C 케이지를 이용한 유합술의 24개월 추시 후 97.9%의 유합율과 80%의 임상적인 성공율의 보고하였으며 이후 여러 저자들에 의하여 100%에 가까운 골 유합율과 90% 이상의 임상적인 성공율이 보고된 바 있어 금속판을 사용하는 전방유합술의 임상적 결과를 보고한 연구들과 비하여 볼 때 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보인다^{11,22,25,30,33)}.

케이지의 가장 큰 장점은 골이식 공여부 이환을 줄이고자 하는 것이라 할 것이다. 골이식 공여부의 통증은 삼면 피질골을 사용하는 경우 환자와 의사 모두를 괴롭히는 주요 문제점으로 수술 후 1년에 36%의 환자에서 통증을 호소하며 수술 후 4년에도 31%에서 공여부의 통증을 호소하였다는 사실이 보고된 바 있다²³⁾. 케이지를 사용한 유합술의 임상 연구에서 술 후 12개월에 약 1.2%에서만 통증을 호소하였다고 보고한 바 있으며¹⁶⁾, Cauthen 등⁶⁾은

술 후 24개월에 금속판의 경우 23%, 케이지의 경우 0%의 환자에서 공여부 통증을 호소하였다고 보고한 바 있다.

본 연구의 대상자 중에서도 76%의 환자들이 골이식 부위의 통증을 호소하지 않았으며 나머지에서 통증의 정도가 아닌 경미한 불편감만을 호소하여 케이지를 사용하는 경우 공여부의 통증을 현저하게 줄일 수 있을 것으로 판단되었다. 또한 이식골의 채취시 출혈이나 수술 시간, 피부 반흔을 줄일 수 있다는 점 역시 케이지의 장점으로 볼 수 있을 것이다^{6,19,27}.

다음으로는 금속판 고정술에서 나타날 수 있는 나사못의 이완, 금속판의 파손 등 수술 기구 관련 합병증을 근원적으로 없앨 수 있다는 점 역시 또 다른 장점으로 보아야 할 것이다^{13,20,27}. 물론 수술 도구의 혁신적인 발전에 힘입어 초기의 금속판에서 흔히 보이던 나사못의 이완과 후방 이탈(back out), 금속판파손 등은 현저히 줄어들었으나 역동적 금속판, 잠금 나사못(self locking screw) 등이 사용되는 현재에서도 지속적으로 증례 보고 등이 이루어지고 있으며 기구관련 합병증의 빈도는 5-35% 가량으로 보고되고 있다^{9,25,32}. 특히 이완이나 파손이 아니더라도 잘못된 위치나 깊이에 따른 척추동맥, 신경근 손상 등의 가능성이 항상 존재하여 경추 전방 금속판 고정 시에 주의를 기울여야 한다.

케이지의 경우 이식골을 채운 후 추간판 공간에 감입시킴으로써 술기가 끝나게 되어 수술의 편의성과 함께 수술 시간 역시 단축시킬 수 있다는 점 역시 장점으로 생각할 수 있을 것이다²⁷.

그 동안의 경추 케이지에 대한 임상적 연구에서 가장 문제로 제시된 부분은 종판내 함몰이다. 이는 경추 추체의 골종판과 케이지의 탄성계수의 차이에서 기인하는 것으로 기존의 보고에 따르면 Jonbergen 등²⁹은 술 후 6개월간 평균 1.06 mm의 종판내 함몰을, Schmieder 등²⁴은 술 후 2년 추시 시 전방에서 1.13 mm, 후방에서 0.9 mm의 종판내 함몰을 보고한 바 있어 평균 깊이는 1 mm 가량으로 보고되고 있다. 빈도는 각 연구자와 케이지의 재질 등에 따라 다양한데 29.2%에서 44.8%까지 다양한 빈도의 종판내 함몰이 보고되었으나 PEEK 케이지에서의 종판내 함몰정도나 빈도는 보고된 바가 드물고 최근의 한 보고에서는 평균 18개월 추시 후 전방추체간격이 평균 1.55 mm, 후방 추체 간격이 평균 1 mm 감소한 결과

가 보고된 바 있다^{7,17}.

본 연구에서도 최종 추시 시에는 수술 직후에 얻었던 추간판 간격의 증가가 시간이 지날수록 감소되는 경향을 보여 PEEK 케이지에서도 1.1 mm의 추간판 간격 감소를 보였다. 이는 기존의 케이지 유합술에서 보였던 종판내 함몰의 정도와 유사한 결과를 보인 것으로 보이나 그 빈도는 종판내 함몰이 전혀 없던 예가 31.6%이며 2 mm 이상의 심한 종판내 함몰이 일어난 예가 44.7%로 다른 기존의 보고들에 비해 좀 더 많은 편으로 나타났다. 이는 방사선학적으로 종판내 함몰을 측정하는 방법과 오차에서 기인하는 차이로 생각되며 특히 PEEK 케이지의 전방과 후방에서 일어나는 골종판의 골 재형성은 종판내 함몰과 명확히 구분되기 어려운 경우도 보였다.

따라서 본 연구에서는 수술 분절의 높이를 측정하여 전체적인 분절의 높이 변화를 측정하고자 하였는데 이는 추간판 간격의 감소와 큰 차이를 나타내지 않아 본 연구에서 측정된 종판내 함몰은 큰 오차를 가지지 않는다는 사실을 유추할 수 있었으며 방사선학적으로 재형성된 골 종판과 종판내 함몰은 구분이 어려울 수 있으므로 수술 분절의 높이를 측정하여 종판내 함몰을 추산하는 것이 더욱 바람직한 방법으로 생각된다.

일부의 저자들은 종판내 함몰이 일어나는 것은 사실이나 술 전과 비교할 때 의미 있는 추간판 간격의 증가를 유지하며 전체적인 경추의 시상면 배열을 호전시킬 수 있으며 그 정도나 빈도가 임상적인 결과에 영향을 미치지 않는다는 사실로 중요한 임상적인 의미를 갖지 않는다고 주장한 바 있다^{4,24}.

본 연구에서도 시상면에서의 배열은 수술 직후 보다는 추시 시 수술 분절에서 경미하게 감소하기는 하였으나 술 전에 비하여는 전만이 증가된 상태가 유지 되었으며 전체 경추의 전만은 호전시키는 것으로 나타났다. 대부분의 예에서 골유합을 얻을 수 있었으며 양호한 임상경과를 나타내었으나 유합되지 않은 두 예(불유합 및 섬유성 유합 각 1예씩)는 임상 경과가 fair 1예, poor 1예였고 종판내 함몰은 2.5 mm 및 3.5 mm로 2 mm 이상 함몰을 보였던 예의 평균치 3.09 mm에 비해 특이하게 많은 함몰을 보이는 않았으나 숫자가 적어 통계적인 의의를 논하지 못하였으며 이에 대한 결론을 위해서는 향후 더 많은 증례와 추시시간을 요할 것으로 생각되었다.

이러한 종판내 함몰은 케이지와 관련된 요소로 재질,

높이, 너비, 삽입위치, 수술 분절과 관련된 요소로는 골 중판의 강도와 소파 정도, 분절의 위치 등에 영향을 받는 것으로 알려져 향후 중판내 함몰에 대한 관련 요인들에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다^{15,28,31}. 특히 삼면 피질골을 사용하는 금속판 고정 경추 유합술에서도 분절 당 1 mm가량의 중판내 함몰이 일어나는 것으로 보고된 바 있어 중판내 함몰, 시상면 배열 등에 대하여 향후 금속판 고정 유합술과의 비교 연구 역시 필요할 것이다.

결 론

추체간 PEEK 케이지와 자가골 이식을 이용한 단분절 경추 전방 유합술은 우수한 골유합 및 임상증상의 호전을 나타내었으며 골이식 공여부의 합병증을 최소화할 수 있는 유용한 술식으로 판단된다. 단 수술 후 나타나는 케이지의 중판내 함몰에 대하여는 관련 요인에 대한 분석을 통한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. **Abd-Alrahman N, Dokmak AS, Abou-Madawi A:** Anterior cervical discectomy (ACD) versus anterior cervical fusion (ACF). *Clinical and radiological outcome study. Acta Neurochir (Wien)*, 141: 1089-1092, 1999.
2. **An HS, Simpson JM, Glover JM, Stephany J:** Comparison between allograft plus demineralized bone matrix versus autograft in anterior cervical fusion. A prospective multicenter study. *Spine*, 20: 2211-2216, 1995.
3. **Bagby GW:** Arthrodesis by the distraction-compression method using a stainless steel implant. *Orthopedics*, 11: 931-934, 1988.
4. **Bartels RH, Donk RD, Feuth T:** Subsidence of stand-alone cervical carbon fiber cages. *Neurosurgery*, 58: 502-508, 2006.
5. **Bishop RC, Moore KA, Hadley MN:** Anterior cervical interbody fusion using autogenic and allogenic bone graft substrate: a prospective comparative analysis. *J Neurosurg*, 85: 206-210, 1996.
6. **Cauthen JC, Kinard RE, Vogler JB, et al:** Outcome analysis of noninstrumented anterior cervical discectomy and interbody fusion in 348 patients. *Spine*, 23: 188-192, 1998.
7. **Cauthen JC, Theis RP, Allen AT:** Anterior cervical fusion: a comparison of cage, dowel and dowel-plate constructs. *Spine*, 3: 106-117, 2003.
8. **Cho D, Liao W, Lee W, Lin JT, Chin CL, Shen PC:** Preliminary experience using a polyetheretherketone (PEEK) cage in the treatment of cervical disc disease. *Neurosurgery*, 51: 1343-1350, 2002.
9. **Ciccone WJ 2nd, Motz C, Bentley C, Tasto JP:** Bioabsorbable implants in orthopaedics: new developments and clinical applications. *J Am Acad Orthop Surg*, 9: 280-288, 2001.
10. **Cloward RB:** The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. *J Neurosurg*, 15: 602-617, 1958.
11. **Coric D, Branch CL Jr, Jenkins JD:** Revision of anterior cervical pseudoarthrosis with anterior allograft fusion and plating. *J Neurosurg*, 86: 969-974, 1997.
12. **DeBowes RM, Grant BD, Bagby GW, Gallina AM, Sande RD, Ratzlaff MH:** Cervical vertebral interbody fusion in the horse: a comparative study of bovine xenografts and autografts supported by stainless steel baskets. *Am J Vet Res*, 45: 191-199, 1984.
13. **Geisler F, Caspar W, Pitzen T, Johnson TA:** Reoperation in patients after anterior cervical plate stabilization in degenerative disease. *Spine*, 23: 911-920, 1998.
14. **Gercek E, Arlet V, Delisle J, Marchest D:** Subsidence of stand-alone cervical cages in anterior interbody fusion: warning. *Eur Spine J*, 12: 513-516, 2003.
15. **Goh JC, Wong HK, Thambyah A, Yu CS:** Influence of PLIF cage size on lumbar spine stability. *Spine*, 25: 35-39, 2000.
16. **Hacker R, Cauthen JC, Gilbert TJ, Griffith SL:** A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage. *Spine*, 25: 2646-2655, 2000.
17. **Kulkarni AG, Hee HT, Wong HK:** Solis cage (PEEK) for anterior cervical fusion: preliminary radiological results with emphasis on fusion and subsidence. *Spine J*, 7: 205-209, 2007.
18. **Löfgren H, Johannsson V, Olsson T, Ryd L, Levander B:** Rigid fusion after Cloward operation for cervical disc disease using autograft allograft, or xenograft: a randomized study with radiostereometric and clinical follow-up assessment. *Spine*, 25: 1908-1916, 2000.
19. **López-Olivia Muñoz F, García de las Heras B, Concejero**

- López V, Asenjo Sigüero JJ:** Comparison of three techniques of anterior fusion in single-level cervical disc herniation. *Eur Spine J*, 7: 512-516, 1998.
20. **Lowery G, McDonough RF:** The significance of hardware failure in anterior cervical plate fixation. Patients with 2- to 7-year follow-up. *Spine*, 15: 181-186, 1998.
21. **Majd ME, Vadhva M, Holt RT:** Anterior cervical reconstruction using titanium cages with anterior plating. *Spine*, 24: 1604-1610, 1999.
22. **Savolainen S, Rinne J, Hernesniemi J:** A prospective randomized study of anterior single-level cervical disc operations with long-term follow-up: surgical fusion is unnecessary. *Neurosurgery*, 43: 51-55, 1998.
23. **Sawain PD, Traynelis VC, Menezes AH:** A comparative analysis of fusion rates and donor-site morbidity for autogeneic rib and iliac crest bone grafts in posterior cervical fusions. *J Neurosurg*, 88: 255-265, 1998.
24. **Schmieder K, Schönmayr R, Goetz C, et al:** Anterior cervical interbody fusion with Wing titanium cages. In: Kaech DL, Jinkins JR eds. *Spinal restabilization procedures. diagnostic and therapeutic aspects of intervertebral fusion cages, artificial discs and mobile implants*. Boston, Elsevier: 229-234, 2002.
25. **Shapiro S:** Banked fibula and the locking anterior cervical plate in anterior cervical fusions following cervical discectomy. *J Neurosurg*, 84: 161-165, 1996.
26. **Smith GW, Robinson RA:** Treatment of certain cervical spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. *J Bone Joint Surg Am*, 40: 607-624, 1958.
27. **Tribus C, Corteen DP, Zdeblick TA:** The efficacy of anterior cervical plating in the management of symptomatic pseudoarthrosis of the cervical spine. *Spine*, 24: 860-864, 1999.
28. **Truumees E, Demetropoulos CK, Yang KH, Herkowitz HN:** Effects of a cervical compression plate on graft forces in an anterior cervical discectomy model. *Spine*, 28: 1097-1102, 2003.
29. **van Jonbergen, Spruit M, Anderson PG, Pavlov PW:** Anterior cervical interbody fusion with a titanium box cage: early radiological assessment of fusion and subsidence. *Spine*, 5: 645-649, 2005.
30. **Wang JC, McDonough PW, Endow KK, Delamarter RB:** Increased fusion rates with cervical plating for two-level anterior cervical discectomy and fusion. *Spine*, 25: 41-45, 2000.
31. **Wilke HJ, Kettler A, Goetz C, Claes L:** Subsidence resulting from simulated postoperative neck movements: an in vitro investigation with a new cervical fusion cage. *Spine*, 25: 2762-2770, 2000.
32. **Zaveri GR, Ford M:** Cervical spondylosis: the role of anterior instrumentation after decompression and fusion. *J Spinal Disord*, 14: 10-16, 2001.
33. **Zoega B, Kärholm J, Lind B:** Plate fixation adds stability to two-level anterior fusion in the cervical spine: a randomized study using radiostereometry. *Eur Spine J*, 7: 302-307, 1998.

= 국문초록 =

목적: 경추 추간판 절제술 및 자가 삼면 피질골을 이용한 전방 유합술은 경추 퇴행성 추간판 질환에서 그 유용성이 입증된 수술방법이나 골이식 공여부의 이환이 임상결과를 좋지 않게 만드는 요인이었던 바 이를 해결하기 위한 방법으로 자가 장골에서 소량의 해면골만을 얻어 골유합을 이루는 추체간 케이지가 사용되어 왔으나 그 임상적 결과에 대한 보고는 드물다. 저자들은 polyetheretherketone (PEEK) 케이지를 사용한 단분절 경추 전방유합술의 방사선 및 임상적 결과를 분석하였다.

대상 및 방법: PEEK재질인 Solis[®] 케이지(Stryker spine, South Allendale, NJ, USA)와 자가장골에서 채취한 해면골을 이용한 전방 유합술을 시행 받은 환자 38예를 대상으로 하였으며, 방사선학적으로 수술 분절의 추간판 간격의 변화, 케이지의 종판내 함몰(subsidence), 골유합의 여부, 경추부 시상정렬 변화를 측정하였고, 경부통, 상지 통증 및 골이식 공여부의 동통 및 Odom의 기준을 이용해 임상결과 및 합병증을 분석하였다.

결과: 추간판 간격은 평균 1.1 mm의 간격소실을 보였으며, 2 mm이상의 케이지 종판내 함몰은 17예(44.7%)에서 나타났고 이들의 평균 종판내 함몰은 3.09 mm였다. 술후 12주에 95%의 골유합율을 보였으며, 수술 전후로 경추부 시상정렬의 의미 있는 변화는 없었다. 경부통과 상지의 통증은 전 예에서 호전을 보였으며 골이식 공여부의 통증은 최종 추시 시 9예에서만 경미한 불편감을 호소하였다.

결론: 추체간 PEEK 케이지와 자가골 이식을 이용한 단분절 경추 전방 유합술은 골이식 공여부의 합병증을 최소화할 수 있었으며, 우수한 골유합 및 임상증상의 호전을 나타내었다. 단 수술 후 나타나는 케이지의 종판내 함몰에 대하여는 관련 요인에 대한 분석을 통한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

색인 단어: 추체간 케이지, 경추 전방유합술