

하부 경추 손상 (Lower Cervical Spine Injury)

안 재 성

충남대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

서 론

경추 내부의 척수는 중추 신경계로서 한 번 손상되면 그 회복은 기대하기 어렵고 많은 합병증이 유발된다. 이에 대한 치료와 간호를 위하여 많은 의료인이 필요하고 오랜 시간과 막대한 비용이 평생 동안 소요되므로 사회 경제적으로도 많은 문제를 유발한다. 특히 경척수 손상은 재활 능력이 거의 없는 사지마비를 의미하기 때문에 더욱 많은 문제를 내포하고 있다. 따라서 경추 손상 후 경추의 불안정성에 의한 추가적 신경 손상을 예방하기 위하여 최선의 노력이 필요하다. 또한 척수 손상의 여부와는 별도로 전신 및 국소적 합병증의 병발을 예방하고 조속한 일상 및 사회적 재활을 위하여 적절한 치료 지침의 파악이 요구된다. 경추 손상 환자의 40~60%에서 신경 증상이 관찰되며 퇴행성 경추증의 고령이나 척추관 협착증이 동반된 젊은 연령에서도 골격 구조의 손상 없이 경미한 경추의 과신전만으로도 척수손상이 발생할 수 있으므로 항상 주의를 요한다^{5,34,35}. 두부손상, 다발성손상, 의식상실, 음주 및 약물 중독의 경우에는 초진 시 경부 손상을 간과할 수 있으므로 자세한 검사가 필요하다⁹.

경추 손상은 해부학적 구조의 차이로 상부 경추부 (환추 및 축추)와 하부 경추부 (제 3 경추 이하부)로 나뉘어 설명된다. 상부 경추와 하부 경추는 해부학적 모양과 운동정도가 다르기 때문에 손상기전도 다르고 치료 방법에서도 차이가 난다. 환추-후두관절은 환추의 외측골과 두개골의 후두 관절구 (occipital condyle)로 이루어지며 전후방으로 긴 축을 가지기 때문에 약 20~30도의 머리 끄덕거림이 가능하다. 환추의 추체중심에서 발생한 축추의 치상돌기는 환추 전궁 후면의 치상돌기와 (fovea dentis)와 관절을 이루고 후방은 활액낭에 의해 환추의 횡인대와 분리되어 있

으며 경추 회전운동의 50%는 환축추 관절에서 이루어진다. 반면, 하부 경추는 경부의 굴곡 및 신전 운동의 대부분을 담당하며, 외측 굴곡 및 회전 운동도 부분적으로 일어난다. 이 중 제 5-6 경추간은 운동이 가장 많아 퇴행성 변화와 외상성 탈구가 호발한다. 각 운동 분절의 평균 운동 범위는 제 1-2 경추 10.8±2.9도, 제 2-3 경추 9.2±3.0도, 제 3-4 경추 13.5±7.2도, 제 4-5 경추 15.1±4.3도, 제 5-6 경추 15.6±4.4도, 제 6-7 경추 13.0±5.0도이다²⁴. 상부 경추의 손상은 제 3 경추 이하의 하부 경추 손상과는 달리 척수강에 비해 척수가 차지하는 비율이 상대적으로 낮기 때문에 신경손상의 비율이 낮고, 하부 경추는 직접손상에 의하나 상부 경추에서는 두개골의 기저부를 통한 손상이고, 환추-후두의 불안정성이나 횡인대의 손상과 같은 일부 수술의 적응증이 되는 경우를 제외하고는 보존적 치료를 시행하는 경우가 많다.

하부 경추 손상

1. 분류

척추의 생역학적 분류인 Denis¹³의 삼주설에 의하면 외상 시 척추에 작용하는 기본적인 힘의 방향은 굴곡, 신전 및 회전으로서 전주, 중간주 및 후주에 대하여 각각 압박 또는 신연력으로 작용한다. 이때 각 부분에서 골 및 추간관 압박력에 저항하고 섬유륜과 인대는 신연력에 저항한다. 1982년에 Allen 등³에 의하여 손상의 기전에 기초를 둔 포괄적인 분류 체계가 기술되었다. 그들은 단 방향력 (single vector force)에 의해 척추에 여러 손상이 유발되고 이에 의한 손상의 균을 형성함을 보고하였다. 또한 하경추부의 간접골절-탈구가 점진적인 연부조직손상의 정도에 비

통신저자 : 안 재 성

대전시 중구 대사동 640번지
충남대학교병원 의학전문대학원 정형외과학교실
Tel : 042-280-7353 · Fax : 042-252-7098
E-mail : jsahn@cnu.ac.kr

Address reprint requests to : Jae-Sung Ahn, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Chungnam National University, 640, Daesa-dong, Jung-gu, Daejeon 301-721, Korea
Tel : 82-42-280-7353 · Fax : 82-42-252-7098
E-mail : jsahn@cnu.ac.kr

레하여 체계적인 손상의 계통을 형성함을 지적하였다. 6개 군으로 기술되었으며 신연 굴곡, 압박 굴곡, 압박 신전은 자주 발생하는 군이며 신연 신전군과 측 굴곡군은 매우 드물게 발생된다고 하였다. 손상의 가계는 기능 부전 (failure)을 일으키는 처음의 주력 방향과 기능 부전 시 경추의 예상된 위치에 의하여 결정된다. 압박은 압박력이 운동 분절에 가장 심각한 손상을 주는 것을 나타내고 신연은 장력과 응력이 가장 현저한 구조적 기능 장애를 유발하는 긴장상태이다. 굴곡이나 신전이 압박이나 신연에 같이 사용되어짐은 척추에 외력이 가해질 때 척추의 상대적인 위치를 의미한다. 척추 간의 비정상적인 관계는 인대의 기능 부전을 나타낸다. Ducker 등¹⁴⁾은 두경부 위치에 따른 손상 기전에 대하여 알기 쉬운 그림으로 설명하였으며 (clock of injuries: 손상 시계) 12시 방향은 신연 손상, 3시는 신전 손상, 6시는 압박 손상, 9시 방향에서는 굴곡 손상이 발생

된다고 하였다.

1) Allen의 분류

(1) 압박 굴곡 손상 (Compressive flexion injury) (Fig. 1) 압박 굴곡 손상은 추체 전하방으로 향하는 힘에 의해 야기되며, 추체 손상의 심도도 증가된다. 하부 경추 손상의 약 20%를 차지하며 5단계로 나뉜다. 1단계는 후주의 인대 손상없이 추체 전상연이 등근 형태를 취한다. 2단계는 전주가 경사를 이루고, 추체 전방의 높이가 약간 소실되며, 추체 전하연이 새 부리 모양이 되기도 한다 (Fig. 2). 3단계는 골절선이 추체 전면으로부터 비스듬하고 전위없이 하부 종관을 지나게 된다. 척추관 내로 후하연의 전위는 (<3 mm) 4단계에서 볼 수 있으며 후관절의 분리, 극돌기 간 거리의 증가, 전후방 인대의 완전 손상과 함께 척추관

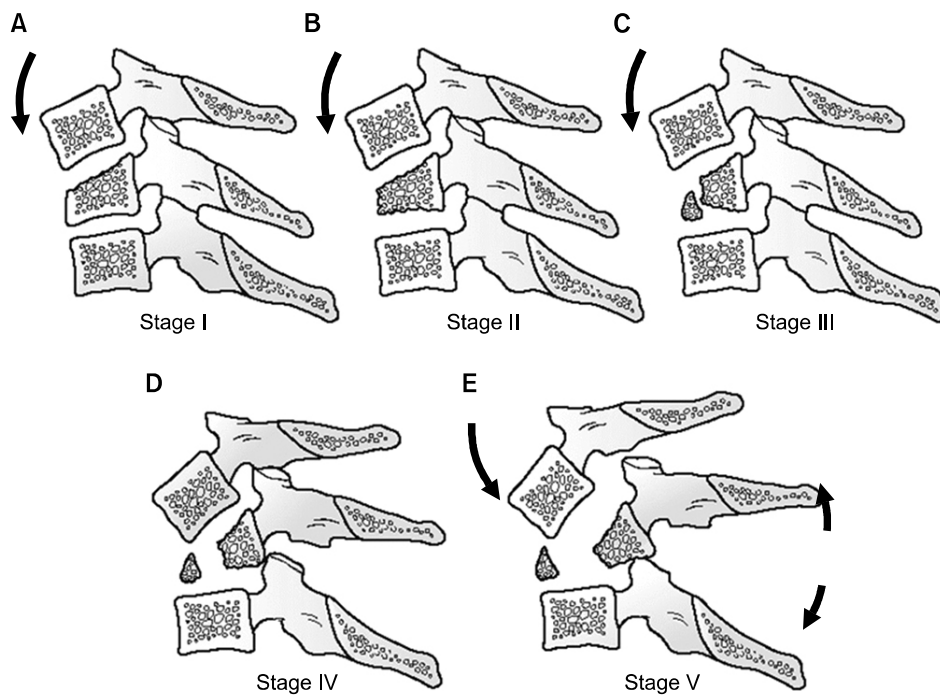


Fig. 1. Compressive flexion (CF) injuries are divided into five stages. The injury is speculated to occur first by flexion of the spine through the facet joints. The anterior column (vertebral body) becomes increasingly compressed and shortened. Eventually, the PLC fails, noted by interspinous gapping and local kyphosis. With further energy, the facet joints will fail, leading to translational deformity.

- (A) CF Stage I: Blunting of the anterosuperior vertebral body margin.
- (B) CF Stage II: Beak-appearance of the anterosuperior vertebral body margin, a sagittal vertebral body split may also be present.
- (C) CF Stage III: Oblique primary fracture line that extends from the anterior vertebral body to the inferior endplate (This has been subsequently described by other authors as a so-called tear-drop fracture.).
- (D) CF Stage IV: In addition to stage 3 features, posterior translation of the upper vertebra measuring less than 3 mm.
- (E) CF Stage V: Posterior translation of the upper vertebral measuring 3 mm or greater, facet gapping, indicating anterior and posterior ligamentous injury.

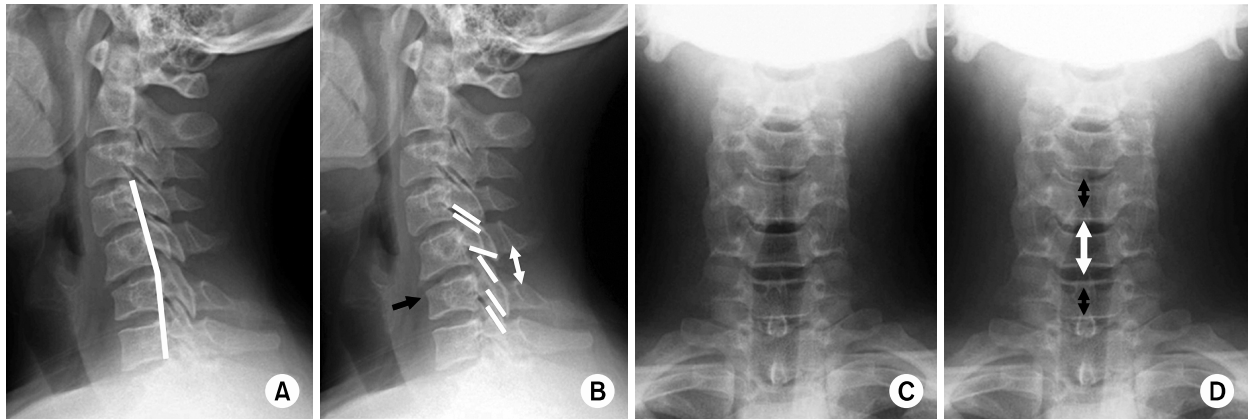


Fig. 2. Anterior subluxation of C5 with wedge compression fracture of C6.

(A, B) Lateral radiographs of the cervical spine show incongruity and lack of parallelism of the C5-6 facets (white lines in B), exposure of the superior facet joint surface of C6, and widening of the interspinous distance at C5-6 (“fanning”) (white arrow in B) relative to adjacent levels. Note the subtle localized hyperkyphotic angulation at C5-6 (white lines in A). There is loss of anterior stature of the body of C6 secondary to the compression fracture involving its superior end plate (black line in B). (C, D) AP radiographs of the cervical spine. On the frontal projection the C5-6 interspinous space is abnormally wide (white arrow in D). This represents the “fanning” seen on the lateral radiograph.

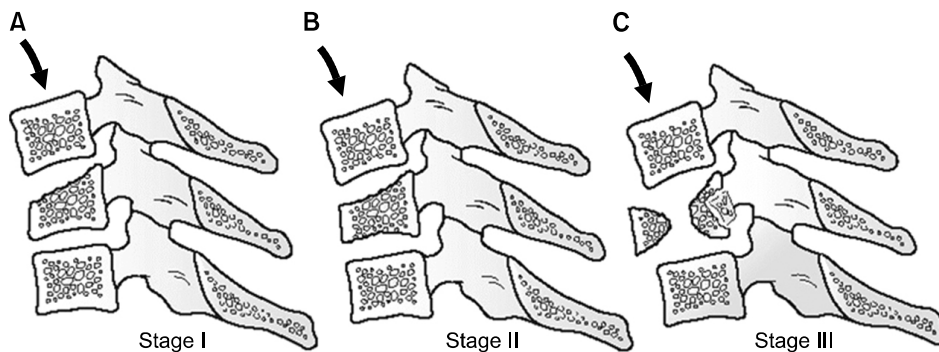


Fig. 3. Vertical compressive (VC) lesions are thought to arise from primarily axial loads to the cervical spine. The final stage of the injury may result from flexion or extension vectors, which ultimately produce posterior or anterior ligamentous injury, respectively.

(A) VC Stage I: Central superior or inferior endplate fracture.

(B) VC Stage II: Superior and inferior endplate fractures, sometimes with vertebral body fracture lines that give the appearance of a quadrangular fracture fragment.

(C) VC Stage III: Vertebral body comminution, with or without retropulsion of fragments (This has been by others as a burst-type cervical fracture), with or without kyphotic (late flexion type) or translational (late extension type) deformity.

내로 추체의 심한 전위는 5단계에서 볼 수 있다. 수상 시 굴곡 상태의 척추는 압박력에 의한 후방 구조물의 단열과 인대 손상으로 더욱 심각한 전후 압박 손상을 받게 된다. 후관절의 골절 및 탈구가 없는 압박 골절은 보통 안정되고, 비수술적 방법으로 치료할 수 있다³³⁾. 높은 단계의 압박 굴곡 손상은 (3단계 이상) 후방 인대 손상과 전방 골성 손상으로 불안정하다. 이러한 손상을 보존적 치료를 하거나 추체 소파술과 골 이식술로만 치료하는 경우에는 지연

성 불안정성이 자주 동반된다²³⁾. 자연적 골성 유합은 1~3 단계에서는 낮으나, 분쇄골절이 발생하는 4~5단계에서는 유합률이 높다. 이 마지막 단계의 손상은 윤 조끼 보조기를 이용한 보존적 치료로도 안정성이 유지된다¹⁶⁾.

(2) 수직 압박 손상 (Vertical compression injury) (Fig. 3) 축성 부하로 발생하는 수직 압박 손상은 방출성 골절로도 불리우며, 심각하고 완전한 신경 손상과 자주 동반된다^{14,36)}. 1단계는 먼저 추체의 상부 또는 하부 종판 중앙에

서 골절이 시작되며 컵 모양의 변형을 갖는다. 2단계는 골절선이 상하 종관 모두를 침범하나 거의 전위가 없다. 3단계에서는 더 강한 힘에 의해 추체는 분절화되고 신경관 내로 돌출되면서 사방으로 방출된다. 처음에는 중립 위치에서 힘이 가해지나 굴곡이나 신전이 되면서 후방 구조물들의 손상을 받는다 (Fig. 4). 이러한 손상군은 주로 인대손상보다는 골성 손상이 우선하는 것이 임상적 특징이다³⁾. 수직 압박 손상은 우선 추체가 압박되고 추체간 인대는 보통 유지되어 여전히 안정성을 제공한다. 윤 조끼 보조기를 이용하여 치료하고, 자연적 전방 유합에 이르는 경우가 많다¹⁶⁾. 그러나, 상당한 후방 인대 손상이 동반된 경우에는

척추 후만증이 발생할 수 있다³⁶⁾. 이러한 이유로 윤 조끼 보조기를 착용한 지 3개월째 굴곡-신전 검사를 실시하고, 불안정성이 잔존 시 후방 유합술이 필요하다. 수직 압박 손상은 압박 굴곡 손상과 같이 보존적 치료 시 자연적 전방 유합의 가능성이 높으며 손상 3단계에서 약 80%에 이른다.

(3) 신연 굴곡 손상 (Distraction flexion injury) (Fig. 5) 굴곡 회전 손상으로도 알려져 있는 신연 굴곡 손상은 하부 경추 손상의 10%를 차지하여 가장 흔한 손상이며³⁸⁾ 대부분의 경우 상당한 인대의 손상을 일으킨다. 신연 굴곡 손상은 손상 정도에 따라 1단계 (후관절 이탈구), 2단계 (일측성 후방 탈구, 추체의 전후경을 기준으로 25% 전방

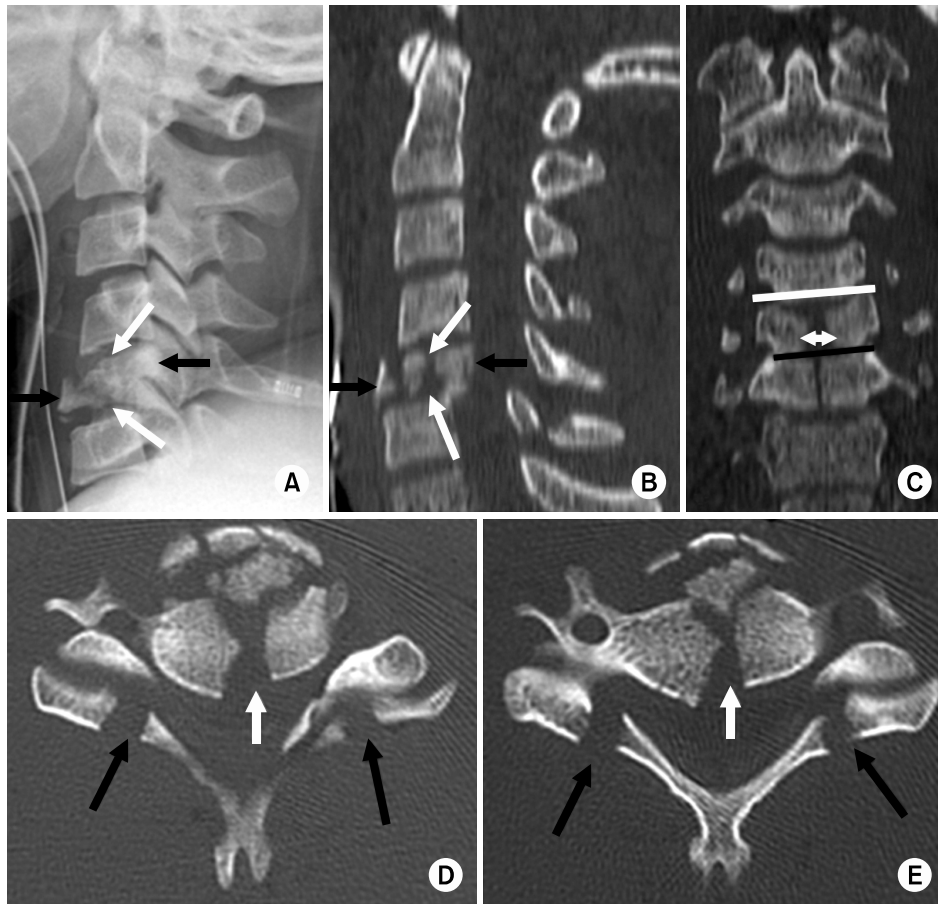


Fig. 4. Burst (dispersion, axial loading) fracture of C5. Lateral radiograph (A) and sagittal multiplanar reformation (B) demonstrate fractures of each end plate (white arrows) with both anterior and posterior displacement of fracture fragments (black arrows), the latter into the central spinal canal. Note the typical straight alignment of the cervical spine in patients with burst fractures. (C) Coronal multiplanar CT reformation shows vertical fracture lines extending through the midportion of the vertebral bodies of C5 and C6 with widening of suprajacent (white line) and narrowing of subjacent uncovertebral joints (black line) secondary to lateral displacement of hemivertebral fracture fragments (white double-headed arrow). (D, E) Axial CT images demonstrate a comminuted fracture of the vertebral body with fragment dispersion; there is a vertical body fracture (white arrows), fragment retropulsion into the spinal canal, and bilateral fractures at the junctions of the laminae and articular masses (black arrows).

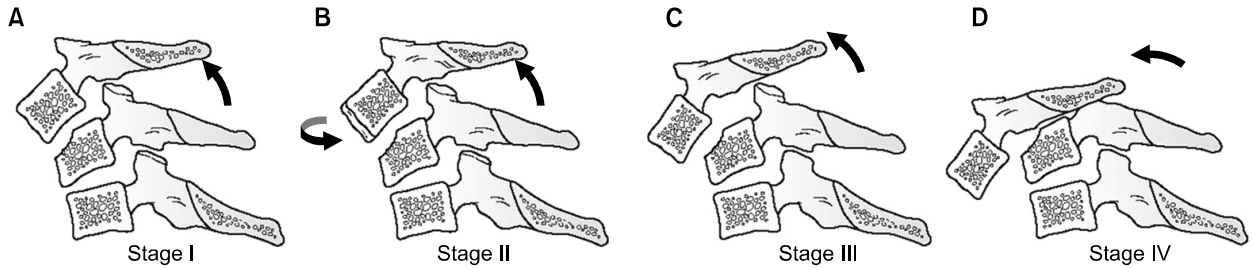


Fig. 5. Distractive flexion (DF) injuries are thought to occur from primarily flexion injury vectors that rotate about an axis anterior to the vertebral body. Thus, distraction and failure of the posterior ligaments can occur without significant vertebral body fracture. In this injury group, increasingly higher stages does not always correspond to increasing amount of instability. (A) DF Stage I: Facet subluxation, gapping of the spinous process ligaments, indicating failure of the PLC, with or without some blunting of anterosuperior vertebral body (like CF stage I). (B) DF Stage II: Unilateral facet dislocation, usually PLC is intact, rotational deformity. (C) DF Stage III: Bilateral facet dislocations, 50% translation of upper vertebral body on lower one. (D) DF Stage IV: Close to 100% translation of upper vertebral body on lower one, appearance of a so-called floating vertebra.

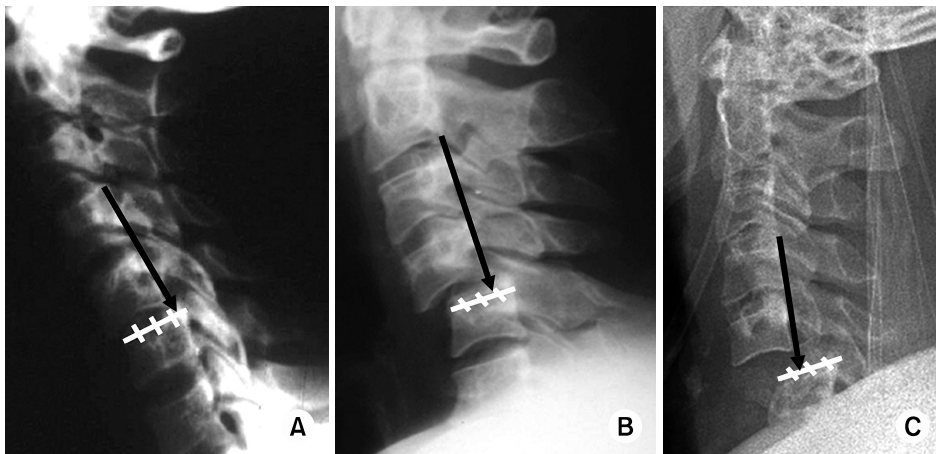


Fig. 6. Anterior vertebral translation in different flexion injuries. The amount of anterior translation with unilateral dislocation (B) is less than occurs with bilateral facet dislocation (C) but greater than that of anterior subluxation (A). (A) In anterior subluxation the involved vertebra may be displaced slightly anteriorly (1 to 3 mm), <25% of the AP diameter of the subjacent vertebral body. (B) Unilateral facet dislocation demonstrating anterior translation of the dislocated vertebra 25% to 50% of the AP diameter of the subjacent vertebral body. (C) Bilateral facet dislocation with anterior displacement of the involved vertebra >50% of the anteroposterior diameter of the subjacent vertebral body.

전위), 3단계 (양측성 후방 탈구, 추체의 전후경을 기준으로 50% 전방 전위), 4단계 (양측성 후방 탈구, 추체의 전후경을 기준으로 완전한 전방 전위)까지 구분된다 (Fig. 6). 1단계는 후방 복합 인대의 파열, 굴곡 시 후관절 아탈구 및 손상 부위의 극돌기 분산이 있으며, 이를 소위 굴곡 염좌라고 한다. 방사선학적 변화가 경미하기 때문에 발견이 어렵고 이러한 손상을 인지하지 못하여 전위와 신경 손상이 증가할 수 있다³⁹⁾. 많은 저자들이 경부의 ‘잠재손상’에

대해 토의하였고, 이는 보통 후관절 이개 또는 일시적 아탈구를 동반한 굴곡 손상으로 약간의 전방 추체 간격 감소와 압박 골절이 발생할 수 있다. 초기 방사선 검사로는 진단이 어렵고, 3주 후 불안정성에 대한 검사가 필요하고 굴곡-신전 방사선 사진으로 진단할 수 있다^{26,29)}. 단순한 인대 손상이므로 자연 유합이 이루어지지 않는다^{16,20)}. 2단계는 편측 후관절 탈구이고 3단계와 4단계는 양측 후관절 탈구로서 손상이 진행될 수록 전방 전위가 증가한다. 3단계에

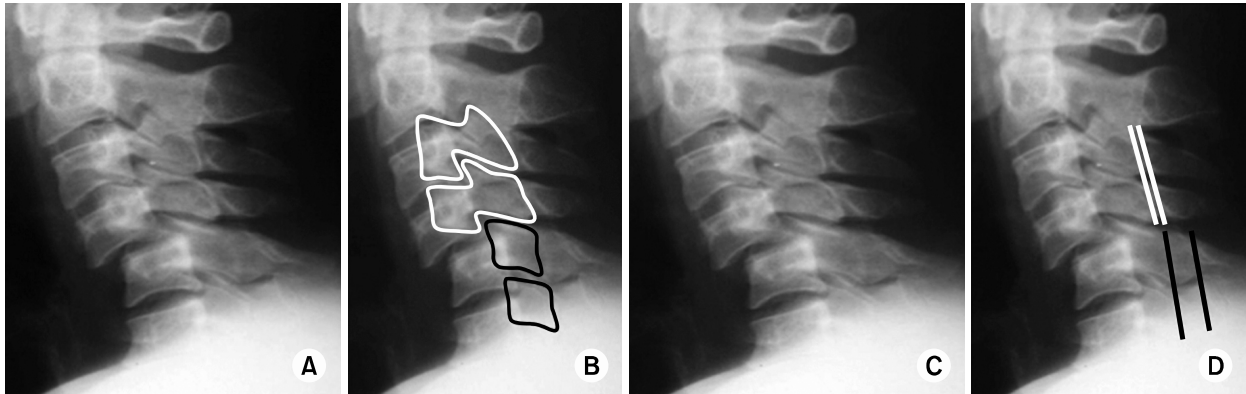


Fig. 7. “Bowtie” and “laminar space” (114) signs in unilateral facet dislocation of C4-5.

(A, B) Lateral cervical spine radiographs show anterolisthesis of C4-5 with about 25% displacement. The articular pillars are offset from C4 above (white lines in B) and are seen in oblique profile giving the “bowtie” appearance; the “bowtie” sign indicates rotation. The articular pillars are superimposed at C5 and below and are seen in lateral profile (black lines in B). (C, D) Lateral cervical spine radiographs. The laminar space is the distance between the spinolaminar line and the posterior surface of the articular pillars. The laminar space changes abruptly between C4 and C5, with the laminar space reduced above the C5 level (compare the black lines and white lines in D indicating sudden rotation).

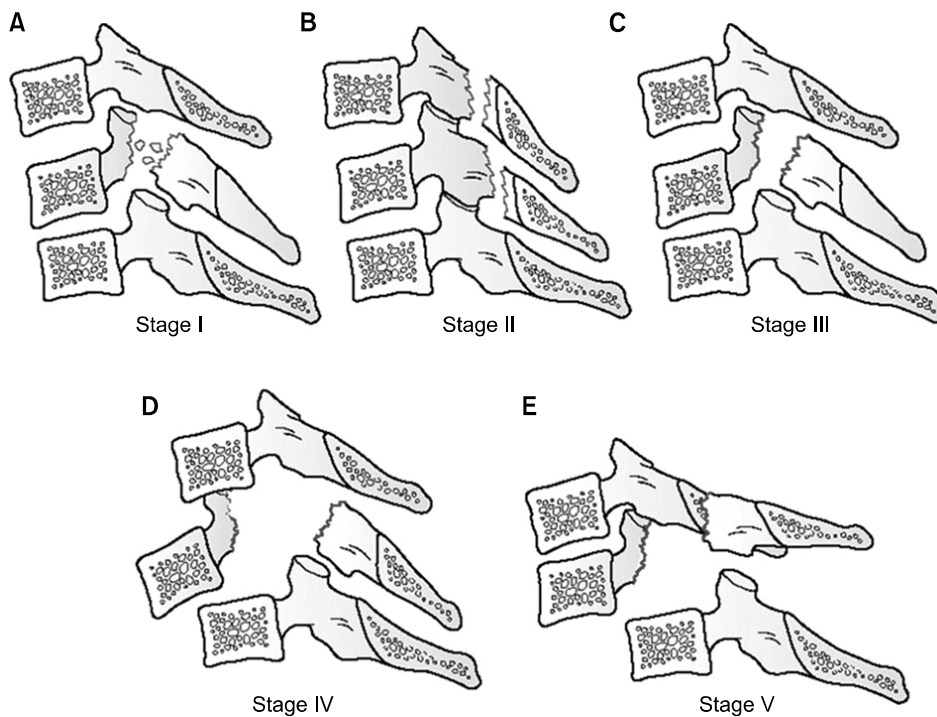


Fig. 8. Compressive extension (CE) injuries are divided into five stages. They are postulated to start with compression of the posterior elements without failure of the anterior ligaments. Further injury leads to failure of the anterior/posterior ligaments.

- (A) CE Stage I: Posterior arch fracture that may be facet, pedicle, or lamina fracture, with or without rotation that can result in mild anterior translation. (These are more commonly referred to as lateral mass fractures.)
- (B) CE Stage II: Bilateral lamina fractures, can be multiple levels.
- (C) CE Stage III: Bilateral lamina, facet, pedicle fractures without vertebral body displacement. Although admittedly “hypothetical... having not been encountered” in their review, the injury may be described as a floating lateral mass fracture.
- (D) CE Stage IV: As for CF stage III, with partial anterior vertebral body displacement.
- (E) CE Stage V: As for CF stage III, with 100% anterior vertebral body displacement.

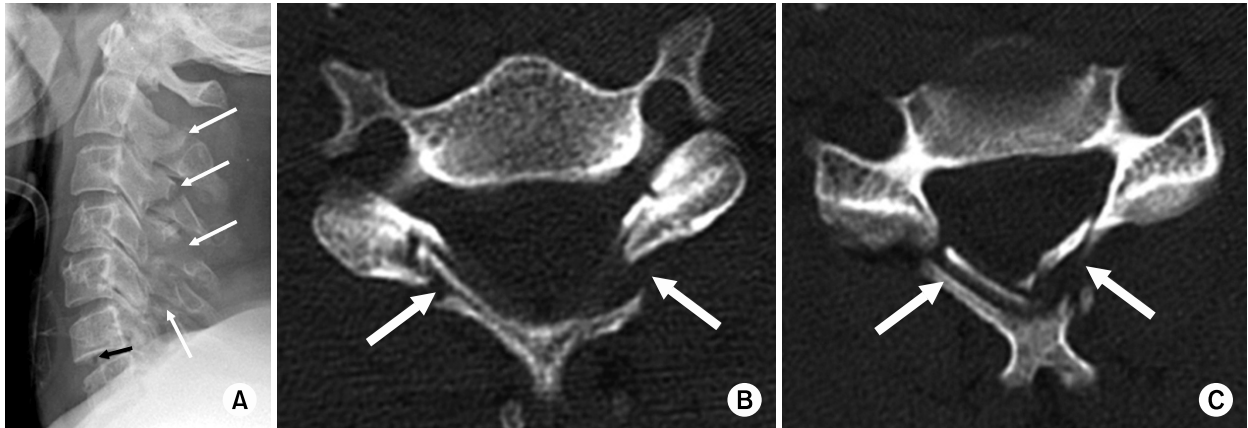


Fig. 9. Hyperextension comminuted laminar and spinous processes fractures. Cervical spine injuries caused by hyperextension are characterized by distraction of the anterior and middle columns and compression of the posterior column (A). Lateral radiograph demonstrates posterior impaction with multiple comminuted laminar and spinous processes fractures from C2 to C6 (white arrows). The acute vacuum disc (black arrow) with abnormal widening of the anterior C6-7 disc space is a sign of anterior and middle column distraction. (B, C) Axial CT images demonstrate displacement of the spinous processes and bilateral comminuted laminar fractures (white arrows).

서는 전방 전위가 50%에 이르고, 4단계에서는 추체 전장 길이만큼 완전 탈구되어 부유 (floating) 추체의 형태를 가진다. 신연 굴곡 손상이 발생하면 측면 방사선사진이 가장 도움이 된다. 편측 후관절 아탈구에서는 전위가 추체의 50% 이하이다^{10,32}. 후관절은 하분절의 대응 후관절 전방에 위치한 상위 분절의 후관절 접촉의 완전 소실을 보여주며 후관절 탈구와 추체 전위가 특징적이며 “bat wing”, “butterfly” 또는 “bowtie” 형태를 가진다^{10,32} (Fig. 7). 전후방 사진상 거의 정상으로 보이나 자세히 관찰해보면 병변에서 멀어지는 방향으로 추체가 기울며 극돌기가 탈구 방향으로 회전하고 있음을 볼 수 있다^{10,32,33}. CT 소견상 하부 추체의 상위 후관절 탈구를 볼 수 있고, 탈구와 함께 척추궁의 근위 이동으로 같은 단계의 후관절을 볼 수 없다^{7,19,32}. 심한 추간관 탈출증이 있는 경우 정복시도는 최악의 신경학적 후유증을 초래할 수 있다^{9,15,36}. 1~3단계에서는 신전위로 적절한 안정성을 유지할 수 있으나 4단계에서는 종종 불안정하다. 도수 정복은 논쟁의 여지가 있고, 최근에는 위험성 때문에 금지하고 있다³². 양측 후관절 탈구는 후방 인대 구조물, 양측 관절낭, 후종 인대, 후방 섬유륜, 그리고 추간관이 모두 파열된다. 완전 척수 손상이 편측보다 양측 후관절 탈구에서 더 빈번하다^{21,37}.

(4) 압박 신전 손상 (Compressive extension injury) (Fig. 8)
1단계는 전위에 관계없이 편측 척추궁 골절이 있다. 다른 조직의 손상없이 양측 추궁관의 골절은 2단계에서 볼 수 있다. 3단계와 4단계는 손상의 정도가 증가된 이론적 단계이다. 5단계에서는 양측 척추궁 골절과 척추체의 전방

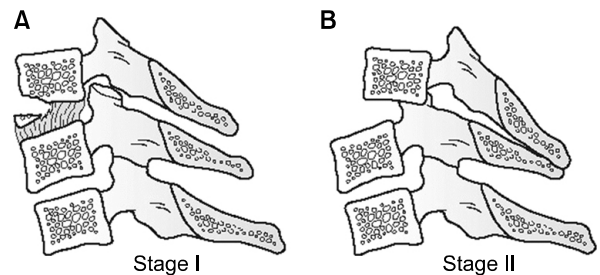


Fig. 10. Distractive extension (DE) injuries, like DF injuries, demonstrate substantial ligamentous injury in lower stages. Initial failure is through the anterior ligaments. (A) DE Stage I: Abnormal widening of the disc space, may or may not be avulsion fractures of the anterior vertebral body margin, no posterior translation. (B) DE Stage II: DF stage I plus posterior translation.

전위가 일어난다 (Fig. 9). 1단계는 가장 흔한 형태로 초기 사진에서 종종 나타나지 않는다. 사위상에서 침범 운동 분절의 회전 전위를 보지 못할 수도 있다. 20도 경사 촬영이나 후측주 촬영이 진단에 필요하다. 회전 전위와 함께 이 병변은 대개 2단계와 비슷하다. 압박 신전 계통의 다른 병변들은 상대적으로 적게 발생하고 편측의 척추궁 골절에서 다수의 양측 추궁관과 양측 관절 돌기 골절까지 동반될 수 있으나 다른 계통의 손상보다 덜 연속적이다.

(5) 신연 신전 손상 (Distraction extension injury) (Fig. 10)
전방 구조물에 긴장을 주는 체간에서 멀어지는 방향의 힘에서 생기며 1단계에서 전방 인대 구조물의 파열이나 추

체의 수평 골절이 생기며, 추간 간격이 넓어지는 방사선학적 특징을 갖는다. 2단계는 후방 인대 구조물의 파열에 이어 신경관 내로 상위 추체의 전위가 발생한다. 이러한 손상은 찾아내기 어려워 초기 방사선 검사에서 간과하기 쉽다. 신연 신전 손상은 주로 연부조직에 발생하므로 방사선학적으로 진단하기 어렵다^{3,17,37}. 그러나, 가끔 전방 섬유륜 부착 부위에서 견열 골절이 일어난다. 전위가 있다라도 두 부를 중립위를 취하면 정복되기도 한다. 가장 빈번한 신경학적 증후군은 중심성 척수 증후군이다. 수부는 약해지거나 마비가 되나 상대적으로 하지는 보존되며 상당한 자연적 회복을 보인다²². 다른 군과 다르게 고령의 환자에서 빈발한다. 안면을 밑으로 향하고 넘어질 때 흔한 손상으로 골성 병변은 안정적이나 드물게는 지연성 변형으로 진행되며, 후에 굴곡-신전 검사를 통해 잔여 불안정성을 배제할 수 있다.

(6) 측굴곡 손상 (Lateral flexion injury)

가장 드문 손상군으로 1단계는 척추궁의 전위가 없는 추체의 비대칭적, 편측성 압박 골절과 동측 척추궁 골절의 복합 손상이다. 2단계는 손상이 지속되어 반대측 인대군의 파열과 함께 후관절의 이개가 발생하며 척추체의 전위가 발생한다. 측굴곡 손상은 척추 굴곡 시 측방에서 가해지는 압박력에 의해 생기며 방사선상 측면상에서 단순한 압박 골절의 소견과 전후면상 추체의 좌우 비대칭적으로 압박된 소견을 보이고, 상완 신경총 손상이 자주 동반된다.

2. 진단

경부의 통증 유무와 이학적 검사, 신경학적 검사, 단순 방사선, 전산화 단층 촬영 및 자기 공명 영상 검사 등을 신속히 하여야 한다. 특히 경추부의 손상이 의심되는 환자에서 병원까지의 후송, 병원 내에서의 확실한 진단이 될 때까지는 환자의 이동 시에 더 이상의 신경 손상이 발생되지 않도록 각별한 주의를 요한다. 또한 Calenoff 등⁸)에 의하면 다발성 척추 손상이 주로 3가지 형태로 발생하며, 어느 부위에 척추의 손상이 있는 경우 3~5%의 환자에서 인접 또는 다른 부위의 척추 골절이 동반된다고 보고하여 다발성 척추 손상의 유무를 확인하여야 한다.

1) 신경학적 검사 (Neurologic examination)

의식의 장애가 있는 환자에서는 Glasgow coma scale에 따른 의식의 평가, 동공의 크기와 반사 등으로 대뇌 기능의 이상을 파악하여야 한다⁶.

최초의 신경 검사는 감각, 운동 및 반사 기능에 대한 평가를 정확히 하여 시간에 따른 증상의 변화를 파악하여야 한다. 이는 치료 방법의 선택과 예후 판정에 중요한 기준이 된다. 특히 경추부의 손상 시에는 호흡에 관련된 근육

이 마비가 되므로 주의를 요하는데, 제 4 경추보다 상부의 척수 손상은 횡격막신경 (phrenic nerve) 손상에 의한 호흡근 마비로 사망하기 쉽고 그 이하부의 손상은 늑간근과 복부근육의 마비로 횡격막만으로 호흡을 하기 때문에 인공 호흡기를 사용하여야 하는 경우도 있다.

신경 손상은 척수의 완전 마비, 부분 마비, 신경근 손상으로 크게 분류하며, 특히 상지에서의 상부 신경근 하나라도 더 보존할 수 있다면 환자의 재활에는 상당한 영향을 미치므로 세심한 평가를 하여야 한다.

2) 방사선 촬영 (Radiologic evaluation)

단순 방사선 검사는 골절의 손상 기전을 파악하는데 가장 중요하다. 기본적으로 경추부의 전장을 볼 수 있는 측방상이 가장 중요하고 전후방상, 좌우 경사방상 및 상위 경추부를 볼 수 있는 개구 전후방상 (open mouth view)을 촬영한다. 경추부에서 방사선 사진상 가장 간과하기 쉬운 부위가 치상돌기와 경흉추 이행부위이다. 필요에 따라서는 경흉추 이행부를 보기 위한 swimmer's view, 관절을 보기 위한 pillar view를 촬영한다. 특히 측방상은 어깨에 가려 보이지 않을 수 있으므로 경흉추의 이행 부위까지 보이도록 촬영해야 한다.

전후방상에서는 사경, 추체의 좌우 압박 소견, 극돌기들의 선열이 틀어졌는지의 유무를 관찰하여야 하며, 탈구 시에는 극돌기는 탈구된 쪽으로 전위가 일어난다.

측방상은 가장 중요한 사진으로 척추의 전면과 연부 조직 사이의 간격을 세심히 관찰하여, 제 3 경추체 하연에서 후인두 공간 (retropharyngeal space)이 5 mm 이상, 제 6 경추체 하연에서의 후기도 공간 (retrotracheal space)이 성인에서 22 mm, 소아에서 14 mm 이상인 경우에는 출혈이나 부종을 의심하여야 한다 (Fig. 11). 측방상에서 전만의 국소적 증가는 과신전 손상, 후만각을 이루는 경우는 굴곡 손상을 의미한다. 특히 경추체의 전벽, 후벽, 추궁관 접합부 및 극돌기 끝부분을 상하로 잇는 정렬선 (alignment line)이 고르지 못하거나, 끊기거나, 굴곡변형이 있으면 골절 탈구를 의심한다 (Fig. 12). 척추체의 전위가 25~50%인 경우에는 편측 후관절 탈구가 의심되고, 전위가 50% 이상 전위되면 양측 후관절 탈구를 의심한다.

경추의 불안정성을 확인하기 위하여서는 측방 신전 검사 (stretch test), 굴곡-신전 사진 (flexion-extension view)을 촬영할 수 있는데, 이때는 촬영 전후 신경학적 변화에 주의하여야 한다.

정밀 검사를 위하여서는 단층 촬영, 척추강 조영술, 전산화 단층 촬영 또는 자기 공명 영상을 시행할 수 있으며, 특히 전산화 단층 촬영은 척추의 골절 상태 및 골편의 위치 확인에 좋고, 자기 공명 영상은 방사선에 피폭될 우려

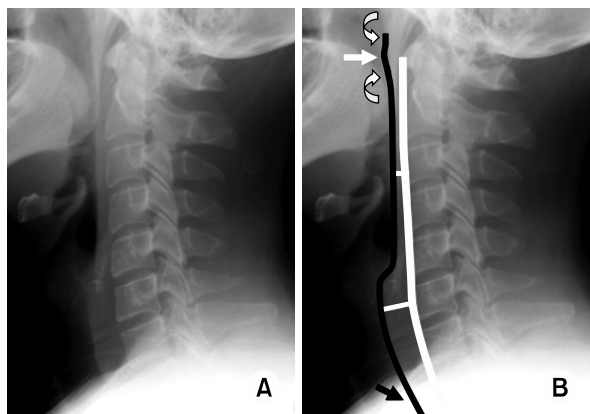


Fig. 11. Normal prevertebral soft tissues. Normal lateral radiographs (A, B). The prevertebral soft tissue is normal in thickness (white lines, C3 < 5 mm and C6 < 22 mm) and contour (black line). Note slight convex bulge anterior to C1 anterior tubercle (white arrow) and concavity caudal and rostral to the tubercle (curved arrows). At the cervicothoracic level the soft tissue shadow contour (black arrow) is normally near parallel to the arc formed by the anterior cortices of the lower cervical and upper thoracic vertebral bodies.

가 없고, 연부 조직의 손상뿐만 아니라 척수의 손상 상태를 파악할 수 있고, 추간관 탈출 유무, 혈종의 유무 등을 파악할 수 있어 가장 좋은 진단 장비로 이용되고 있으나 전신 상태가 불량한 상태나 소아 환자에서는 촬영이 어렵고 고가인 단점이 있다.

3. 치료

하부 경추 골절의 치료 목표는 척추의 재정렬, 추가적 신경 손상의 예방, 신경 회복의 도모, 척추의 안정성 유지 및 조속한 기능적 회복을 얻고자 하는 것이다³¹⁾.

1) 압박 골극 손상

추체의 경미한 골절은 압박 골극 손상의 1, 2단계로서 전주만 일부 손상되고 중간주 및 후주의 손상은 없다. 추체의 전상연이 경미하게 압박되거나 선상 골절이 있다. 추후 후만 변형의 가능성이 있으므로 견고한 경추 보조기나 윤 조끼 보조기를 6~8주간 착용시킨다. 실상 압박 골절은 추체 골절 중 전위가 없는 경우 (3단계)나 약 3 mm 이내 전위 (4단계)의 경우는 후방 인대의 파열 여부를 자기 공명 영상으로 확인할 필요가 있다. 후주가 견재할 경우는 윤 조끼 보조기만으로 충분하나, 손상이 있을 경우는 후만 변형의 동반 가능성이 높으므로 유합 수술 후 경추 보조기

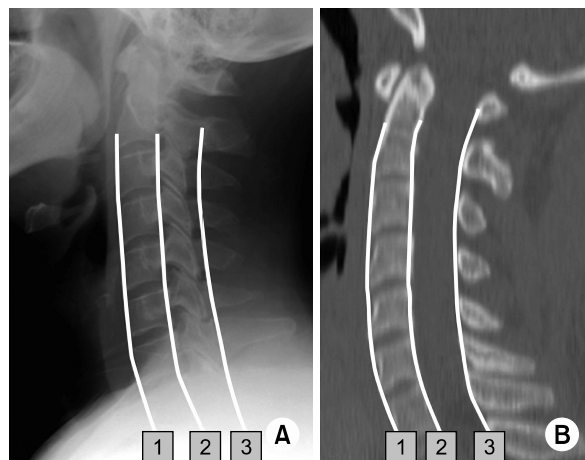


Fig. 12. Lateral radiograph (A) and sagittal CT multiplanar reformation (B) of a normal cervical spine. The vertebrae are aligned in a gentle lordotic configuration. The lines connecting the anterior margin of the vertebral bodies (1), the posterior cortical margins of the vertebral bodies (2), and the anterior margins of the junctions of the spinous processes and laminae (spinolaminar line) (3) should form three parallel gentle convex curves with no steps or discontinuities. The spacing between these lines is uniform.

를 착용시킨다. 추체가 후방으로 전위된 경우는 전주 중간주 및 후주가 모두 손상된 상태로서 추체의 전하방에 삼각형의 골편이 있기 때문에 소위 “눈물방울 (teardrop)” 골절이라 불린다 (Fig. 13). 척수마비의 동반이 많고 불안정하므로 적극적 치료가 필요하다. 적은 에너지 손상에 의한 경우는 후방 유합술과 경추 보조기 착용으로 치료할 수 있으나 높은 에너지 손상에 의해 추체의 분쇄, 압박이 심하거나, 척수전방 압박이 있는 경우는 축성 견인 후 추체 절제에 의한 전방 감압술과 지주골 이식술 및 전방 내고정술을 시행해야 하며 필요에 따라 후방 고정술을 병행한다.

2) 수직 압박 손상

추체 상하 종관이 한쪽 또는 상하 양쪽 모두 오목하게 들어간 소견을 보이는 1, 2단계는 전주만의 부분적 손상으로 후주는 손상이 없고 후만 변형도 일어나지 않는다. 신경 손상이 없는 경우는 보조기 또는 윤 조끼 보조기를 6~8주간 착용시킨다. 신경손상이 있을 경우는 자기 공명 영상 촬영의 결과에 따라 추간관 혹은 추체 전방 제거술 및 유합술을 시행한다. 방출성 골절은 추체가 분쇄되어 전위되는 형태로서 제 3단계이다. 분쇄된 골편이 척추관내로 후방 감입되어 척추관의 협착이 야기되고 척수가 압박된다. 압박 골극 손상의 제 5단계와는 추체 전체의 수평 전위에 의해 척수 손상이 일어나는 것으로 구별된다. 축성

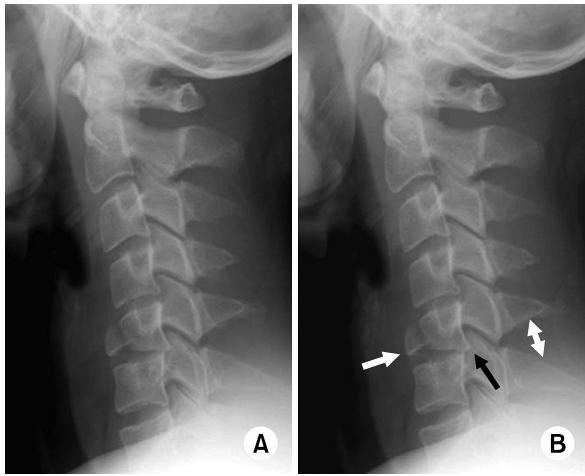


Fig. 13. Flexion teardrop fracture of C5. Lateral radiographs (A, B) of the cervical spine show typical flexion teardrop fracture with anteriorly displaced triangular fracture fragment (“teardrop”) of the anterior-inferior aspect of vertebral body of C5 (white arrow in B) and retropulsion of its posterior vertebral body fragment into spinal canal (black arrow in B). Note a subtle localized kyphotic angulation at C5-6 and widening of the interspinous distance at C5-6 (“fanning”) (white double arrow in B).

견인에 의해서 골절이 정복되기도 하나 결과가 일정치 않다. 신경 증상이 없을 경우는 후방 유합술만을 실시하고 추체의 분쇄가 심하거나, 신경 증상이 있는 경우는 전방 압박 및 지주골을 이용하여 유합술을 시행하며 필요에 따라 후방 유합술을 함께 시행한다^{1,9,36}.

3) 신연 굴곡 손상

(1) 손상 단계에 따른 치료 방법

① 후방 인대 손상: 경추 후방 인대의 단독 손상은 신연 굴곡 손상의 가장 단순한 1단계 손상으로서 극상인대, 극간 인대 및 후관절낭이 파열된다. 완전히 단열되지 않은 경우는 심한 불안정성을 보이지 않으며 굴곡-신전에 의한 소위 편타성 손상의 결과로 발생할 수 있다. 단순히 인대만의 손상일 경우 진단이 어려우나 굴곡 촬영으로 극돌기 간격이 인접 분절에 비해 증가된 소견으로 진단할 수 있다. 자기 공명 영상의 T2 강조 영상에서는 고강도 신호 소견으로 나타나며 특히 시상면상이 유용하다. 경한 경우는 경추 보조기 착용, 약물 요법, 물리치료 등을 시행한다. 10~12주간의 보조기 착용 후에도 통증이 지속되거나 굴곡-신전 측방 촬영상 불안정성 소견이 보일 때에는 후방 유합술이 필요하다. 완전 단열된 순수한 인대 손상은 외고정만으로 치료가 어려우며, 만성 통증, 변형의 진행, 신경 손상의 악화가 일어날수 있으므로 극돌기 강선 결박술 또는 경사

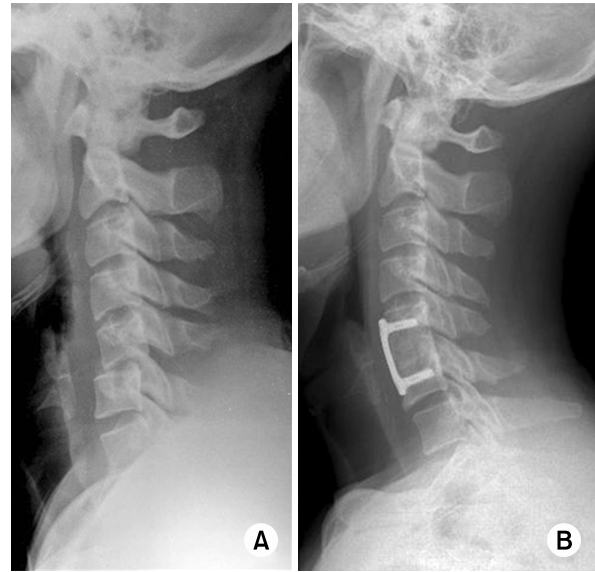


Fig. 14. C5-6 unilateral facet joint dislocation. Lateral radiographs (A) of the cervical spine show unilateral facet joint dislocation. Lateral radiographs (B) of the 2 years after operation (ACDF) show well reduction and fixation state.

강선 결박술 등 후방 유합술로서 치료한다.

② 편측 후관절 탈구: 신연-굴곡손상의 2단계로서 회전력이 동반되어 발생한다. 제 5~6 경추간에 호발한다. 신경손상은 대부분의 경우에 신경근 손상이 동반되고 드물게 Brown-Sequard형 등의 척수 손상이 동반될 수 있다. 순수한 인대 손상이나 관절 돌기의 골절이 동반되기도 한다. 전후방상에서 극돌기가 일측으로 전위되어 있으며 측방상에서 상위 추체가 약 25% 전방으로 전위된다. 경사상으로 후관절 상태의 정확한 진단이 가능하다. 도수 정복으로서 교착된 후관절을 풀어주는 것은 50% 이하에서만 가능하다. 두개골 견인을 시도하여 정복되면 3개월간 윤 조끼 보조기를 착용시켜 자연유합에 의한 안정을 기대한다. 견인으로 정복이 안된 경우는 수술적으로 정복하고 극돌기 강선 결박술 또는 경사 강선 결박술로서 치료한다. 수술 후는 견고한 경추 보조기를 6~8주간 착용시킨다. 진단이 지연되거나, 정복되지 않고 방치된 경우는 만성 통증, 회전 운동 제한, 신경근 증상이 있으며 이 경우는 신경공 절개술로서 해당 신경근을 압박시키고 후방 유합술을 시행한다. 추간관이 탈출된 경우는 정복 후 탈출된 추간관이 후방 전위되어 척수 손상을 일으킬 수 있으므로^{15,18,30} 전방 도달법으로 추간관을 제거하고 탈구를 정복한 뒤 금관속과 나사못으로 전방 내고정을 시행한다^{12,31} (Fig. 14). 전방 압박 후에도 정복이 되지 않는 경우에는 후방 정복과 후방 유합술 후 전방 유합술이 필요하다^{31,36}.

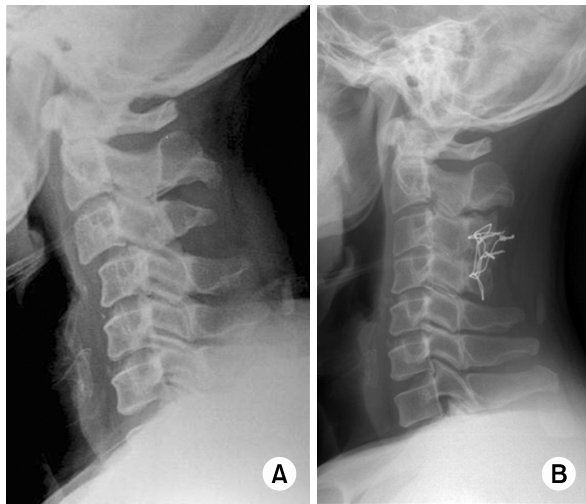


Fig. 15. C3-4 unilateral facet joint dislocation. Lateral radiographs (A) of the cervical spine show unilateral facet joint dislocation. Lateral radiographs (B) of the 3 years after operation (posterior wiring) show well reduction and fixation state.

③ 양측 후관절 탈구: 신연-굴곡손상의 3단계로서 전중 인대를 제외한 양측 후관절낭 후종 인대, 후방 섬유륜, 추간판까지 파열된다. 측방상에서 상위 추체가 50% 이상 전방으로 전위되며 편측 탈구에 비하여 견인술에 의하여 쉽게 정복되지만 매우 불안정하여 지속적인 견인술 또는 윤조끼 보조기로 치료하는 경우 재탈구되기 쉽다. 또한 자연적 전방굴 융합을 기대하기 어려우므로 수술적으로 정복하고 극돌기간 강선 결박술이나 상위 경추의 하관절 돌기와 하위 경추의 극돌기간에 경사 강선 결박술을 이용한 후방 융합술을 시행한다. 흔히 외상성 추간판 탈출증이 동반되며 이 경우 견인으로 정복을 시도하면 척수 손상이 악화될 우려가 있다^{15,30)}. 따라서 견인에 의한 정복을 시도하기 전에 전산화 단층 촬영 또는 자기 공명 영상으로서 추간판 탈출 여부를 확인하여 발견되면 먼저 탈출된 추간판의 전방 제거술을 시행한다³⁰⁾. 특히 후관절 탈구의 비수술적 정복에 실패한 예의 40%에서 추간판 탈출이 동반되었음이 보고된 바 있고, 추간판 간격이 협소화된 경우는 추간판 탈출의 동반이 의심되므로 특히 주의를 요한다^{4,27)}.

④ 경추 완전 탈구: 신연 굴곡 손상의 가장 심한 단계로서 전중 인대를 포함한 모든 인대가 파열되어 가장 불안정한 손상이다. 척수 손상을 최소화하기 위해서 수술적으로 고정해야 하며 이때 전방 또는 후방 한쪽만의 고정은 불충분하므로 전후방 동시 고정술이 바람직하다.

(2) 수술 방법

① 후방 도달법 (Fig. 15): 신연굴곡 손상은 후방 인대

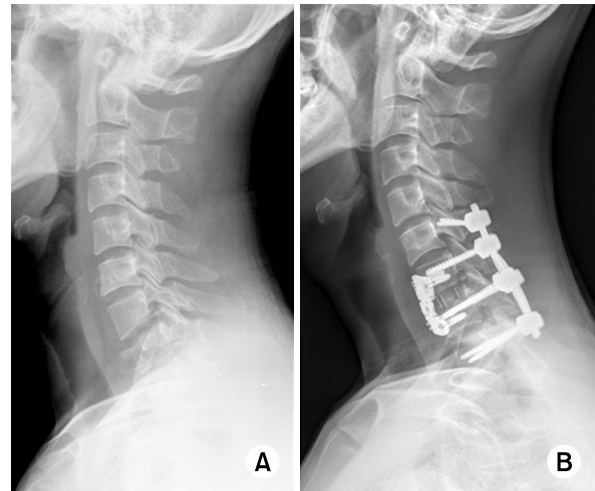


Fig. 16. Bursting fracture of T1 and C7-T1 unilateral facet joint dislocation. Lateral radiographs (A) of the cervical spine show anterior wedging fracture of T1 and C7-T1 unilateral facet joint dislocation. Lateral radiographs (B) of the 6 months after operation (ACDF and posterior fusion with lateral mass screw) show well reduction and fixation state.

복합체의 파열이나 일측 또는 양측성 후관절 탈구 또는 척추체의 전위로 긴장 강선 구조 (tension band mechanism)의 소실로 발생하여 아탈구 뿐만 아니라 일측성 또는 양측성 후관절 골절, 추궁관 골절, 종관 골절 등이 동반될 수 있다. 이런 골절이 동반될 경우 골절 치료의 원칙에 따라 후방 도달법으로 후방 금속 강선, 후방 금속판, 최근에는 나사못과 강봉을 이용한 고정술 (rod and screw segmental fixation) 등이 사용되고 있다.

② 전방 도달법: 전방 도달법 (anterior cervical decompression, fusion, and plate stabilization, ACFP)은 후방 도달법에서 복외위를 취하는 것 자체가 외상을 가중시키는 것인데, 이것을 방지하여 양외위의 안정된 자세에서의 수술이 가능하고, 전방에서 척수강 내로 탈출된 수핵의 직접 제거 및 감압과 골이식이 가능하여 조기 골유합을 얻을 수 있으며, 후방 도달법보다 적은 분절의 유합 (손상된 한 분절의 유합) 및 근육층을 통한 접근으로 광범위한 근육의 손상이 적어 술 후 통증과 감염이 적은 장점이 있다. 그러나 단점으로는 수술 중 식도 및 기도 등의 경부 연부조직 손상을 줄 수 있고 수술 후 이식 골편의 전위, 경추의 후만 변형의 지속적 진행 및 고정된 부위 상하 관절의 퇴행성 변화^{2,25)} 등을 들 수 있으며 이러한 단점 및 합병증은 최근에 많이 개선되고 있다.

③ 전후방 융합술의 병행 (Fig. 16): 3, 4단계의 손상에서는 후방 근육군, 극돌기간 인대 (interspinous ligament),

상돌기간 인대 (supraspinous ligament), 후관절낭 (facet capsule), 황인대, 전종인대, 후종인대 등의 손상 뿐 아니라 골성 구조물의 손상이 동반될 경우 안정성이 떨어지며 완전마비 등의 신경학적 증상이 동반된 경우에는 심한 후방 연부조직의 손상을 의미하므로 3, 4단계의 완전마비 환자에서는 전방 유합술만을 시행하였을 때 재탈구가 일어날 위험성이 높아지므로 전방 유합술에 더불어 후방 유합술을 병행해야 한다는 데 대부분의 저자들이 동의하고 있다^{11,28)}. 하지만 이러한 환자들의 경우 다발성 손상 및 두부손상이 병합된 경우가 많아 전후방 유합술을 시행하였을 때 동반 손상을 악화시킬 위험성이 커지고 수술시간이 길어져서 폐합병증 등의 내과적 합병증의 위험성이 증가하며 환자를 앙와위에서 복와위로 변동시키는 과정과 복와위 자세 자체의 외상 위험성 등의 문제점으로 인해 항상 전후방 유합술이 권장되지는 않는다.

4) 압박 신전 손상

후방 구조의 골절로서 추체의 전위가 없는 1, 2단계의 경우 경추 보조기를 착용시킨다. 더욱 진행되어 추체가 전방 전위된 단계에서는 전방 유합술 또는 후방 유합술을 시행한다. 이때 강선 고정술이 후방 구조의 골절 때문에 어려울 경우는 금속판과 나사못을 이용하여 후방에서 측괴를 금속판으로 내고정한다. 편측 관절 돌기가 골절되어 회전성 전위를 일으킨 경우는 불안정하므로 보존적으로 치료되기 어려운 전방 또는 후방에서의 내고정이 필요하다.

5) 신연 신전 손상

추체 전위가 없는 1단계 손상의 경우는 안정성으로서 경추 보조기로 치료될 수 있다. 추체의 전위가 있는 2단계 손상은 드물고 전방 유합술이 효과적이며 후방 구조물 손상이 동반된 매우 불안정한 경우는 전후방 유합술이 필요하다. 경추 전상하연의 건열 골절에 동반된 추간관 파열과 후방 황색 인대의 경첩에 의한 척수내 중앙부 출혈에 의해 척수 손상이 자주 동반된다. 전방 종인대 파열과 추간관 파열에 의해 척수가 압박된 경우에는 전방 추간관 제거술과 전방 고정술에 동반된 추체간 유합술이 필요하다.

6) 측굴곡 손상

추체 전위가 없는 1단계 손상은 수술이 필요하지 않으며, 추체가 전위되는 2단계 손상은 불안정하므로 수술적으로 유합 및 내고정이 필요하다.

요 약

경추 내부의 척수는 중추 신경계로서 일단 손상이 되면

회복이 되지 않고, 많은 합병증이 초래되고, 재활이 매우 어려우므로 환자 자신 뿐만 아니라 가족, 사회 경제적으로 많은 문제를 유발한다. 또한 의식소실이 있는 환자나 다발성 외상이 있는 경우에는 진단 자체가 늦게 되어 적절한 치료가 되지 못하며, 환자들이 시간과 경제적 소비를 하는 경우도 많다. 따라서 경추부 외상 후에 경부통이나 방사통 또는 척수 손상이 의심되는 환자들에서 초진 시 정확한 이학적 검사, 방사선학적 평가에 따른 정확한 치료 방법의 선택이 환자의 예후에 매우 중요하다. 최근에는 많은 내고 정물이 개발됨에 따라 수술의 적응증이 많이 넓어졌지만 이를 적절히 사용하기 위하여 손상의 병리학에 대한 철저한 이해가 매우 중요하다. 수상 직후부터 정확한 진단을 하여, 손상기전에 따른 적극적인 치료를 시행하여 합병증을 최소화하고 만족할 만한 기능적 결과를 얻도록 최선을 다해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) **Aebi M, Zuber K, Marchesi D:** Treatment of cervical spine injuries with anterior plating. Indications, techniques, and results. *Spine (Phila Pa 1976)*, **16(3 Suppl):** S38-S45, 1991.
- 2) **Ahn JS, Lee JK, Yang JY, Lee HH:** Change of the lordosis on cervical spine after anterior interbody fusion with autogenous iliac strut bone graft. *J Korean Soc Spine Surg*, **8:** 468-474, 2001.
- 3) **Allen BL Jr, Ferguson RL, Lehmann TR, O'Brien RP:** A mechanistic classification of closed, indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)*, **7:** 1-27, 1982.
- 4) **Argenson C, Lovet J, Sanouiller JL, de Peretti F:** Traumatic rotatory displacement of the lower cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)*, **13:** 767-773, 1988.
- 5) **Bohlman HH:** Acute fractures and dislocations of the cervical spine. An analysis of three hundred hospitalized patients and review of the literature. *J Bone Joint Surg Am*, **61:** 1119-1142, 1979.
- 6) **Born JD, Albert A, Hans P, Bonnal J:** Relative prognostic value of best motor response and brain stem reflexes in patients with severe head injury. *Neurosurgery*, **16:** 595-601, 1985.
- 7) **Braakman R, Vincken PJ:** Unilateral facet interlocking in the lower cervical spine. *J Bone Joint Surg Br*, **49:** 249-257, 1967.
- 8) **Calenoff L, Chessare JW, Rogers LF, Toerge J, Rosen**

- JS:** Multiple level spinal injuries: importance of early recognition. *AJR Am J Roentgenol*, **130**: 665-669, 1978.
- 9) **Chung JY, Heo JP, Yi KT:** Anterior plate fixation of the cervical spine fractures in ankylosing spondylitis. *J Korean Soc Spine Surg*, **4**: 106-113, 1997.
 - 10) **Clark CR, Wessels WE:** Unilateral cervical facet fracture-dislocation. *Surg Rounds Orthop*, **45**: 15-19, 1987.
 - 11) **Cybulski GR, Douglas RA, Meyer PR Jr, Rovin RA:** Complications in three-column cervical spine injuries requiring anterior-posterior stabilization. *Spine (Phila Pa 1976)*, **17**: 253-256, 1992.
 - 12) **de Oliveira JC:** Anterior reduction of interlocking facets in the lower cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)*, **4**: 195-202, 1979.
 - 13) **Denis F:** The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*, **8**: 817-831, 1983.
 - 14) **Ducker TB, Bellegarrigue R, Salzman M, Walleck C:** Timing of operative care in cervical spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)*, **9**: 525-531, 1984.
 - 15) **Eismont FJ, Arena MJ, Green BA:** Extrusion of an intervertebral disc associated with traumatic subluxation or dislocation of cervical facets. Case report. *J Bone Joint Surg Am*, **73**: 1555-1560, 1991.
 - 16) **Garfin SR, Botte MJ, Waters RL, Nickel VL:** Complications in the use of the halo fixation device. *J Bone Joint Surg Am*, **68**: 320-325, 1986.
 - 17) **Harris WH, Hamblen DL, Ojemann RG:** Traumatic disruption of cervical intervertebral disk from hyperextension injury. *Clin Orthop Relat Res*, **60**: 163-167, 1968.
 - 18) **Hwang BY, Song KJ, Ji JH:** Disc extrusion on lower cervical facet joint fracture - dislocation. *J Korean Orthop Assoc*, **32**: 1078-1084, 1997.
 - 19) **Kornberg M:** The computed tomographic appearance of a unilateral jumped cervical facet (the "false" facet joint sign). *Spine (Phila Pa 1976)*, **11**: 1038-1040, 1986.
 - 20) **Kostuik JP:** Indications for the use of the halo immobilization. *Clin Orthop Relat Res*, **154**: 46-50, 1981.
 - 21) **Maiman DJ, Barolat G, Larson SJ:** Management of bilateral locked facets of the cervical spine. *Neurosurgery*, **18**: 542-547, 1986.
 - 22) **Marar BC:** Hyperextension injuries of the cervical spine. The pathogenesis of damage to the spinal cord. *J Bone Joint Surg Am*, **56**: 1655-1662, 1974.
 - 23) **Moon MS, Kim I, Kim OB:** Anterior interbody fusion in unstable fracture and fracture-dislocation of the cervical spine. *J Korean Orthop Assoc*, **16**: 265-276, 1981.
 - 24) **Park HJ, Jeon JS, Lee PE:** Range of motion of cervical spine in normal Korean people. *J Korean Soc Spine Surg*, **11**: 83-89, 2004.
 - 25) **Park HJ, Kim IG, Kim WK:** Changes of adjacent segment in anterior cervical fusion. *J Korean Soc Spine Surg*, **10**: 269-276, 2003.
 - 26) **Plunkett PK, Redmond AD, Billsborough SH:** Cervical subluxation: a deceptive soft tissue injury. *J R Soc Med*, **80**: 46-47, 1987.
 - 27) **Pratt ES, Green DA, Spengler DM:** Herniated intervertebral discs associated with unstable spinal injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*, **15**: 662-666, 1990.
 - 28) **Richman JD, Daniel TE, Anderson DD, Miller PL, Douglas RA:** Biomechanical evaluation of cervical spine stabilization methods using a porcine model. *Spine (Phila Pa 1976)*, **20**: 2192-2197, 1995.
 - 29) **Rifkinson-Mann S, Mormino J, Sachdev VP:** Subacute cervical spine instability. *Surg Neurol*, **26**: 413-416, 1986.
 - 30) **Rizzolo SJ, Piazza MR, Cotler JM, Balderston RA, Schaefer D, Flanders A:** Intervertebral disc injury complicating cervical spine trauma. *Spine (Phila Pa 1976)*, **16(6 Suppl)**: S187- S189, 1991.
 - 31) **Robertson PA, Ryan MD:** Neurological deterioration after reduction of cervical subluxation. Mechanical compression by disc tissue. *J Bone Joint Surg Br*, **74**: 224-227, 1992.
 - 32) **Rorabeck CH, Rock MG, Hawkins RJ, Bourne RB:** Unilateral facet dislocation of the cervical spine. An analysis of the results of treatment in 26 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*, **12**: 23-27, 1987.
 - 33) **Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C:** Internal fixation of the unstable cervical spine by a posterior osteosynthesis with plates and screws. In: *The cervical spine*. 2nd ed. Philadelphia, JB Lippincott: 390-403, 1989.
 - 34) **Song KJ, Lee KB:** The prognosis of the acute cervical spinal cord injury. *J Korean Orthop Assoc*, **33**: 794-801, 1998.
 - 35) **Song KJ, Lee KR:** The significance of space available for the spinal cord at the injured level in the lower cervical spine fractures and dislocations. *J Korean Orthop Assoc*, **32**: 1070-1077.
 - 36) **Song KJ, Shin PS:** Surgical treatment of lower cervical spine injury. *J Korean Orthop Assoc*, **34**: 117-126, 1999.

- 37) **Stauffer ES, Kelly EG:** Fracture-dislocations of the cervical spine. Instability and recurrent deformity following treatment by anterior interbody fusion. *J Bone Joint Surg Am*, **59:** 45-48, 1977.
- 38) **Vaccaro AR, Cook CM, McCullen G, Garfin SR:** Cervical trauma: rationale for selecting the appropriate fusion technique. *Orthop Clin North Am*, **29:** 745-754, 1998.
- 39) **Webb JK, Broughton RB, McSweeney T, Park WM:** Hidden flexion injury of the cervical spine. *J Bone Joint Surg Br*, **58:** 322-327, 1976.