

제 2 경추 골절의 분류에 따른 임상 소견과 치료 결과의 비교*

계명대학교 의과대학 신경외과학교실

이장철 · 손은익 · 김동원 · 임만빈 · 김인홍

= Abstract =

Comparison of Clinical Findings and Results of Treatment According to Classification of C-2 Fractures

Jang Chull Lee, M.D., Eun Ik Son, M.D., Dong Won Kim, M.D.,
Man Bin Yim, M.D., In Hong Kim, M.D.

Department of Neurosurgery, School of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea

There are some debates on the best method of treatment of C-2 fractures. Clinical findings and results of treatment were evaluated in forty-three patients with C-2 fractures. These fractures were classified into five types according to the classification by Benzel⁴⁾; 1) odontoid fractures (14), 2) horizontal C-2 body fractures (13), 3) sagittally oriented vertical C-2 body fractures (2), 4) coronally oriented vertical C-2 body fractures (8), 5) traumatic spondylolisthesis of the axis (6). Primary fusion appears to be justified in odontoid process fractures due to a high rate of non-union. In horizontal C-2 body fractures, unilateral facet dislocation was visible in six patients which was the cause of malalignment in closed reduction. In sagittally oriented vertical C-2 body fractures, combined facet fractures were always visible because the mechanism of injury was axial compression. The choice of management schemes may depend on the mechanism of injury and fracture type defined by Benzel.

KEY WORDS : Axis fracture · Odontoid fracture · Hangman's fracture · Mechanism of injury.

서 론

지금까지 널리 통용된 제 2경추 골절의 분류는 치상 돌기 골절과 교수형 골절로 대별된다. 치상 돌기 골절은

*본 논문의 요지는 1994년 추계 신경외과 학술대회에서 발표되었음.

*본 논문은 동산의료원 조사연구비 및 올종 연구비의 보조로 이루어졌음.

논문접수일: 1995년 4월 23일

심사완료일: 1995년 6월 16일

Anderson과 D'Alonzo¹⁾에 의해 분류된 3가지 유형으로 나누어지며 이 중 제 2형 골절이 불유합이 많아 치료 방법에 대해선 아직도 논란이 많다. 교수형 골절은 Wood-Jones에 의해 처음으로 발표되었으며 Effendi²⁾에 의해 3가지로 분류된 방법이 널리 통용된다. 교수형 골절의 대부분은 수술이 필요 없으나 제 3형은 수술이 필요한 것으로 알려져 있다. 그러나 임상적으로 제 2경추 골절 중 이 두 가지에 해당되지 않는 골절도 가끔 경험하게 되나 이에 대한 보고가 적으며 치료 기준도 명확하지 않다. Hadley등은 위의 분류에 해당되지 않는 골절을 총

칭하여 miscellaneous 골절로 분류하나¹⁴⁾ 이들의 골절 양상이 너무 다양하여 이들을 포괄하는 새로운 분류가 필요하다. 이에 본 교실에서는 최근 손상 기전에 따른 새로운 분류를 제시한 Benzel등⁴⁾의 분류에 따라 제 2경추 골절을 전산화 단층촬영의 소견에 따라 분류하고 이들의 특징 및 치료 방법에 따른 예후를 비교 분석하였다.

재료 및 방법

1987년 6월부터 1994년 6월까지 만 7년 동안 계명대

학교 동산의료원 신경외과에 제 2경추 골절로 입원하여 치료를 실시한 63명중 43명을 대상으로 조사를 실시하였다. 조사에서 제외된 20명중 제 2경추체 tear drop 골절이 12예, 척추 극돌기(spinous process) 골절이 1예, 양측 후궁 골절이 1예였으며 분류 범주에 들기는 하지만 전산화 단층촬영 검사가 되어 있지 않는 6예도 조사 대상에서 제외하였다. 조사 대상인 43명은 경추 전산화 단층촬영을 재검토하여 골절 모양에 따라 5가지로 분류하였다(Fig. 1). 또한 이들의 임상적 특징과 치료 방법 및 예후를 비교 분석하였다.

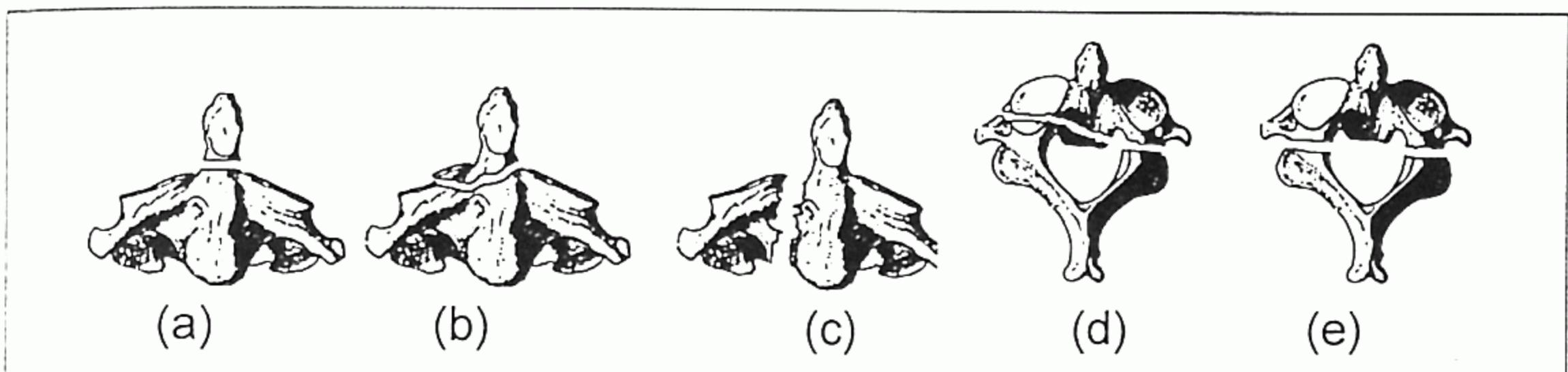


Fig. 1. Classification of C-2 fracture. a) Odontoid process fracture ; b) Horizontal C-2 body fracture ; c) Sagittally oriented vertical C-2 body fracture ; d) Coronally oriented vertical C-2 body fracture ; e) Traumatic spondylolisthesis of the axis.



Fig. 2. Failure of fusion in odontoid fractures. a) In a 54-year-old woman, absorption of grafted bone and redislocation occurred in spite of fixation with wire. b) In a 19-year-old man, after 3 months of fixation with wire, non-union was suspected at lateral film that revealed fibrous union in operative field.

결 과

조사대상 환자 43명중 치상 돌기 골절은 14명, 제 2경 추체 수평 골절은 13명, 제 2경추체 시상 골절은 2명, 제 2경추체 관상 골절은 8명, 제 2경추체 전방 전위 골절은 6명이었다(Table 1). 이들 각 골절형의 특징은 다음과 같았다.

1. 치상 돌기 골절(odontoid process fracture)

치상 돌기 골절 환자는 43명중 14명이었으며 입원 당시의 전산화 단층촬영 소견을 재검토한 결과 한 쪽 관절면 이상의 탈구 소견이 있는 경우는 2예 밖에 없었다. 이 중 1예는 수개월 간의 경부 통증으로 내원하여 촬영한 사진상에서 심한 제 1, 2경추간 탈구 소견을 보인 경우이며 한 예는 경한 아탈구의 범주에 속하는 것으로 비교적 전이 정도는 경미하였다. 치료 방법은 halo 흉곽 고정술만 실시한 경우는 2예 밖에 되지 않았으며 수술로서 wire 고정술 후 halo 흉곽 고정술을 실시한 경우가 10예 였으며 Halifax clamp로 고정한 경우는 5예였다. Halifax clamp로 고정한 경우엔 halo 흉곽 고정술을 실시하지 않

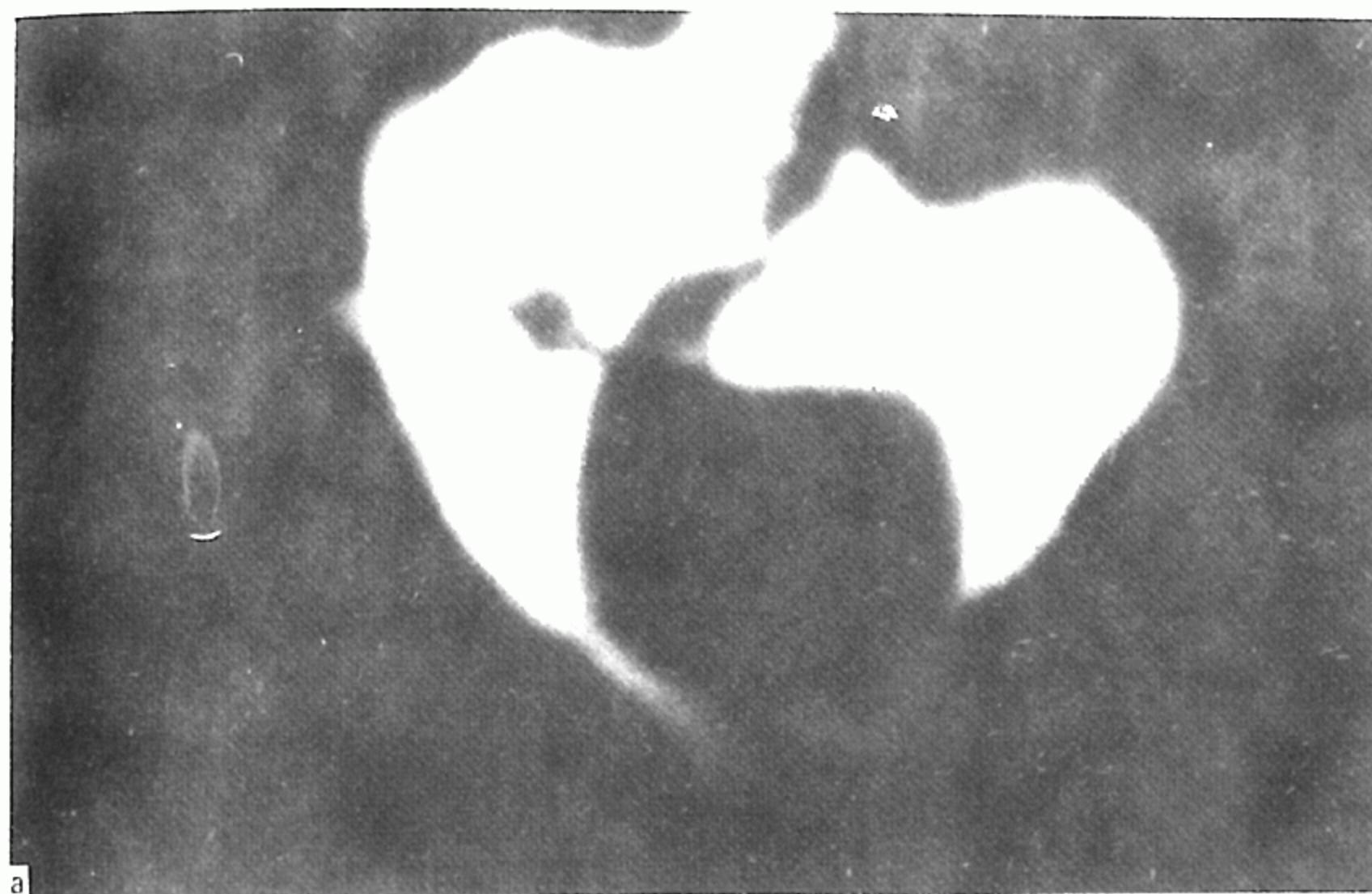
고 단지 philadelphia 보조기만 3개월 착용시켰다. halo 흉곽 고정술만 실시한 2예 중 1예에선 불유합으로 wire 고정술을 실시하였으며 wire 고정술을 실시한 10예 중 2예에선 재수술로서 Halifax clamp로 고정하였다. 치료 결과는 wire 고정술을 실시한 10예 중 1예에선 불유합, 1예에선 섬유성 유합(fibrous union)을 보였다(Fig. 2). 섬유성 유합을 보인 예에선 술 후 3개월에 실시한 단순 방사선 검사상 불유합으로 판정하고 재수술을 실시하였다. 수술 소견상 유합은 되어 있는 상태였으나 Halifax clamp 고정을 위해 후궁에 유합된 부분을 제거하니 제 1, 2경추간에 불안정을 보여 조기 수술과 외고정으로 적극적인 수술을 시행한 경우에도 치상 돌기는 불유합으로 남아 있을 수 있다는 것을 확인하였다.

2. 제 2경추체 수평 골절(horizontal C-2 body fracture)

제 2경추체 수평 골절은 전체 환자 43명중 13명이었다. 이들의 전산화 단층촬영상 특징은 6명에서 편측 관절 탈구 현상을 보였다(Fig. 3-a). 이로 인해 치상 돌기가 전방 전위 된 경우가 4예, 후방 전위 된 경우가 2예



Fig. 3. A 43-year-old woman with horizontal C-2 body fracture. a) Axial CT revealed left facet dislocation between C1 and C2. b) Lateral film revealed good fusion in minimally displaced position.



a



b



Fig. 4. a) Axial CT scan of 47-year-old man revealed the sagittal orientation of the vertical C-2 body fracture and the retropulsion of the bone into the spinal canal. b) Preoperative lateral film revealed widening of C1-2 interspinous space and malalignment between C2/3. c) Postoperative lateral film revealed Halifax clamp and screws for internal fixation.

였다. 또한 10명에선 골절이 한쪽 관절면까지 연장되어 침범한 소견을 보였다. 1명에선 제 3경추체 골절을 동반하였다. 치료는 심한 전위가 있어 술 전 정복이 되지 않은 경우와 내원 당시 Anderson과 D'Alonzo에 의한 분

류상 2형의 치상 돌기 골절로 분류하였던 8예에서 수술을 실시하였다. 수술 예 중 4예에선 wire 고정술 후 halo 흡착고정을 착용하였고 4예에선 Halifax clamp를 사용하여 고정하였다. 수술 여부에 관계없이 전 예에

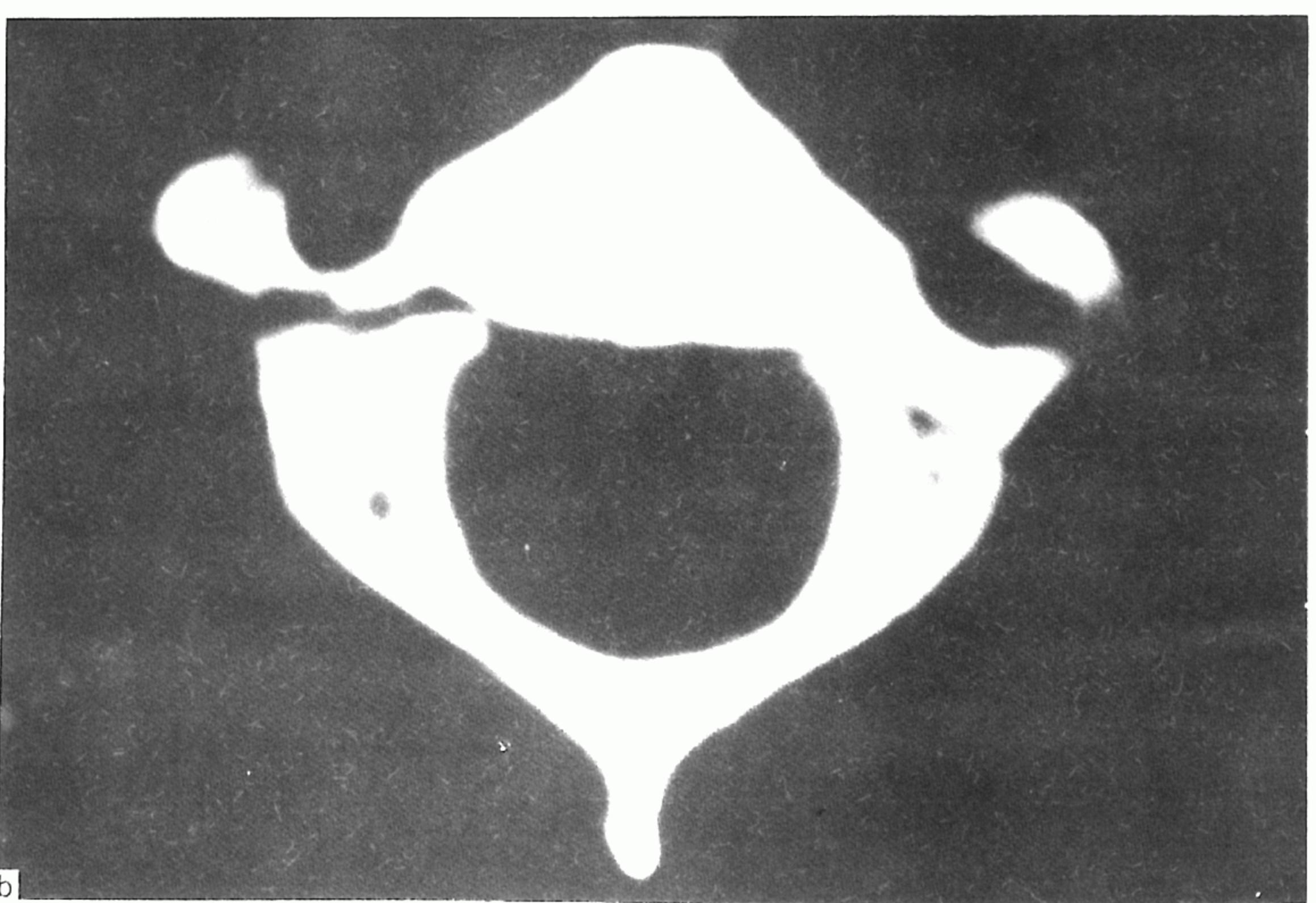


Fig. 5. a) Axial CT scan of 25-year-old man revealed the coronally oriented vertical C-2 body fracture. b) Axial CT scan of 32-year-old man revealed the spondylolisthesis of the axis.

서 성공적인 유합 소견을 보였는데 수술을 실시하지 않은 예에선 완전 정복이 힘들었으며 wire고정을 한 경우에도 처음에는 완전 정복이 되었으나 시간이 지나면서 치상 돌기가 약간 전위된 상태에서 유합 되는 소견을 보였다(Fig. 3-b). 그러나 Halifax clamp를 사용하여 고정을 실시한 경우엔 완전 정복된 상태로 유합이 가능하였다.

3. 제 2경추체 시상 골절(sagittally oriented vertical C-2 body fracture)

제 2경추체 시상 골절은 전체 환자 43명중 2명이었다. 이들의 전산화 단층촬영상 특징은 편측 관절의 골절을 동반하며 관상 재합성(coronal reconstruction) 영상에서 양측의 비대칭성이 특징이었다(Fig. 4-a). 한 예에선 제 2/3경추간 약간의 전위도 있었다. 치료는 1예에선 수술을 시행하여 제 1/2경추간은 Halifax clamp로써 고정하였고 제 2/3경추간은 나사 및 판고정을 시행하였는데 2경추체에선 척추경 나사로 고정하고 제 3경추체에선 lateral mass에 나사로 고정하였다 (Fig. 4-b). 1예에선 수술을 거절하고 자퇴한 후 추적이 되지 않았다.

4. 제 2경추체 관상 골절(coronally oriented vertical C-2 body fracture)

제 2경추체 관상 골절은 전체 환자 43명중 8명이었다. 이들의 전산화 단층촬영상 특징은 골절이 제 2경추체 후면까지 포함된 경우다(Fig. 5-a). 2예에선 한쪽 관절면의 탈구를 보이고 2예에선 복합 골절을 보였다. 인접 경추 골절을 동반한 예가 2예 있었는데 1예에선 Jefferson 골절을 동반하였고 1예에선 제 3경추 관절 골절을 동반하였다. 이들은 전 예에서 halo 흡착 고정술로서 고식적 치료 방법을택하였는데 불유합을 보인 예는 없었다.

5. 제 2경추체 전방 전위 골절(traumatic spondylolisthesis of the axis)

일명 교수형 골절인 이 골절은 전체 환자 43명 중 6명이었다. 이들의 전산화 단층촬영상 특징은 4명에선 거의 전위가 없는 Effendi 제 1형에 속하였고 2명에선 4mm이하의 제 2/3경추체의 전위가 있는 제 2형에 속하였다(Fig 5-b). 1예에선 제 3경추체 골절을 동반하였다. 치료는 전 예에서 halo 흡착 고정술을 실시하였는데 불유합을 보인 예는 없었다.

고찰

제 2경추의 골절은 전체 경추 골절의 17%를 차지하나¹³⁾¹⁵⁾ 진단 방법의 발달로 그 빈도는 점차 증가하는 추세이다. 일반적으로 제 2경추 골절은 치상 돌기 골절과 교수형 골절로 구분하지만 임상적으로는 이 두 가지 분류에 속하지 않는 골절을 가끔 경험하게 된다. 또한 폐쇄적 정복시 완전 정복이 힘들어 이들을 손상 기전에 따라 분류하여 치료 방법과 예후를 비교할 필요를 느끼게 된다. 여러 저자에 의해 이들을 분류하려는 노력이 진행되었으나⁴⁾⁵⁾⁶⁾¹⁴⁾²⁸⁾ 그 중에서 Benzel등⁴⁾에 의해 분류된 방법이 발생 기전 및 골절 모양에 따라 분류된 것으로 저자들은 이 방법에 따라 분류하고 비교 분석하였다.

1. 치상 돌기 골절

치상 돌기 골절은 Anderson과 D'Alonzo에 의한 3가지 분류 방법¹⁾이 가장 널리 이용되는데 제 1형의 골절은 매우 드물며 상 경추부의 안정성에 가장 중요한 횡인대(transverse ligament)의 손상은 없어 비수술적 방법으로도 예후가 좋다. 제 3형의 골절은 치상 돌기의 골절보다는 제 2경추체 자체의 골절로 보고 치상 돌기 골절과는 구분하였다. 치상 돌기 골절의 발생 기전에 대해선 잘 모르지만 제 2형의 골절은 옆에서 가해진 외력에 의해 발생하는데 반해 제 3형의 골절은 시상면에서 가해진 외력에 의해 발생하는 것으로 추정된다⁴⁾³⁰⁾. 저자들의 예들에서도 골절 모양을 보면 탈구가 있는 경우가 거의 없어 시상면에 가해진 외력에 의한 손상으로 보기는 힘들 것 같다. 치상 돌기 골절은 상부 경추 골절 중 가장 불유합의 가능성성이 높아 그 치료법에 대해 논란이 되어 왔으며 여기에 관여하는 요소에 대해서도 논란이 많았다. 전이된 정도와 나이가 중요하다는 견해²⁾¹³⁾¹⁴⁾도 있지만 이 외는 무관하다는 견해도 있다⁹⁾²⁶⁾. 전이의 방향이 후방인 경우 신경학적 손상의 빈도와 불유합의 빈도가 높다는 견해가 있지만⁷⁾²⁸⁾ 전방 전위인 경우 불유합의 빈도가 높다는 견해도 있다²⁰⁾. 저자들의 예들에서 대개가 치료 전 전이가 거의 없는 상태에서도 적극적인 수술을 하였지만 수술 후에도 불유합이 된 경우가 있어 치료 전 전이 정도보다 치료 시의 완전한 정복이나 기타 혈관 분포 등의 요소가 더욱 중요하지 않나 추정된다. 치료 방법에 대해서는 논란이 많은데 일단 체위 정복 후 halo 흡착 고정

술로 치료 후 불유합이 되는 경우만 수술을 한다는 견해²⁾⁷⁾²⁶⁾³⁰⁾와 바로 수술을 하는 견해¹⁾¹³⁾¹⁹⁾로 나뉘어 진다. halo 흉곽 고정술 때에 고려할 점은 신연(distraction)은 피해야 하며 전이는 교정되어야 한다. 특히 halo 흉곽 고정술 중 재탈구 시엔 불유합이 필연적이다. 때론 견고한 후방 유합 시에도 치상 돌기의 불유합이 초래될 수 있다¹⁾. 그러므로 수술 시에도 수기에 세심한 고려가 있어야 할 것이다. 그래서 전방 전위인 경우엔 bone block을 끼우면 오히려 정복에 장애가 되며 후방 전위인 경우엔 Gallie방법이 오히려 전위를 조장하는 역할을 하므로 피해야 한다²⁰⁾. 그러나 모든 치료의 원칙이 짧은 기간에 최소한의 사망률과 합병증으로서 일상생활에 복귀한다는 점일 때 불유합의 빈도가 높은 이런 골절의 경우 적극적인 수술이 치료 방법으로 고려되어야 할 것이다. 저자들의 경우에선 halo 흉곽 고정술을 시행한 1예에서 불유합으로 수술이 필요하였으며 수술로서 wire 고정술을 시행한 2예에서도 재수술이 필요했다. 이로서 치상 돌기 골절은 불유합의 가능성이 매우 높아 적극적인 수술이 필요하며 수술 시에도 정복된 상태가 유지되도록 하는 것이 예후에 매우 중요한 것 같았다.

2. 제 2경추체 수평 골절

Anderson과 D'Alonzo에 의한 제 3형의 치상 돌기 골절은 골절면이 제 2경추체를 통과하고 발생 기전이 굴전에 의하며⁴⁾²⁰⁾²⁴⁾ 예후가 제 2형과 달리 양호한 편이므로 이는 달리 제 2경추체의 골절로 분류하여야 할 것이다. 저자들의 경우에서도 이런 경우 치상 돌기 골절과는 달리 편측의 탈구를 동반하는 경우가 전체 13예 중 6예에서 나타났고 한 쪽 관절면의 골절을 동반된 경우가 10예에서 나타나 발생 기전이 회전력과 외측 굴전(lateral flexion)이 작용했음을 추측할 수 있었다. 이 경우 대개가 halo 흉곽 고정술로서 완전 정복이 힘들며 처음엔 완전 정복이 되었다 하더라도 수 일 후 약간 어긋난 상태로 유합 된다. 본 저자들의 예에서도 이런 현상을 관찰할 수 있었으며 wire로 고정한 경우에도 이런 현상을 볼 수 있었다. 그러나 Halifax clamp로 고정한 경우엔 완전 정복이 가능하였다. 완전 정복이 되지 않더라도 유합 결과는 양호하지만 나중에 퇴행성 관절염의 가능성이 높으며 이 경우 만성적인 두통 및 경부 통증의 원인이 될 수 있으므로¹⁸⁾ 적극적으로 완전 정복을 시도해야 할 것이다.

3. 제 2경추체 시상 골절

임상적으로 이런 골절은 비교적 드물게 나타난다. 그 이유는 발생 기전이 순수한 축압박에 의해 발생하는데 이런 경우 제 1경추의 Jefferson 골절이 나타날 가능성 이 많고 그 압박력이 제 2경추체까지 미치는 경우는 적기 때문이다⁴⁾. 이런 축압박에선 치상 돌기로는 충격이 전달되지 않고 상부 관절면에 전적으로 미치므로 관절면의 골절을 동반하는 경우가 많다. 어떤 저자는 제 2경추 상부 관절면 골절을 따로 분류하는데⁶⁾²¹⁾ 이는 위와 같은 기전에서 외측 굴전이 작용하면 발생하는 것으로 대부분의 시상 골절에서 함께 동반되므로 시상 골절에 속한다고 하겠다. 저자들의 예에서도 2예 모두 편측의 관절 골절을 동반하여 양쪽에 비대칭성을 나타내는 것이 특징이었다. 이런 경우의 치료적 방법과 그 결과에 대해선 아직 정립이 되어 있지 않다.

4. 제 2경추체 관상 골절

이 골절은 전방 전위 골절과 유사한 양상이나 한 쪽에선 제 2경추체 후면을 통과하는 골절로서 여러 저자들이 비전형적인 전방 전위 골절로 분류하였다⁵⁾⁸⁾²²⁾. 이렇게 전방 전위 골절과 특별히 구분하는 이유는 일반적인 전방 전위 골절보다 폐쇄 정복술로 완전 정복에 상당한 애로가 있으며 치료 결과도 나쁜 것으로 되어 있다. 발생 기전도 매우 다양한데⁴⁾, 한 편으로 한 쪽 관절면의 골절을 동반하는 경우가 많아 이 경우엔 외측 굴전에 회전력이 작용하여 발생한다고 한다⁶⁾. 저자들의 8예에서도 한쪽 관절 골절(2예), Jefferson골절(1예), 제 3경추 관절 골절(1예)등 다양한 양상을 보였으며 비수술적 치료에도 결과는 양호하였다.

5. 제 2경추체 전방 전위 골절

교수형 골절은 Garber¹¹⁾에 의해 처음으로 명명되어 오늘날까지 사용되고 있다. 그러나 고전적인 교수형 골절은 과신전 및 신연에 의해 발생하지만³⁾²⁰⁾ 임상적으로 경험하는 대개의 교통사고로 인한 골절은 과신전 및 축압박이 원인이다⁸⁾¹⁰⁾²⁷⁾³²⁾. 그래서 이런 경우는 교수형 골절보다는 외상성 전방 전위 골절로 불리는 게 더 정확하다³⁾⁵⁾. 제 2경추는 해부학적으로 두부와 하부 경추부를 연결하는 부분에 해당되며 두부에서 아래로 누르는 압력이 작용할 경우 제 1경추를 통해 제 2경추 상부 관절면에 전달된 힘은 하부에선 관절면을 통해 내려가는 것이 아니라 추간판을 통해 내려간다⁸⁾¹⁷⁾. 그러므로 힘의 전달

과정에서 상관절돌기와 하관절돌기 사이엔 서로 다른 방향의 힘이 작용하며 이 부분에서 골절이 발생하는 원인이 되는 것이다.

또 골절 발생 부위의 명칭에 대해 논란이 많아 척추경이라는 견해³⁾⁹⁾¹⁰⁾¹²⁾³²⁾와 협부(isthmus)라는 견해⁵⁾²²⁾²³⁾²⁷⁾가 있는데 이는 제 2경추의 특이한 구조로 인한 것이다. 우리가 널리 사용하는 Gray 해부학 교과서에 의하면³¹⁾ 상관절돌기와 하관절돌기 사이 부분을 척추경으로 기술하였으므로 이렇게 통일하는 것이 올바른 것 같다.

전방 전위 골절의 분류는 여러 저자에 의해 이루어 졌지만¹⁰⁾²⁰⁾²⁵⁾ Effendi 등⁸⁾에 의해 분류된 3가지 분류법이 널리 쓰여진다. 전술한 바와 같이 발생 기전이 과신전 및 축압박에 의한 것이 일반적이지만 제 2, 3경추간에서 심한 굴전을 나타내고 전위가 심한 경우엔 먼저 굴전 및 신연에 의해 관절간 탈구가 발생하고 이어 발생되는 과신전 및 축압박에 의해 전방 전위 골절이 발생한다고 했다⁸⁾²⁰⁾. 이런 골절의 치료로서 먼저 두개골 견인술 후 체위 정복을 실시하지만 이때 더욱 손상을 조장할 수가 있으므로 상당히 주의를 요하며 정복시 발생 기전을 염두에 두고 정복을 실시하여야 완전 정복이 가능하다. 일반적으로는 수술을 않고서 정복후 halo 흉곽 고정술로 쉽게 치료가 된다고 하나 제 2, 3경추간 탈구가 심한 경우, halo 흉곽 고정술로도 움직임이 있는 경우엔 수술이 필요하다고 한다⁸⁾¹⁶⁾²⁰⁾²²⁾²⁹⁾. 그러나 임상적으로 완전 정복이 안 된 경우에도 치료 결과는 양호하며 전이 정도가 치료 결과에 영향을 미치지 못한다고도 하나³⁾¹⁰⁾¹³⁾²⁷⁾ 역시 수년 후 퇴행성 관절염으로 인한 만성 통증의 원인이 될 수 있으므로 완전 정복을 시도해야 할 것이다. 저자들의 경우에서도 전 6예에서 모두 비수술적 치료로서 좋은 결과를 얻었다.

요 약

저자들은 최근 7년간 치료한 제 2경추 골절 환자 43명을 대상으로 손상 기전에 따라 구분한 Benzel등의 분류에 따라 치상 돌기 골절, 제 2경추체 수평 골절, 제 2경추체 시상 골절, 제 2경추체 관상 골절, 제 2경추체 전방 전위 골절 등 5가지로 구분하여 비교하였다. 치상 돌기 골절은 불유합의 가능성이 높아 조기 수술이 요망된다. 제 2경추체 수평 골절은 편측 탈구가 많아 정복시 회전력을 감안하여야 할 것이다. 제 2경추체 시상 골절은 상

관절돌기 골절을 동반하였다. 제 2경추체 관상 골절은 전방 전위 골절과 비슷하였으나 상관절돌기 골절 등 다른 복합적인 골절을 동반하여 정복시 어려움이 있었다. 그러므로 이 분류 방식에 따라 발생 기전을 이해하고 치료를 하면 더욱 좋은 결과를 얻을 것으로 예상된다.

References

- Anderson LD, D'Alonzo RT : *Fractures of the odontoid process of the axis*. J Bone Joint Surg(Am) 56 : 1663-1674, 1974
- Apuzzo MLJ, Heiden JS, Weiss MH, et al : *Acute fractures of the odontoid process*. J Neurosurg 48 : 85-91, 1978
- Barros TEP, Fielding JW : *Traumatic spondylolisthesis of the axis with unusual distraction*. J Bone Joint Surg(Am) 72 : 124-125, 1990
- Benzel EC, Hart BL, Ball PA, et al : *Fractures of the C-2 vertebral body*. J Neurosurg 81 : 206-212, 1994
- Burke JT, Harris JH Jr : *Acute injuries of the axis vertebra*. Skeletal Radiol 18 : 335-346, 1989
- Craig JB, Hodgson BF : *Superior facet fractures of the axis vertebra*. Spine 16 : 875-877, 1991
- Dunn ME, Seljeskog EL : *Experience in the management of odontoid process injuries : an analysis of 128 cases*. Neurosurgery 18 : 306-310, 1986
- Effendi B, Roy D, Cornish B, et al : *Fractures of the ring of the axis. A classification based on the analysis of 131 cases*. J Bone Joint Surg(Br) 63 : 319-327, 1981
- Francis WR, Fielding JW : *Traumatic spondylolisthesis of the axis*. Orthop Clin North Am 9 : 1011-1027, 1978
- Francis WR, Fielding JW, Hawkins RJ, et al : *Traumatic spondylolisthesis of the axis*. J Bone Joint Surg(Br) 63 : 313-318, 1981
- Garber JN : *Abnormalities of the atlas and axis vertebrae - congenital and traumatic*. J Bone Joint Surg (Am) 46 : 1782-1791, 1964
- Gerlock AJ, Mirfaknaraee M : *Computed tomography and hangman's fractures*. South Med J 76 : 727-728, 1983
- Hadley MN, Browner C, Sonntag VK : *Axis fractures : A comprehensive review of management and*

- treatment in 107 cases. *J Neurosurg* 17 : 281-290, 1985
- 14) Hadley MN, Dickman CA, Browner CM, et al : Acute axis fractures : a review of 229 cases. *J Neurosurg* 71 : 642-647, 1989
 - 15) Hadley MN, Browner CM, Liu SS, et al : New subtype of acute odontoid fractures(Type II A). *Neurosurgery* 22 : 67-71, 1988
 - 16) Hadley MN : An unusual type of hangman's fracture. *Neurosurgery* 26 : 850, 1990
 - 17) Heggeness MH, Doherty BJ : The trabecular anatomy of the axis. *Spine* 18 : 1945-1949, 1993
 - 18) Heller JG, Levy MJ, Barrow DL : Odontoid fracture malunion with fixed atlantoaxial subluxation. *Spine* 18 : 311-314, 1993
 - 19) Larson SJ : Axis fractures : A comprehensive review of management and treatment in 107 cases. *J Neurosurg* 17 : 289, 1985
 - 20) Levine AM, Edwards CC : Treatment of injuries in the C1-C2 complex. *Orthop Clin North Am* 17 : 31-44, 1986
 - 21) Levine AM, Edwards CC : Traumatic lesions of the occipito-atlanto-axial complex. *Clin Orthop* 239 : 53-68, 1989
 - 22) Marotta TR, White L, TerBrugge KG, et al : An unusual type of hangman's fracture. *Neurosurgery* 26 : 848-851, 1990
 - 23) Mirvis SE, Young JW, Lim C, et al : Hangman's fracture. Radiologic assessment in 27 cases. *Radiology* 163 : 713-717, 1987
 - 24) Mouradian WH, Fietti VG Jr, Cochran GVB, et al : Fractures of the odontoid : a laboratory and clinical study of mechanisms. *Orthop Clin North Am* 9 : 985-1001, 1978
 - 25) Pepin JW, Hawkins RJ : Traumatic spondylolisthesis of the axis : hangman's fracture. *Clin Orthop* 157 : 133-138, 1981
 - 26) Ryan MD, Taylor TKF : Odontoid fractures : A rational approach to treatment. *J Bone Joint Surg(Br)* 64 : 416-421, 1982
 - 27) Schneider RC, Livingston HE, Cave AJE, et al : "Hangman's fracture" of the cervical spine. *J Neurosurg* 22 : 141-154, 1965
 - 28) Sherk HH : Lesions of the atlas and axis. *Clin Orthop* 109 : 34-40, 1975
 - 29) Sonntag VKH : An unusual type of hangman's fracture. *Neurosurgery* 26 : 851, 1990
 - 30) White AA III, Panjabi MM : Clinical biomechanics of the spine, ed 2. Philadelphia : J.B. Lippincott, p 169-275, 1990
 - 31) Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH : *Gray's anatomy*, ed 37. London : Churchill-Livingstone, p318, 1989
 - 32) Williams TG : Hangman's fracture. *J Bone Joint Surg(Br)* 57 : 82-88, 1975