

외상성 치상돌기 골절 제III형의 Halo 흉곽고정술 후 유합 실패와 연관된 위험인자의 분석

울산대학교 의과대학 서울아산병원 신경외과학교실¹, 정형외과학교실²

서동광¹ · 박진훈¹ · 이동호² · 전상용¹

Analysis of Risk Factors Associated with Fusion Failure of Traumatic Odontoid Fracture Type III after Halo-Vest Immobilization

Dong Kwang Seo, MD¹, Jin Hoon Park, MD¹, Dong Ho Lee, MD² and Sang Ryong Jeon, MD, PhD¹

¹Department of Neurological Surgery, ²Orthopedic Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Objective: The purpose of this study is to identify risk factors related to the fusion failure after halo-vest immobilization of odontoid fracture type III.

Methods: We retrospectively analyzed ten patients who underwent halo-vest immobilization for acute traumatic odontoid fracture between October 2002 and December 2011. All patients had type III odontoid fracture using the Anderson and D'Alonzo classification. We reviewed digital radiographs and analyzed the images during conservative treatment with halo-vest immobilization.

Results: The patients consisted of nine men and one woman, with mean age of 40.2 years (range: 25–56), who had no history of medical comorbidity and significant neurologic deficit. The mean follow-up period was 6 months (range: 4–11). All patients were initially treated by halo-vest immobilization. Seven patients showed union of fractured site on radiologic findings after halo-vest immobilization only. However, other 3 patients underwent surgery for fixation due to fusion failure. Among the factors we analyzed such as, radiographic characteristics and clinical feature, presence of comminuted fracture, instability of fractured fragment and failed reduction of misalignment were the factors related to fusion failure.

Conclusion: The fusion rate of halo-vest immobilization of odontoid fracture type III seem to be incomplete, but clinical decision using the risk factors such as comminution, instability of fractured fragment and failed reduction of misalignment improves the outcome with conservative management.

(Korean J Neurotrauma 2012;8:87-93)

KEY WORDS: Odontoid process · Spinal fractures · External fixators · Ununited fractures.

서론

척추 골절의 약 20% 가량을 차지하는 경추 골절 중에서 제2경추의 치상돌기 골절은 7~15% 정도이다.²⁾ 골절의 위치에 따른 분류로 Anderson and D'Alonzo classification을

가장 많이 사용하며, 아직 논란이 많으나, 이에 따라 치료의 방침을 분류하고 있다.¹⁶⁾ 제III형의 치상돌기 골절은 외부고정술로 골유합이 잘되며, 이를 수술적 고정술보다 우선하는 것으로 알려졌다.²¹⁾ 저자들은 외상성 제III형 치상돌기 골절 환자들의 초기 치료로 Halo 흉곽고정술(halo-vest immobi-

Received: May 21, 2012 / Revised: July 3, 2012 / Accepted: July 4, 2012

Address for correspondence: Sang Ryong Jeon, MD, PhD

Department of Neurological Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea

Tel: +82-2-3010-3550, Fax: +82-2-476-6738, E-mail: srjeon@amc.seoul.kr

본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 미래유망 융합기술 파이오니어 사업으로부터 지원받아 수행되었습니다 (2012-000447).

lization)을 적용한 후 유합 실패로 수술한 경우에 대하여 관련된 위험인자에 대한 분석을 하고자 한다.

대상 및 방법

2002년 10월부터 2011년 12월 사이의 기간 동안 본원에 내원하여 제III형 치상돌기 골절로 진단된 환자를 대상으로 하여 후향적으로 환자의 진료 기록, 수술 전후의 영상 및 수술 기록을 참고하여 자료를 수집하였다. 모든 대상환자들은 외상에 의한 골절이었으며, 중앙 및 대사성 질환, 류마티스 성 혹은 선천성 원인 등에 의한 병리학적 치상돌기 골절은 제외하였다. Halo 흉곽고정술을 하지 못할 정도로 전신상태가 나쁘거나, 동반 손상이 심하거나, 신경학적 증상이 큰 경우도 제외하였다. 이 기간 동안 외상에 의한 제III형 치상돌기 골절의 환자들이 총 13명이 있었으나, 이 중 3명의 환자에서 Halo 흉곽고정술을 적용하지 않았다. 1명은 수상 당시 골절편의 신경압박으로 신경학적 상태가 미국척수손상협회(American Spinal Injury Association: ASIA)의 손상 척도(impairment scale)로 A등급 상태였으며, 동반된 다발성 늑골 골절과 혈흉(hemothorax)으로 전신상태가 불안정하여 보존적 치료를 지속하다 이후 기관절개술(tracheostomy)만 시행하였으며, 1명은 치상돌기 골절과 동반된 환축추의 회전탈구(atlantoaxial rotatory dislocation)가 있으며, 내원

당시의 신경학적 상태가 미국척수손상협회의 손상척도 C등급으로 수술적 고정술을 우선하였다. 또한, 치상돌기 골절과 동반된 경흉추부의 방출성 골절(burst fracture)이 있던 1명에 대해서도 수술적 고정술을 시행하였다. 본 연구는 이 3명을 제외한, 초기치료로 Halo 흉곽고정술을 시행한 10명의 환자들을 대상으로 하였다.

수상 후 내원하여 치료를 받기까지 평균 3.5일이 경과한 비교적 급성기의 환자들이며, 추적 관찰기간은 최소 4개월에서 최대 11개월까지 평균 6.2개월을 방사선학적 소견과 함께 관찰하였다. 방사선학적 검사는 본원에 내원한 당시 시행한 경부 단순방사선검사(simple X-ray)의 측면상을 각각 Halo 흉곽고정술을 적용한 직후와 적용 후 한 달 뒤의 외래 추적 방문에서 시행하여 비교했으며, 이를 통해 골절편의 전위(displacement), 각변형(angulation), 골절면의 간격(gap)을 측정하였으며, 측정 결과는 본원의 PACS(Picture Archiving and Communication System; Petavision, 2.1.0.954, ASAN Medical Center, Seoul, Korea; 측정오차 0.1 mm)를 이용하여 얻었다. 골절선(fracture line)을 전하방선(anteroinferior), 수평선(horizontal), 후하방선(posteroinferior)으로 분류하였으며, 경추의 전만(lordosis)을 측정하여 추적기간 중 일정하게 유지되는지 확인하였다. 각각의 측정을 그림과 같은 방법으로 하였다 (Figure 1).

경추부 전산화 단층 촬영(computed tomography: CT)을

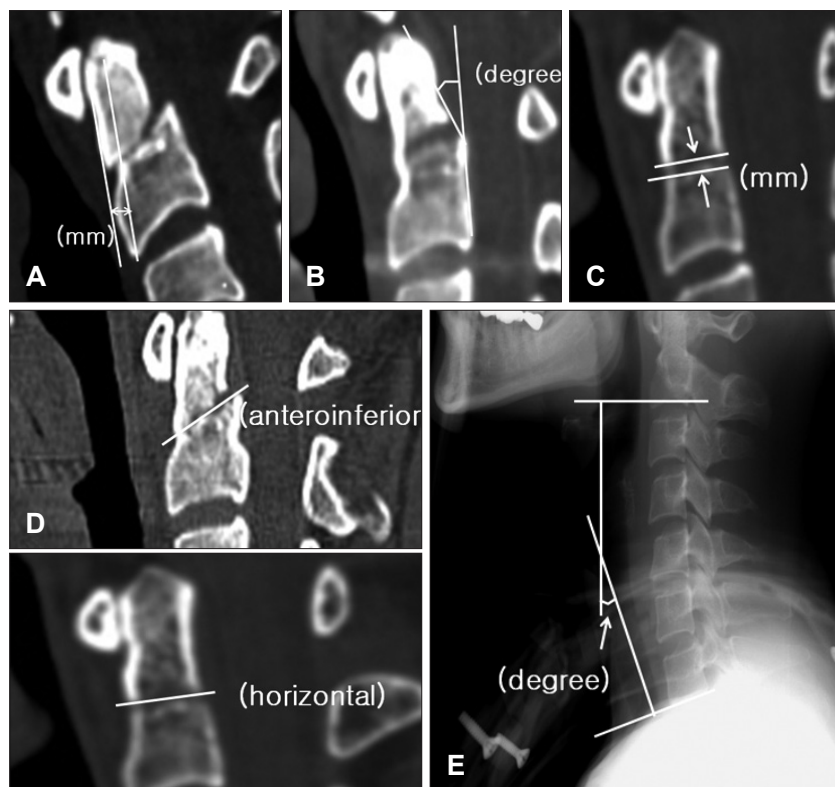


FIGURE 1. Measurement of radiographic findings. A: A tangent line is drawn along the anterior aspect of the odontoid fragment and the anterior aspect of the C2 body. A transverse line is drawn connecting these two lines. This distance is measured as the displacement of fractured odontoid process. B: A tangent line is drawn along the posterior aspect of the odontoid fragment and the posterior aspect of the C2 body. The angle subtended by these lines is the degree of angulation of fractured odontoid process. C: The gap between fractured odontoid process and dens body was determined as measured distance between inferior border of fractured odontoid process and superior border of fractured C2 body. D: The type of fracture line of odontoid process was determined in the computed tomography lateral reconstruction image. E: Overall lordosis was determined as measured angle between inferior endplate of C2 and inferior endplate of C7 in the lateral view of cervical plain radiograph.

내원한 당시에 시행하여 골절의 분류 및 형태를 재차 확인하였으며, 외래 추적방문에도 시행하여 가골형성(callus formation)으로 골유합을 판정하여 Halo 흉곽고정의 탈착을 결정하였다. 그리고 내원한 당시 경부 자기공명영상(magnetic resonance image: MRI)로 동반 손상 여부 및 척수 손상 혹은 압박상태를 평가하였다. 또한 환축추의 횡인대(transverse ligament)의 손상여부를 확인하여 환축추 관절의 불안정성(atlantoaxial instability) 여부를 평가하였다 (Figure 2).

결 과

10명의 환자는 남자 9명, 여자 1명으로 평균 연령은 40.2

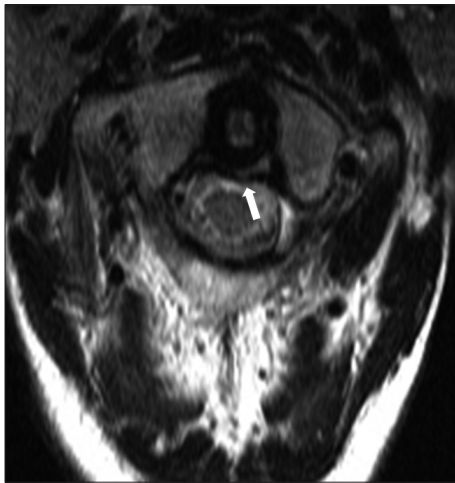


FIGURE 2. Magnetic resonance imaging showed disruption of the transverse ligament of atlantoaxial joint (arrow).

세 (25~56세)였다. 대부분 건강한 청장년층으로 고혈압은 1명뿐이었고, 다른 내과적 질환의 과거력이 있던 환자는 없었다. 수상 시점으로부터 Halo 흉곽고정술을 시행할 때까지 평균 3.5일 정도 소요된 비교적 급성기의 외상 환자들로, 수상 원인은 9명이 교통사고(motor vehicle accident)였으며, 1명만 계단에서 낙상(fall down)하여 발생하였다 (Table 1).

내원시 동반 손상이 있던 경우는 흉요추부의 압박 골절, 경미한 외상성 지주막하 출혈, 좌측 원위 상완골(humerus) 및 대퇴골(femur)의 골절 또는 경추 5, 6번의 전종인대(anterior longitudinal ligament)의 파열을 동반한 4예였으며, 이중 1예 (증례 9)만 동반 손상부위에 수술적 정복술을 시행하였고, 나머지 경우는 경미하여 보존적 치료를 하며 경과 관찰하였다.

내원시 신경학적 증상이 있던 경우는 4예가 있었고, 이들을 포함한 모든 경우에 두부 CT 및 척추 MRI를 확인하여 수술적 치료가 필요한 치명적인 두부 병변 및 신경압박 병변의 가능성을 배제하였다. 동반한 신경학적 증상으로는 우측 후두부의 감각저하를 호소한 경우, 섬망 및 단기 기억 장애를 호소한 경우, 좌측 상하지의 편측 위약감 및 양하지의 일시적 이상감각을 호소한 경우로 모두 추적기간 동안에 회복되는 경과를 보였다.

모두 초기 치료로 Halo 흉곽고정술을 시행하였으나, 1예에 대해서만 1주간 Gardner-Wells 견인기로 견인을 유지하여 경추 배열(alignment)을 맞춘 후 Halo 흉곽고정술을 하였다. 총 7예 (70%)에서 Halo 흉곽고정을 통한 외부고정술로만 골유합을 이루었으나, 나머지 3예 (30%)에서는 실패하

TABLE 1. The clinical characteristics of 10 cases

Case no.	Age (years)/ Sex	Trauma	Time from injury to HVI (days)	Periods of HVI (weeks)	Neurologic symptoms	Associated injury	F/U duration (months)	Result of HVI
1	54/M	In-car TA	1	14	Both knee tingling sense	(-)	4	Failure
2	49/M	In-car TA	3	10	(-)	(-)	4	Failure
3	25/M	In-car TA	2	3 day+postop 3 m†	(-)	(-)	4	Failure
4	30/M	Fall down	5	12	(-)	(-)	5	Success
5	49/M	In-car TA	2	13	Decreased sense on Rt. occiput	Compression fracture, T12& L1	5	Success
6	42/M	In-car TA	5	12	(-)	(-)	10	Success
7	31/M	In-car TA	7	25	Delirium&transient memory impairment	Traumatic SAH	7	Success
8	35/M	In-car TA	4	14	Paresthesia on Lt. arm	(-)	4	Success
9	31/F	In-car TA	9	8*	(-)	Fractures of Lt. femur & humerus	7	Success
10	56/M	In-car TA	6	14	(-)	C5-6 ligamentous subluxation	11	Success

*gardner-wells tong traction before halo-vest immobilization, †sustained halo-vest immobilization. HVI: halo-vest immobilization, TA: traffic accident

여 관혈적 고정술을 시행하였다. 3예의 유합 실패의 경우, 골절선 사이의 분쇄골절, 추적기간 동안의 골절면의 추가적 전위, 불균일한 골절면으로 인한 골절면의 초기 정복 실패를 관찰할 수 있었다. 이들의 유합 실패 증례는 다음과 같다.

Illustrative Cases

Case 1

54세 남자가 조수석에 탑승한 차량의 측면에서 택시가 충돌하여 발생한 교통사고로 내원하였으며, 경부통증과 양쪽 무릎 이하의 이상감각(paresthesia)을 호소하였다. 경추부 CT에서 골절선 내의 작은 골조각이 보이는 분쇄골절 형태의 제III형 치상돌기 골절이었다. 경부 단순방사선검사 측면상에서 전하방 2 mm 전위가 있고, 각변형은 1°, 골절선 간격은 1 mm, 경추 전만은 12°로 측정되었다. 환자는 Halo 흉곽고정술을 시행하였고, 축추의 후배열을 교정한 상태로 퇴원하여 외래 경과관찰을 하였다. 그러나 Halo 흉곽고정술 시행한 직후와 수상 후 3주째 외래방문에서 시행한 단순방사선검사 측면상에서 전위는 감소하였고, 각변형 및 골절선 간격은 같으나, 경추 전만이 각각 -3°, -9°로 측정되어 Halo 흉곽고정이 일정하게 유지되지 않았음을 알 수 있었다. 또한 수상 후 3주, 7주, 12주 외래 추적시 시행한 경추부 CT에서 골절된 치상돌기와 축추체와의 골유합은 되지 않았고, 점차 골절면에 골경화선(osteosclerotic margin)이 관찰되었다. 이에 불유합으로 판단하여 수상 후 14주에 후방경유 경추 1, 2번 나사못 고정술과 후공간 장골 골편이식 및 철사고정술을 시행하였다 (Figure 3).

Case 2

49세 남자가 탑승한 차량의 충돌 사고 후, 발생한 일시적

의식소실 및 경부통증을 주소로 내원하였다. 두부 CT에서 이상소견은 없었고, 경추부 CT 및 단순방사선검사 측면상에서 골절면의 전위와 각변형이 없는 수평골절선을 보이는 제III형 치상돌기 골절로, 골절선 간격은 1 mm, 경추 전만은 6°로 측정되었다. 이에 Halo 흉곽고정술을 시행하였고, 치상돌기와 축추의 배열은 잘 유지한 상태로 퇴원하였다. 수상 후 5주째 추적관찰에서 시행한 단순방사선검사 측면상에서 골절면이 추가적으로 3 mm 후방 전위되었고, 각변형이 26°로 생겼으며, 골절선 간격도 3 mm로 더 심해진 상태였다. 이에 Halo 흉곽고정을 다시 교정하였으나, 수상 후 10주에 재내원하여 시행한 경추부 CT에서 골절면 간의 가골형성이 전혀 보이지 않았고, 골절면에 골경화선이 관찰되었다. 이에 불유합으로 판정하여 수상 후 12주에 후방경유 경추 1, 2번 나사못 고정술과 후공간 장골 골편이식 및 철사고정술을 시행하였다 (Figure 4).

Case 3

25세 남자가 만취한 상태에서 조수석에 동승한 채 발생한 교통사고로 내원하였다. 당시 경부통증을 호소하였으나, 신경학적 증상은 없었다. 시행한 경추부 CT 및 단순방사선검사 측면상에서 제III형 치상돌기 골절로 불규칙한 골절면위로 골절면이 전하방 4 mm 전위가 있는 상태였다. 이에 대해 Halo 흉곽고정술을 하였으나, 골절면이 골절선상에 고정되어 전위 및 치상돌기와 축추간 배열이 전혀 개선되지 않았으며, 경부통증도 지속적으로 심했다. 결국 Halo 흉곽고정술 후 3일 뒤 후방경유 후공간 장골 골편이식 및 철사고정술을 시행하였다. 수술 후에도 Halo 흉곽고정을 지속하였고, 추적관찰시 시행한 경추부 CT에서 골유합이 확인된 3개월째에 탈착하였다 (Figure 5).

수술적 고정을 시행했던 각 증례를 통해 알 수 있는 Halo

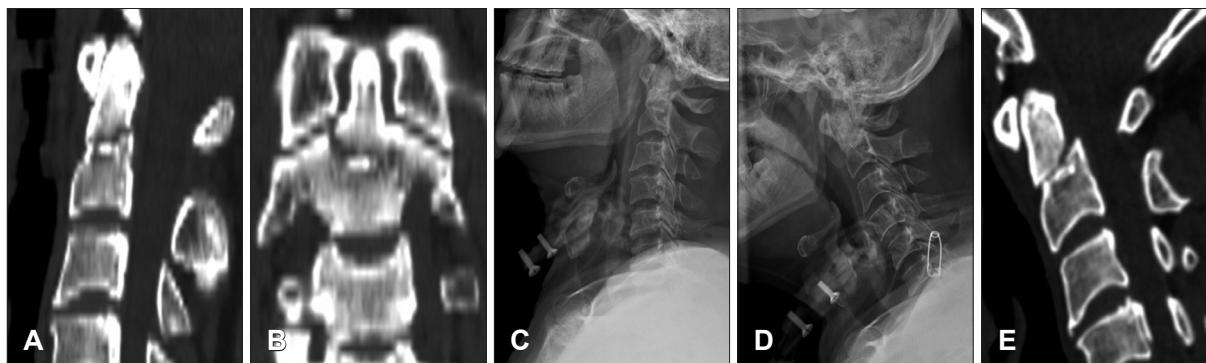


FIGURE 3. Imaging studies from case 1. A: Computed tomography (CT) scans of the patient showed a type III odontoid fracture and there was ossification of posterior longitudinal ligament at the level of C3-C4. The fractured odontoid process was slightly displaced anteroinferiorly. B: A coronal reconstruction image revealed the comminuted fracture. C: The plain radiograph after 1 day of halo-vest immobilization. D: The plain radiograph on 3 weeks follow up showing the change of cervical lordotic curve. E: After 14 weeks, on the CT lateral reconstruction image, we found that the fracture site had not completely healed.

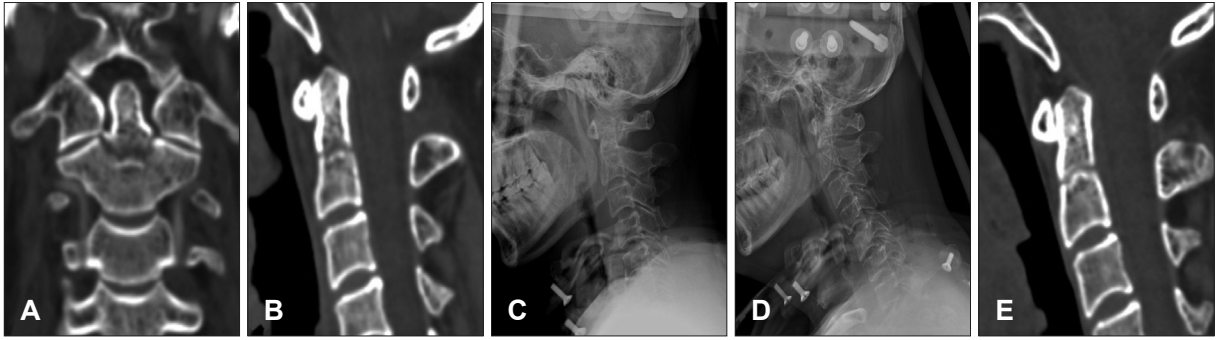


FIGURE 4. Imaging studies from case 2. A, B: Computed tomography (CT) scans of the patient showed a type III odontoid fracture with horizontal line and the fractured odontoid process was not displaced. C: The plain radiograph on 1 day after halo-vest immobilization. D: The plain radiograph on 5 weeks follow up showing the redispacement of fractured odontoid process. E: The CT lateral reconstruction image on 10 weeks follow up showing the osteosclerotic margin of fractured site.

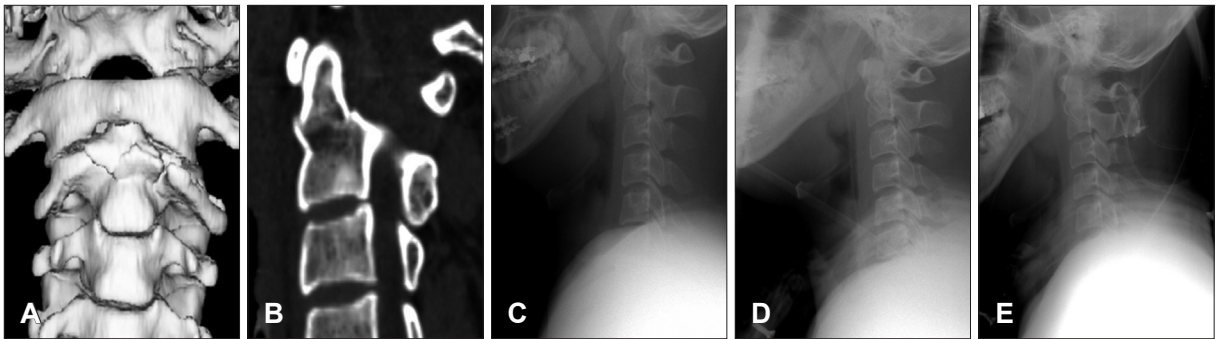


FIGURE 5. Imaging studies from case 3. A, B: Computed tomography scans of the patient showed a type III odontoid fracture with irregular fracture line and the fractured odontoid process was displaced anteroinferiorly. C: The patient underwent the conservative treatment with halo-vest immobilization at his request, (D) but the displaced odontoid process was not corrected in alignment. E: Postoperative plain radiograph. Note that posterior interspinous fusion combined with sustained halo-vest immobilization.

흉곽고정술 단독의 유합 실패의 요소는, 증례 1은 골절선내에 골편(bone fragment)이 있는 분쇄골절(communited fracture)형태였으며, 증례 2는 Halo 흉곽고정술 후 추적기간 동안 골절편의 각변형 및 재전위(redispacement)가 된 불안정성에서 기인한 것으로, 두 경우 모두 공통적으로 Halo 흉곽고정의 유지가 부적절하였던 것으로 판단된다. 증례 3은 불규칙한 골절면에 골절편이 고정되어, Halo 흉곽고정술을 시행할 때 골편의 정복이 제대로 이루어지지 않은 것이 실패의 요인으로 생각된다.

고 찰

경추 골절의 7~15%를 차지할 정도로, 제2경추의 치상돌기 골절은 비교적 흔한 경추의 외상성 질환이다. 골절의 해부학적 위치 및 모양에 따라 Anderson and D'Alonzo classification으로 분류하며, 치료방침을 고려할 수 있다.²⁾

제I형과 제III형 치상돌기 골절의 초기 치료로 외부고정술을 우선하는 경향이 있는데, 이는 보고된 바에 의하면, 외부고정술로 인한 골유합률이 제I형 치상돌기 골절의 경우는 거의 100%에 가까우며, 제III형 치상돌기 골절에서는 83~100%

에 이를 정도로 매우 결과가 좋기 때문이다.^{1-6,8,10,16,19-22,24)} 그러나 제II형 치상돌기 골절의 치료법에 대해선 아직 논란이 많다. 불유합의 고위험 인자가 명확하거나, 명백한 불안정성이 있는 경우 및 신경학적 증상이 있는 지속적인 신경 압박 상태에선 수술적 치료를 우선 고려할 수 있으며, 또한 비수술적 치료로 유합 실패하였을 경우도 수술의 적응증이 된다.¹⁰⁾

제II형 치상돌기 골절의 불유합 위험인자에 대해 알려진 바는, Ekong 등⁵⁾에 따르면 40세 이상의 연령, 골절편의 후방전위가 5 mm 이상, 각변형이 11° 이상시, 그리고 동반된 신경학적 결손이 있는 경우와 심한 분쇄골절의 경우를 불유합의 위험요소로 규정하였고, Koivikko 등¹³⁾은 5 mm 이상의 후방전위, 골절선 간격이 1 mm 이상, 수상 후 4일 이상 치료가 지연된 경우, 2 mm 이상의 후방 재전위(posterior redispacement)를 한 경우를 불유합과 관련한 위험인자로 제시하였으나, 골절편의 전방전위 및 환자의 성별, 나이는 관련이 적은 것으로 보고했다. 허나, Lennarson 등¹⁴⁾에 의하면 50세 이상의 환자에서 유합 부전의 위험성이 20배 정도 높은 것으로 볼 때, 나이도 위험인자로 포함해야 할 것이다. 그러나 제III형 치상돌기 골절의 불유합에 대해서는 명확히 알려진 부분이 적은 실정이다. Clark와 White⁴⁾에 의해 보고된 48

TABLE 2. The radiological characteristics of 10 cases

Case No.	Initial evaluation (simple X-ray)					MRI finding (cord compression/ *T-ligament)	Immediate X-ray after HVI D/A/G/L	Follow up X-ray D/A/G/L
	Fracture line	Displacement (mm)	Angulation (degree)	Gap (mm)	Lordosis (degree)			
1	AI	2	1	1	12	None	3/3/1/-3	2/3/1/-9
2	H	0	0	2	6	None	0/0/2/4	3/-26/3/6
3	AI	3	1	2	15	None	4/1/2/0	3/-11/2/7
4	H	2	29	3	25	None	1/2/1/25	1/1/1/25
5	AI	1	14	1	13	None	2/10/1/10	2/9/1/15
6	AI	2	16	3	31	None	2/11/1/27	2/16/1/33
7	AI	2	23	3	17	None	2/12/2/18	1/12/1/22
8	AI	3	-16	2	0	Cord hsi	1/3/1/20	1/0/1/22
9	AI	5	14	4	15	Ligament tear	3/11/1/12	1/7/0/6
10	H	3	-13	2	7	None	2/3/2/-3	2/3/1/-4

*transverse ligament of atlantoaxial joint. AI: anteroinferior displacement, H: horizontal displacement, HSI: high signal intensity, HVI: halo-vest immobilization, D: displacement, A: angulation, G: gap, L: lordosis

명의 제III형 치상돌기 골절 환자군에서 수상시 5 mm 이상의 전위가 있는 경우, 10도 이상의 각변형이 있는 경우, 연령이 40세 이상인 경우에서 불유합률이 높았으나, 이의 통계적인 유의성은 없었으며, Althoff¹⁾는 골절편이 4 mm 이상의 전위가 있어도 미세하게 전위된 환자군과의 치료 결과를 비교했을 때 유합률 간의 큰 차이가 없다고 밝혔다. 그리고 Halo 흉곽고정술을 시행한 후에 착용기간 중 재전위가 된 경우에서 불유합으로 수술적 고정술을 다시 했던 증례도 보고되었으나, 이에 대한 명확한 불유합의 인자로 제시하는 자료는 없었다.^{4,20)}

그러나 제III형 치상돌기 골절이 치상돌기의 경부를 포함하면서, 골절편의 심한 전방 혹은 후방 전위를 보이는 제II형 치상돌기 골절과 유사한 형태 (high type III)이거나, 또는 5 mm 이상의 신연(distraction)으로 수직방향 불안정성 (vertical instability)을 보이는 경우는 신경학적 증상의 진행을 예방하기 위해 수술적 치료를 우선 고려할 수 있는 것으로 알려져 있다.^{11,20)}

본 연구에 포함된 대상 환자들을 제시된 제II형 및 제III형 치상돌기 골절의 불유합 위험인자들과 관련하여 보면, 본 연구의 환자들은 골유합에 영향을 미치는 투약 및 골다공증을 포함한 골대사 관련 질환의 병력이 없는 평균 40.2세의 청장년층이며, 수상 후 평균 3.5일에 외부고정술을 시행하였다. 수상 초기에 신경학적 증상이 있던 경우는 있었으나, 대부분 치료 경과 중 회복되어 영구적인 결손이 남은 경우는 없었다. 유합 실패를 한 환자군에 한정하여도, 평균 42.6세이나, 모두 3일 내에 치료를 받았고, 신경학적 증상이 심한 경우는 없었다. 이러한 점을 볼 때 방사선학적 요소 이외의 임상적 차이는 환자들 간에 큰 차이가 없었다. 그리고 Halo 흉곽고정을 통한 외부고정술로만 골유합이 된 환자군

과 외부고정술의 실패로 수술적 치료를 시행한 환자군의 방사선학적 비교를 하였을 때, 외부고정술로 골유합이 이루어진 환자군은 내원 당시와 비교하여, Halo 흉곽고정술 직후 및 첫 외래 추적관찰에서 시행한 단순방사선사진 측면상의 분석에서 전위는 1예를 제외하고, 같거나 감소한 결과를 보였다. 마찬가지로 각변형과 골절간격도 모든 경우에서 같거나 줄었다 (Table 2). 경추 전만은 Halo 흉곽고정술을 시행한 이후의 결과만 보았을 때, 모두 5° 이내의 범위로 비교적 큰 차이 없이 Halo 흉곽고정을 유지한 것으로 생각된다. 그러나 유합 실패로 인한 수술적 고정을 시행한 환자군에서 전위는 Halo 흉곽고정술 이후에 대체로 감소하지 않았으며, 추적기간에 더욱 증가한 경우 (증례2)도 있었다. 또한, 각변형이 2예에서 증가하였고, Halo 흉곽고정술 시행한 직후와 추적관찰시 경추 전만의 차이도 2예에서 상대적으로 컸다. 이로써 시사하는 바는 Halo 흉곽고정술 후 착용상태가 동일하지 않았으며, 이는 외부고정의 유지실패로도 생각해볼 수 있다. 물론 이 같은 결과는 증례수의 부족으로 통계적 유의성을 논하기엔 무리가 있다.

이같은 부분에서 외부고정술의 한 방법으로써, Halo 흉곽고정술 자체의 치료 효용에 대한 의구심을 가질 수 있다. 알려진 대로, 경추 손상의 비수술적 치료로서 Halo 흉곽고정술은 외부고정술 중에서 가장 단단한 지지를 하면서, 가장 널리 사용되는 방법이며, 이는 1959년에 Nickel 등에 의해 처음 고안되었다.¹⁸⁾ 치료실패율은 연구 간 정의의 차이는 있으나, 상부 경추 골절의 Halo 흉곽고정술 후의 유합 부전은 18~85%로 다양하게 보고된다.^{7,12,17)} 물론 제III형 치상돌기 골절에 한하여 Halo 흉곽고정술은 유합률이 83~100%까지 알려져 있어 비교적 결과가 좋다.^{1-6,8,10,16,18-22,24)} Halo 흉곽고정술의 치료실패에 대한 주요 원인으로 불유합과 지속

적인 불안정성으로 알려져 있으며, 이를 흉곽고정술 시행으로 인한 합병증과 관련하여 생각하는 보고도 있다.²³⁾ 합병증은 주로 고정핀과 관련하여 발생하는 것으로 고정핀의 해리(loosening) 및 이동(migration), 두피 감염(scalp infection), 두개골 골절(skull fracture), 뇌출혈(cerebral hemorrhage), 이상감각(paresthesia), 욕창(pressure sore)이 알려져 있다. 이와 같은 합병증의 발생은 0~100%로 다양하게 보고되었으나,^{9,15,18)} 본 연구의 모든 환자에선 Halo 흉곽고정술로 인해 발생한 상기의 합병증은 없었다. 그러나 유합 실패는 30% (3명)로, 보고된 결과보다 좋지 않았다. 그와 관련한 위험인자로 제시할 수 있는 것은 분쇄골절, 지속적인 고정 유지 실패로 인한 불안정성, 정복실패로 생각된다. 이러한 점을 고려할 때 유합 실패의 요소는 골절의 방사선학적 형태 및 환자군의 특성 이외에도 치료방법의 시행, 유지 및 순응도와 관련된 인위적인 측면도 고려해야 할 것이다. 이를 개선하면 치료 성과가 향상될 수 있을 것으로 추측된다.

결 론

제III형 치상돌기 골절에 대한 초기 치료로 Halo 흉곽고정술의 시행의 결과는 비교적 좋은 편이나 골유합이 이루어지지 않아 수술적 치료가 필요한 경우도 존재한다. 본 연구 결과 Halo 흉곽고정술의 유합 실패에는 분쇄골절, 고정의 불안정성, 골절편의 정복실패가 위험인자로 작용하는 것으로 보였다. 이들 인자가 골유합에 미치는 영향을 좀 더 정확하게 파악하기 위해서는 향후 추가적 증례의 분석을 통한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

■ The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Althoff B. Fracture of the odontoid process. An experimental and clinical study. *Acta Orthop Scand Suppl* 177:1-95, 1979
- 2) Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg Am* 56:1663-1674, 1974
- 3) Bucholz RD, Cheung KC. Halo vest versus spinal fusion for cervical injury: evidence from an outcome study. *J Neurosurg* 70:884-892, 1989
- 4) Clark CR, White AA 3rd. Fractures of the dens. A multicenter study. *J Bone Joint Surg Am* 67:1340-1348, 1985
- 5) Ekong CE, Schwartz ML, Tator CH, Rowed DW, Edmonds VE. Odontoid fracture: management with early mobilization using the halo device. *Neurosurgery* 9:631-637, 1981
- 6) Fujii E, Kobayashi K, Hirabayashi K. Treatment in fractures of the odontoid process. *Spine (Phila Pa 1976)* 13:604-609, 1988
- 7) Glaser JA, Whitehill R, Stamp WG, Jane JA. Complications associated with the halo-vest. A review of 245 cases. *J Neurosurg* 65:762-769, 1986
- 8) Greene KA, Dickman CA, Marciano FF, Drabier JB, Hadley MN, Sonntag VK. Acute axis fractures. Analysis of management and outcome in 340 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976)* 22:1843-1852, 1997
- 9) Houtkin S, Levine DB. The halo yoke: a simplified device for attachment of the halo to a body cast. *J Bone Joint Surg Am* 54:881-883, 1972
- 10) Hsu WK, Anderson PA. Odontoid fractures: update on management. *J Am Acad Orthop Surg* 18:383-394, 2010
- 11) Jea A, Tatsui C, Farhat H, Vanni S, Levi AD. Vertically unstable type III odontoid fractures: case report. *Neurosurgery* 58:E797; discussion E797, 2006
- 12) Kim DH, Vaccaro AR, Affonso J, Jenis L, Hilibrand AS, Albert TJ. Early predictive value of supine and upright X-ray films of odontoid fractures treated with halo-vest immobilization. *Spine J* 8:612-618, 2008
- 13) Koivikko MP, Kiuru MJ, Koskinen SK, Myllynen P, Santavirta S, Kivisaari L. Factors associated with nonunion in conservatively-treated type-II fractures of the odontoid process. *J Bone Joint Surg Br* 86:1146-1151, 2004
- 14) Lennarson PJ, Mostafavi H, Traynelis VC, Walters BC. Management of type II dens fractures: a case-control study. *Spine (Phila Pa 1976)* 25:1234-1237, 2000
- 15) Lind B, Sihlbom H, Nordwall A. Halo-vest treatment of unstable traumatic cervical spine injuries. *Spine (Phila Pa 1976)* 13:425-432, 1988
- 16) Maak TG, Grauer JN. The contemporary treatment of odontoid injuries. *Spine (Phila Pa 1976)* 31(11 Suppl):S53-S60; discussion S61, 2006
- 17) Majercik S, Tashjian RZ, Biffi WL, Harrington DT, Cioffi WG. Halo vest immobilization in the elderly: a death sentence? *J Trauma* 59:350-356; discussion 356-358, 2005
- 18) Nickel VL, Perry J, Garrett A, Heppenstall M. The halo. A spinal skeletal traction fixation device. *J Bone Joint Surg Am* 50:1400-1409, 1968
- 19) Polin RS, Szabo T, Bogaev CA, Replogle RE, Jane JA. Nonoperative management of Types II and III odontoid fractures: the Philadelphia collar versus the halo vest. *Neurosurgery* 38:450-456; discussion 456-457, 1996
- 20) Przybylski GJ, Welch WC. Longitudinal atlantoaxial dislocation with type III odontoid fracture. Case report and review of the literature. *J Neurosurg* 84:666-670, 1996
- 21) Sasso RC. C2 dens fractures: treatment options. *J Spinal Disord* 14:455-463, 2001
- 22) Seybold EA, Bayley JC. Functional outcome of surgically and conservatively managed dens fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* 23:1837-1845; discussion 1845-1846, 1998
- 23) Shin JJ, Kim SJ, Kim TH, Shin HS, Hwang YS, Park SK. Optimal use of the halo-vest orthosis for upper cervical spine injuries. *Yonsei Med J* 51:648-652, 2010
- 24) Wang GJ, Mabie KN, Whitehill R, Stamp WG. The nonsurgical management of odontoid fractures in adults. *Spine (Phila Pa 1976)* 9:229-230, 1984