

# 환측추간 유합술의 분절 나사 고정술을 이용한 개정술: Halifax 조임쇠 고정술에 합병된 양측성 환추 후궁 골절에서의 치험례 - 증례 보고 -

서재성 · 김경환 · 홍순우<sup>#</sup> · 염진섭<sup>#</sup> · 박건우<sup>#</sup> · 장봉순<sup>#</sup> · 이춘기<sup>#</sup>

서울의료원 정형외과학교실, 서울대학교 의과대학 정형외과학교실<sup>#</sup>

## Revision of Atlantoaxial Fusion using Segmental Screw Fixation: Experience in Bilateral Posterior Arch Fracture of the Atlas Complicating Atlantoaxial Hali- fax Clamp Fixation - A Case Report -

Jae-Sung Suh, M.D., Kyeong-Hwan Kim, M.D., Soon-Woo Hong, M.D.<sup>#</sup>, Jin Sup Yeom, M.D.<sup>#</sup>,  
Kun-Woo Park, M.D.<sup>#</sup>, Bong-Soon Chang, M.D.<sup>#</sup>, Choon-Ki Lee, M.D.<sup>#</sup>

*Department of Orthopaedic Surgery, Seoul Medical Center, Seoul, Korea*

*Department of Orthopaedic Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea<sup>#</sup>*

### - Abstract -

A fracture of the posterior arch of the atlas is a rare complication of Halifax clamp fixation for atlantoaxial fusion. To the best of our knowledge, there is only one case reported reporting the English literature. Revision for this condition is challenging because of the difficulty in the surgical approach, internal fixation, and fusion. We report a case of bilateral fractures and nonunion of the posterior arch of the atlas and atlantoaxial nonunion after an atlantoaxial fusion procedure using Halifax clamp fixation, which resulted in persistent atlantoaxial instability and progressive myelopathy. Segmental screw fixation was performed using C1 lateral mass screws and C2 subarticular screws, along with intraarticular and extraarticular atlantoaxial inter-facet fusion.

**Key Words:** Atlantoaxial instability, Halifax clamp, Segmental screw fixation, Revision

### 서 론

Halifax 조임쇠는 환측추간 후방 유합술 시 과거에 사용되던 내고정 기기의 하나로, 저자들이 아는 한 이 기기술 이후 발생한 환추 후궁의 골절은 현재까지 해외에 1례만이 보고되어 있으며<sup>1)</sup> 국내에서는 아직 보고된 바

없다. 이 기기술 후 발생한 환추 후궁의 양측성 골절과 환측추간 불유합의 개정술은 (1) 일반적인 개정술의 어려움뿐 아니라 (2) 환추 후궁 골절로 인해서 수술 과정에서 환측추간 정복과 유지가 어렵고 (3) 이미 골절된 환추 후궁에 골이식을 해도 만족할만한 환측추간 골유합을 얻기 힘들다는 난점을 가지고 있다. 저자들은 Halifax 조임쇠를 이용한 환측추 후방 유합술을 시행 받은 후 발생

Address reprint requests to

**Jin Sup Yeom, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul National University Bundang Hospital

300 Gumi-dong, Bundang-gu, Sungnam-si, Gyeonggi-do, Korea

Tel: 82-31-787-7190, Fax: 82-31-787-4056, E-mail: ortho@hananet.net

한 환추 후궁의 양측성 골절 및 불유합과 환축추간 불유합으로 인한 지속적 환축추간 불안정증 및 진행성 척수증에 대하여 환추 측괴 나사(lateral mass screw)와 축추 관절하 나사(subarticular screw)<sup>2)</sup>를 이용한 분절 나사 고정술과 후 관절(facet joint)의 관절내 유합술 및 관절의 유합술로 고정술을 시행한 결과를 보고하고자 한다.

## 증례 보고

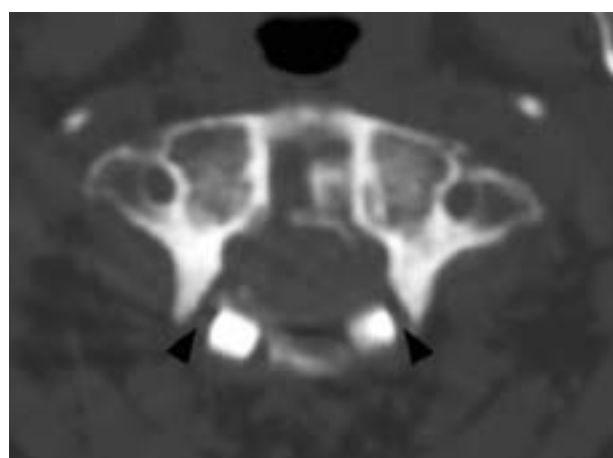
환자는 56세 여자로, 내원 9년 전 교통사고 후에 경추 수술을 받은 후부터 점점 악화되고 있는 후상 경부 및 우 상지(견갑부, 상완 및 하완, 수부와 수지 전체)의 심한 동통(10점식 동통지수 7)과 손 사용의 부자연스러움 및 보행 장애를 주소로 내원하였다. 9년 전 타 병원 신경외과에서 환축추간 유합술을 시행 받았으나, 이후 증상은 점점 악화되었다고 하였다. 이학적 검사에서 심부 건반사 항진(상지 ++++/++++, 하지 +++/++)과 우측 수지 도피 징후(finger escape sign) 양성 소견을 보였고, 수지 굴신 검사(grip and release test)는 21/21이었다. 양측 Hoffmann 징후와 역 요골신경 반사(inverted radial reflex) 양성이었으나, 족부 간대성 경련이나 Babinski 징후는 음성이었다. 상하지 근력은 4 이상이였다. JOA(Japanese orthopaedic association) 점수는 11점, 경추 장애 지수(neck disability index, NDI)는 76점, Nurick 등급은 2등급이었다.



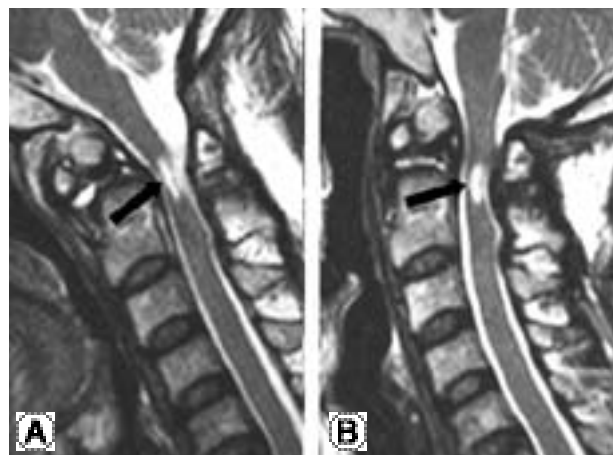
**Fig. 1.** Preoperative lateral radiographs in flexion (A) and extension (B) show definite atlantoaxial instability and os odontoideum. In flexion (A), increased atlanto-dens interval (black arrow), nonunion between the bone graft and the axis (black arrowhead), and fracture of the posterior arch of the atlas (white arrowhead) are seen clearly.

단순 방사선 소견상 치돌기 부골이 관찰되었고, Brooks-Jenkins<sup>3)</sup> 형의 유합술을 시도하였으나 불유합된 상태였으며, 환축추간 불안정증이 관찰되었다(Fig. 1). CT 소견에서는 양측 Halifax 조임쇠의 외측에서 환추 후궁의 골절이 발견되었다(Fig. 2). MRI에서는 굴곡 시 악화되는 척수 압박 소견을 보였으며, 척수공동증(syringomyelia)으로 판단되는 척수내 신호 변화 영역이 관찰되었다(Fig. 3). 제 3 경추 이하에서는 척수나 신경근의 압박 소견은 관찰되지 않았다.

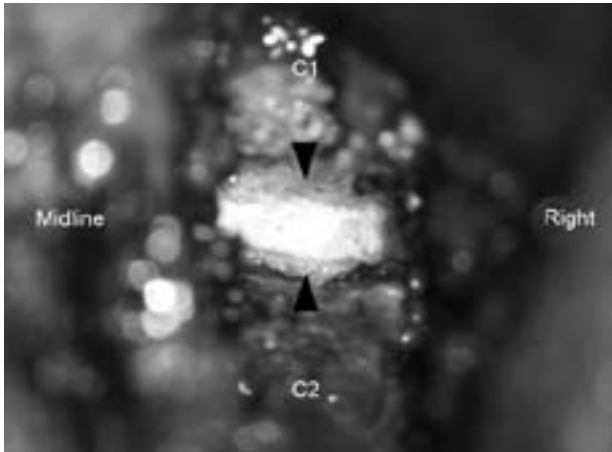
전기 소작을 최대한 자제하면서 접근하여 유착 부위를 박리하고 Halifax 조임쇠를 제거하였다. 골이식 수혜부를 충분히 확보하기 위하여, 양측 제 2 경추 신경근을 절단하였다. 경추용 나사(Vertex, Sofamor-Danek, Mem-



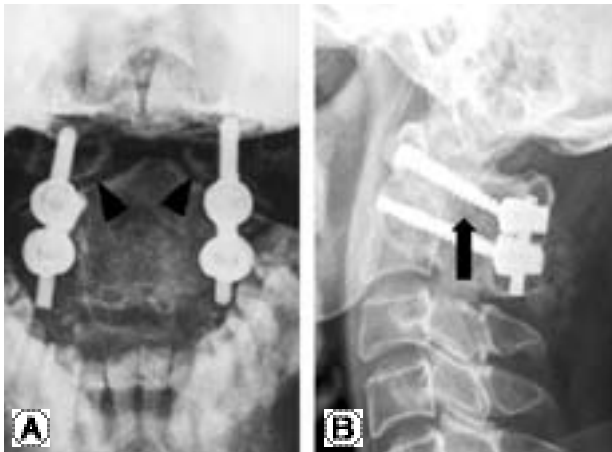
**Fig. 2.** Preoperative CT scan shows bilateral fractures of the posterior arch of the atlas at just lateral to the Halifax clamps (black arrowheads).



**Fig. 3.** Preoperative T2-weighted sagittal MRI in flexion (A) and extension (B) show atrophy of the spinal cord and high signal intensity area (black arrows) which is thought to be a syrinx.



**Fig. 4.** A photograph taken after curettage of the right atlantoaxial facet joint is shown. Subchondral bones of the facet joint (black arrowheads) are exposed. The white area between the two subchondral bones is the intraarticular cartilages reaming in the front.



**Fig. 5.** Radiographs taken 6 months after the operation are shown. (A) An open-mouth anteroposterior view show bone graft in the atlantoaxial facet joint (black arrowheads). (B) A lateral view shows good union of the extraarticular facet fusion (black arrow). Note that there is no bone in the corresponding area in preoperative lateral views (Fig. 1)

phis, TN, USA)를 이용하여 환추 측괴 나사와 축추 관절 하 나사<sup>2)</sup>를 이용한 분절 나사 고정술을 시행하여 환측추간 정복과 내고정을 얻었다. 현미경하에서 환측추간 후관절을 개방한 후, 미세소파기로 관절 연골을 소파하여 연골하골을 넓게 노출시킨 뒤(Fig. 4), 장골륜에서 채취한 자가골을 이식하여 관절내 유합술을 시행하였다. 환추 측괴의 후방에 위치한 제 2 경추 신경근을 양측 모두 절단한 후 환추 측괴의 후방부와 제 2 경추의 협부(isthmus)를 완전히 노출하여 이식골로 덮는 관절의 유합술

을 시행하였다(Fig. 5B). 환추 후궁과 축추 후궁 사이에도 골이식을 시행하여 통상적인 후방 유합술도 함께 시행하였는데, 이 때 환추 후궁의 골절부위보다 충분히 외측까지 박리 및 피질골 제거를 실시하여 골 이식을 함으로써 후궁 골절의 유합을 얻고자 하였다.

수술 중 척추동맥 과열이나 신경 손상은 감지된 바 없었으며, 수술 후에도 신경, 혈관 손상의 증상은 없었다. 수술 후 Miami 경추 보조기를 3개월간 착용하도록 하였다. 수술 후 6개월째 이후의 방사선 사진에서 견고한 골 유합이 관찰되었다(Fig. 5). 12개월 추시 시 우상지의 심한 동통은 상당히 호전되었으나(10점식 동통지수 3) 감각이상과 손 사용의 부자연스러움 및 보행장애는 그다지 호전되지 않았다고 하였다. 제 2 경추 신경근의 절단으로 인해 후두부에 무감각 영역이 발생하기는 하였으나, 별다른 불편은 없다고 하였다. JOA 점수는 12.5점, 경추 장애 지수는 58점, Nurick 등급은 2등급이었다.

## 고 찰

제 1-2 경추간 후방 유합술 시 사용할 수 있는 내고정 기기에는 (1) 강선 또는 케이בל, (2) 갈고리 또는 조임쇠, (3) 나사가 있으며, 나사 고정술은 경관절 나사 고정술(transarticular screw fixation)과 분절 나사 고정술로 나눌 수 있다. 이중 Halifax 조임쇠를 이용한 환측추간 후방 유합술은 조임쇠의 해리, 정복의 소실, 불유합과 같은 합병증의 발생율이 11~31%로 보고되어 있으나<sup>1,4,5,6)</sup>, 환추 후궁 골절과 동반된 환측추간 불유합은 저자들이 아는 한 1례밖에 보고된 바 없다<sup>1)</sup>. 이 기기술 후의 유합률은 69~82%로 보고되어 있다<sup>1,4,5,6)</sup>. 유합률이 높지 못한 것은 이 기기의 생역학적 한계, 즉 굴곡력에는 강력히 저항하지만 좌우 회전 및 신전을 효과적으로 제한하지 못함에 기인하는 것으로 인정되고 있다<sup>7)</sup>. 특히 본 증례와 같이 전후방 불안정증이 모두 있는 치돌기 부골의 경우에는 기기 자체가 가지는 상하 방향의 조임력에 직각 방향(전후방)으로 작용하는 불안정증에 저항하기가 더 힘들기 때문에 실패 가능성이 더 높을 것으로 생각된다. 또한 본 증례의 경우, 불유합의 발생 기전에는 Halifax 조임쇠가 가진 상하 생역학적 한계뿐 아니라 환추 후궁 골절이 상당히 중요한 역할을 했을 것이라고 여겨진다. 즉, 최초에 Halifax 조임쇠 고정술과 Brooks-Jenkins 형 골 이식술을 시행하였으나, 유합이 지연되면서 Halifax 조임쇠의 날카로운 모서리로 인한 응력 집중현상으로 인해서 Halifax 조임쇠의 양측 외측에서 환추 후궁의 골절이 발생하게 되었고, 그 결과 환측추간 불안정증에 대한 고정 효과는 완전히 사라졌을 것이다. 이로 인해서

골 이식 부위의 가동성과 불유합이 발생 또는 고착화 되었고, 그 결과 환추 후궁 골절 역시 불유합 되면서 환추 추간 불안정증은 지속 또는 악화된 것으로 생각된다. 물론 골 이식부위의 불유합과 환추 후궁 골절 중 어느 한 가지가 선행되었을 수도 있고, 상호보완적으로 진행되었을 수도 있을 것이다.

Halifax 기기술 후 발생한 환추 후궁의 양측성 골절은 개정술에 있어서 몇 가지 주의를 요하였다. 먼저 수술적 도달에 있어서, 기존 수술에 의한 연부조직의 유착과 반흔, 출혈로 인해 접근 자체가 쉽지 않으며, 접근 과정에서 척추 동맥이나 신경 손상을 일으킬 가능성이 있었다. 특히 환추의 경우에는 골절 부위 보다 충분히 외측까지 노출해야만 골이식 수혜부를 준비할 수 있기 때문에 환추 상단에 위치한 척추 동맥 부위까지 충분히 노출해야 하는데, 이 때 동맥이 손상되지 않도록 주의를 기울여야 하였다. 또한 Halifax 조임쇠의 뾰족한 모서리가 척추관 내에서 경막에 직접 닿아 있고 경우에 따라서는 이미 척수를 누르고 있을 수도 있기 때문에 접근 과정에서 전기소작을 최소화해야 신경 손상의 가능성을 최소화할 수 있는데, 이는 곧 출혈의 증가와 접근의 어려움으로 이어졌다.

두번째 어려움은 유합 부위(골이식 수혜부)의 문제였다. 환추 후궁이 양측 모두 골절되어 있기 때문에 전통적으로 사용해온 환추 후궁과 축추 후궁 사이의 유합 방법(Brooks-Jenkins<sup>3)</sup>, Gallie<sup>8)</sup> 방법 등)은 어떤 것이든 효과가 없었다. 환추 후궁이 축추와 유합된다고 해도 후궁 골절이 치유되지 않는 한 환추추 불안정증은 잔존하기 때문이었다. 따라서 저자들은 제 1 경추간 후관절의 관절내 유합술 및 관절외 유합술을 시행하였다. 관절내 유합술 시 연결하 골의 노출은 넓을수록 좋지만, 너무 내측으로 진행하면 척수 손상을 일으킬 수 있고, 너무 외측으로 가면 척추 동맥 파열을 일으킬 수 있으므로 주의를 요하였다. 저자들은 소파 과정에서 중간중간 폭과 깊이를 측정하여 1×1 cm 이상의 관절하골을 완전히 노출시켰다. 한편, 관절외 유합술을 위해서는 제 2 경추 신경근을 절단해야 하였다. 이 신경근을 절단하고 나면 환추 측외의 후방부를 넓게 노출할 수 있었는데 이 부위는 골이식의 매우 좋은 수혜부가 되었다. 이 부위와 축추 협부에 골이식을 함으로서 만족스러운 관절외 유합술을 시행할 수 있었다. 제 2 경추 신경근은 순수한 감각신경(대 후두 신경에 해당)이기 때문에 절단하여도 후두에 무감각 영역이 발생하는 것 외에는 별다른 장애를 유발하지 않았다<sup>9)</sup>. 환추 후궁(골절 부위의 내측 및 외측 모두를 포함)과 축추 후궁 사이에도 골 이식(후방 유합술)을 함께 하였는데, 이는 골절된 환추 후궁까지 유합되게 하고, 환추추간 유합 범위를 넓히기 위함이었다.

세번째 어려움은 내고정 기기의 선택의 한계에 있었다. 가장 손쉬운 내고정 방법은 물론 강선이나 갈고리/조임쇠 기기를 이용하는 것이나, 본 증례의 경우 환추 후궁이 골절되어 있기 때문에 이러한 기기로는 고정을 얻을 수 없었고, 나사만을 사용할 수 있었다. 나사 고정술 중에서 경관절 나사 고정술을 이용하여 환추추간 불유합(강선 고정술의 실패)의 개정술을 성공적으로 시행한 1례가 국내에 보고된 바 있다<sup>10)</sup>. 이 방법을 사용할 경우, 환추를 후방 전위 시키거나 축추를 전방 전위 시키야만 최적의 정복을 얻은 상태에서 내고정을 할 수 있는데, 흔히 사용하는 방법은 강선을 이용해서 정복 상태로 임시 고정하거나 환추를 후방으로 견인하면서 나사를 삽입하는 것이다. 그러나, 본 증례에서는 환추 후궁 골절 때문에 이러한 방법은 선택할 수 없었다. 또한 골절된 환추 후궁을 각종 기기로 잡아서 후방으로 전위시킨 채로 나사를 삽입하는 것도 효과가 없음이 확실하였다. 경관절 나사 고정술의 또 한가지 단점은 본 례의 경우가 가장 중요한 유합 부위인 관절내 유합의 범위를 좁게 하고 골이식을 어렵게 한다는 것이었다. 따라서 저자들이 선택한 방법은 분절 나사 고정술이었다. 이는 환추와 축추에 나사를 먼저 삽입하고 강봉을 나사에 연결하는 과정에서 정복하는 방법이기 때문에, 손쉽게 정복을 얻을 수 있었고 넓은 골 이식 부위를 얻을 수 있었다. 본 례에서는 경추 굴곡 시 척수 압박이 발생하였기 때문에, 환추를 후방 전위 시키기 위하여 환추 나사의 두부가 축추 나사의 두부보다 깊게 되도록(전방에 위치하도록) 나사를 삽입한 후 강봉 연결 시의 조작(두 나사의 두부 높이가 같아지도록 하는 조작)을 통해서 정복을 얻었다. 수술 후 방사선 사진에서 정복이 약간 과도하게 된 것을 발견하였으나, 수술전 신전 사진이나 신전 MRI와 비슷한 수준이었고, 척수 허용 공간(space available for the spinal cord, SAC)이 치돌기 부골 상단에서 환추 하단에 걸쳐서 모두 충분히 넓었다(Fig. 5). 하지만, 분절 나사 고정술의 장점인 정복의 용이성이 오히려 지나친 정복의 원인이 될 수도 있음을 명심하여야 할 것이다.

이상과 같은 수술 술기 상의 어려움으로 인해 환추 후궁 골절을 동반한 환추추 불유합 환자의 개정술 시 유합 범위를 후두까지 연장한 증례보고를 문헌에서 발견할 수 있었다<sup>11)</sup>. 이 증례가 보고될 당시만 해도 국내에는 우수한 경추 나사가 보급되지 않았던 시기였으나, 본 례의 수술 시점에는 다양한 경추 나사가 국내에 보급되어 있었기 때문에 유합 범위를 후두까지 연장하지 않고도 우수한 내고정과 유합을 얻을 수 있었다.

본 증례의 경우 12개월 추시 시까지도 신경 증상의 호전은 그다지 만족스럽지 않았으며, 앞으로도 더 이상의 호전은 없을 것으로 예상된다. 부분적인 호전은 있었지

만, 저자들이 치험한 환측추간 불안정증 및 척수증 환자들 중에는 신경 증상의 회복이 가장 불만족스러운 환자였다. 이는 9년간에 걸친 불안정증과 척수 압박으로 인해 척수의 비가역적 변화가 고착되었기 때문인 것으로 생각된다. 물론 개정술을 통해 얻은 척수의 감압과 환측추간 안정화로 인해 진행성 척수증의 악화 방지와 부분적인 증상 호전이라는 최소한의 효과를 얻을 수는 있었다.

## 참고문헌

- 1) Aldrich EF, Weber PB, Crow WN: Halifax interlaminar clamp for posterior cervical fusion: A long-term follow-up review. *J Neurosurg* 1993; 78: 702-708.
- 2) Yeom JS, Won JH, Park SK et al: The subarticular screw: A new trajectory for the C2 screw. *J Korean Soc Spine Surg* 2006; 13: 75-80.
- 3) Brooks AL, Jenkins EB: Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. *J Bone Joint Surg* 1978; 60A: 279-284.
- 4) Maniker AH, Schulder M, Duran HL: Halifax clamps: Efficacy and complications in posterior cervical stabilization. *Surg Neurol* 1995; 43:140-146.
- 5) Moskovich R, Crockard HA: Atlantoaxial arthrodesis using interlaminar clamps. An improved technique. *Spine* 1992; 17: 261-267.
- 6) Statham P, O' Sullivan M, Russell T: The Halifax interlaminar clamp for posterior cervical fusion: Initial experience in the United Kingdom. *Neurosurgery* 1993; 32:396-399.
- 7) Foley KT: Atlantoaxial fixation. (in Papadopoulos SM ed. *Manual of cervical spine internal fixation 1st ed.* Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 101, 2004.
- 8) Gallie WE: Fracture and dislocation of the cervical spine. *Am J Surg* 1939; 46: 495-499.
- 9) Goel A, Desai KI, Muzumdar DP: Atlantoaxial fixation using plate and screw method: a report of 160 treated patients. *Neurosurgery* 2002; 51: 1351-1357.
- 10) Suk KS, Kim KT, Lee SH: C1-2 C1-2 Transarticular Screw Fixation as a Revision Surgery for Failed C1-2 Fusion. *J Korean Soc Spine Surg* 2002; 9: 251-256.
- 11) Lee KY, Lee MJ, Kim W: Double plate occipitocervical fusion after failed posterior fusion C1-2 with wiring. *J Korean Soc Spine Surg* 2004; 11: 121-124.

## 국문초록

Halifax 조임쇠를 이용한 환측추간 후방 유합술 후 발생한 환추 후궁의 골절은 저자들이 아는 한 해외에서는 1례 보고된 바 있고, 국내에서는 보고된 바 없다. 이 합병증의 개정술은 수술적 접근, 내고정 및 유합술이 쉽지 않은 수술이라고 할 수 있다. 저자들은 Halifax 조임쇠를 이용한 환측추 후방 유합술을 시행 받은 후 발생한 환추 후궁의 양측성 골절 및 불유합과 환측추간 불유합으로 인한 지속적 환측추간 불안정증 및 진행성 척수증에 대하여 환추 측과 나사와 측추 관절하 나사를 이용한 분절 나사 고정술과 후 관절의 관절내 유합술 및 관절외 유합술로 개정술을 시행한 결과를 보고하고자 한다.

**색인단어:** 환측추간 불안정증, Halifax 조임쇠, 분절 나사 고정술, 개정술

※ 통신저자 : 염 진 섭

경기도 성남시 분당구 구미동 300

분당서울대학교병원, 서울대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 82-31-787-7190 Fax: 82-31-787-4056 E-mail: ortho@hananet.net