

하경추부 신전 손상에서 수술 시야상 연부조직 손상의 정도와 신경 결손과의 관계

The Relationship between Soft Tissue Damages and Neurologic Deficits in Distractive Extension Injury of the Lower Cervical Spine

송경진 • 최병완* • 이광복 • 장 한*

전북대학교 의학전문대학원 정형외과학교실 · 임상의학연구소, *인제대학교 의과대학 해운대백병원 정형외과학교실

목적: 하경추부 신전 신전 손상에서 척수 손상과 관련된 연부조직 손상에 대해 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 2004년 5월부터 2008년 10월까지 하경추부 신전 신전 손상으로 수술적 치료를 받은 92명을 대상으로 하였다. 단순 방사선상 연부조직의 부종 정도를 확인하였고, 수술 시야상 전척추 근막, 경장근 및 전중인대 파열과 각 손상 추간판의 상중판, 하중판, 섬유륜, 후중인대 파열 여부를 확인하여 신경 손상의 정도와 각각의 인자들과의 관계를 분석하였다.

결과: 연부조직의 부종에서 후인두 공간은 92%에서, 후기도 공간은 89%에서 증가된 소견을 보였으나 척수 손상과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 연부조직의 손상 중 전척추 근막 파열, 경장근 파열은 신경 손상 정도와 무관하였고, 하중판 파열, 추간판 섬유륜 파열은 신경 손상 정도와 비례관계를 보였지만 통계학적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았으며 전중인대 파열($p<0.01$), 상중판 파열($p=0.02$), 후중인대 파열($p=0.04$)은 신경 손상 정도와 유의한 상관관계를 보였다.

결론: 전중인대 파열, 상 중판 파열이나 후중인대 파열이 동반된 하경추부 신전 신전 손상에서 신경 결손의 발생 빈도가 높았으며 하부 경추 손상 시 척추의 안정성에 관여하는 중요한 구조물로 생각된다.

색인단어: 하경추부, 신전 신전 손상, 신경 손상, 연부조직 손상

서 론

하경추는 가장 운동성이 큰 척추분절로 외상 시 치명적인 손상을 초래할 수 있어 보다 정확한 진단과 적극적인 세심한 치료가 필요하다. 경추부 손상에 대한 분류는 Allen 분류가 보편화되어 있으며, 1982년 Allen 등¹⁾은 하경추부에 대한 모든 간접 손상을 수상 전 경부의 위치와 이에 가해지는 힘의 방향에 따라 압박-굴곡, 신전-굴곡, 압박-신전, 수직-압박, 신전-신전, 측굴곡 등 6가지 형태로 분류하여 합리적 치료의 방법에 대해 도움을 주고자 하였다. 이러한 Allen의 분류는 손상 당시의 경부 위치에 따라 크

게 굴곡과 신전 손상으로 분류할 수 있으며 특히 신전 손상에 있어 골 형태의 변화가 명확하지 않을 시 Harris와 Yeakley²⁾는 과신전 손상과 같은 다른 분류를 제시한 바 있다. 신전 손상은 단순 방사선 측면 사진상 전위가 발견되지 않을 수 있고, 기존의 다른 방사선학적 방법으로 연부조직 손상을 증명할 수 없어 진단에 어려움이 많다. 방사선학적 진단은 전방 연부조직의 부종과 전방 구조물의 손상 및 척수 내 신호강도의 변화 등에 근거를 두고, 임상적 진단은 안면부 손상 등의 동반 손상이나 급성 중심성 척수 증후군과 같은 척수 손상에 근거를 두고 있다.^{1,3,4)} 과거 경추부 신전 손상 시 연부조직 손상은 사후조직에서만 증명할 수 있었는데,⁵⁾ 현재는 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)을 이용하여 경추부 수상 후 연부조직의 손상을 증명할 수 있기 때문에 신전 손상을 객관적으로 판단함으로써 적절한 치료의 근거 자료가 된다.⁶⁾ 기존에 저자들은 신전 손상에 의한 하경추부 외상에서 연부조직의 손상을 MRI로 분류하여 신전 손상의 정도를 진단하고

접수일 2011년 4월 28일 수정일 2011년 6월 28일

게재확정일 2011년 7월 15일

교신저자 최병완

부산시 해운대구 좌동 1435번지, 인제대학교 해운대백병원 정형외과학교실

TEL 051-797-0240, FAX 051-797-0249

E-mail alla1013@naver.com

연부조직 손상 정도와 척수 손상의 발생이 밀접한 관계가 있음을 분석하여 보고한 적이 있다.⁷⁾ 신전 손상은 골절 및 비정상적인 정렬 소견 없이 연부조직의 손상과 함께 심각한 신경 손상을 초래할 수 있는 바 저자들은 단순히 방사선학적 소견이 아닌 실제 수술 시야상 전방 연부조직의 손상 정도를 분석하고 그 정도와 척수 손상의 정도를 분석하여 신전 손상 시 척추의 안정에 기여하는 구조물에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2004년 5월부터 2008년 10월까지 하경추부 신연 신전 손상으로 수술적 치료를 받은 환자 92명을 대상으로 하였다. 대상 선정의 기준으로 신연-신전 손상 환자에 한정하였으며 척추체나 후관절의 골절, 척추관절의 아탈구나 탈구가 동반된 증례는 연구대상에서 제외하였다. 수술 후 최소 1년 이상의 원격추시가 가능하였던 환자들을 대상으로 하였으며 평균 추시기간은 27개월(12-62개월)이었다. 성별 분포는 남성이 65명, 여성이 27명을 보였고, 평균 나이는 51세(22-85세)였다. 손상 원인으로는 교통사고가 67명으로 가장 많았다(Table 1). 동반된 두부 손상으로 상안면부 손상이 24예, 하안면부 손상이 18예, 측부 손상이 11예, 후두부 손상이 9예였다. Allen 분류상 신연-신전 손상 중 1단계 손상이 51예였고, 2단계 손상이 41예였다.

2. 연구 방법

연구 대상을 ASIA Impairment scale을 이용하여 신경 손상 정도에 따라 ASIA Impairment scale A인 완전 척수 손상과 B의 불완

전 척수 손상은 Group A로, 주요 근육의 근력이 3단계 이하인 C의 불완전 척수 손상은 Group B로, 근력이 3단계인 이상인 D는 Group C로 분류하였으며 신경증상이 없는 군은 Group D로 분류하였다.⁸⁾ 신경 손상은 Group A 7예, Group B 54예, Group C 19예, Group D 12예였고, 신전 손상의 정도가 클수록 신경 손상 정도도 심하였다($p=0.04$) (Table 2). 연부조직의 부종에 대하여 수상 후 3일째의 단순 측면 방사선 사진에서 제3 경추 하연과 제6 경추 하연에서 후인두 공간과 후기도 공간을 측정하여 제3 경추 하연은 5 mm 이상, 제6 경추 하연은 15 mm 이상으로 증가된 경우 이상 소견으로 간주하였다.

수술 시야상에서 전척추 근막, 경장근 및 전종인대 파열과 각 손상 추간판의 상종판, 하종판, 추간판 탈출로 인한 섬유륜 파열, 후종인대 파열을 확인하였다(Fig. 1). 전척추 근막, 전, 후종인대는 수술 시야상 50% 이상의 침범소견이 보인 경우 파열로 진단하였으며, 경장근은 근육 섬유가 전척추체와 분리되어 있거나 파열이 있는 경우 손상으로 간주하였다. 추간판의 상종판과 하종판은 추

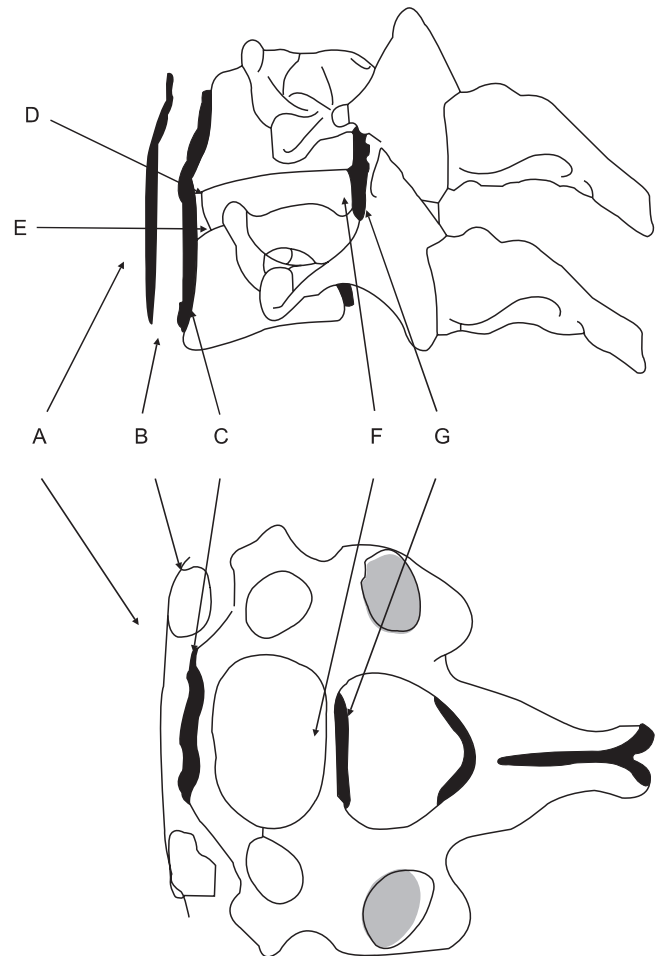


Figure 1. The evaluated soft tissue structures in the surgical field. A, prevertebral fascia; B, longus colli muscle; C, anterior longitudinal ligament; D, superior end plate; E, inferior end plate; F, posterior annulus fibrosus; G, posterior longitudinal ligament.

Table 1. Causes of Injury in the Patients

Cause of injury	Number of patients
Traffic accident	67
Accident to the driver	31
Accident to the passenger	24
Accident to the pedestrian	12
Motorcycle	11
Slip down	6
Fall down	5
Others	3

Table 2. Neurological Impairment according to the Severity of Injury

Stage	Group A	Group B	Group C	Group D
Stage I*	2	28	12	9
Stage II	5	26	7	3

*Stage of distractive extension injury according to Allen's classification.

체나 추간판과 분리된 경우 손상으로 판정하였고, 추간판의 섬유륜은 탈출된 추간판으로 인한 경막이나 신경근의 압박이 보이는 경우 손상으로 판정하였다. 각각의 인자의 손상 여부에 대하여 수술 시야상 수술에 참가한 두 명의 척추 전문의의 합의하에 결정하였다. 통계 처리는 SPSS (Version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, 단순 방사선상 연부조직 부종과 신경학적 손상과의 관계는 One-way ANOVA test와 카이제곱 검정을 이용하여, 각각의 연부조직인자와 척수 손상 여부와의 관계는 카이제곱 검정을 통하여 분석하였고 p값이 0.05 이하인 경우에 통계학적 유의성이 있다고 하였다.

결 과

1. 단순 방사선상 연부조직 부종과 신경학적 손상과의 관계

연부조직의 부종은 손상 부위에 따라 C2-3시 C3에서 평균 10.79 mm, C6에서 평균 14.84 mm이었고, C3-4시 C3 8.92 mm, C6 16.91 mm, C4-5시 C3 9.36 mm, C6 16.50 mm, C5-6시 C3 8.36 mm, C6 17.58 mm, C6-7시 C3 10.17 mm, C6 17.13 mm로 손상 부위와 C3, C6에서 연부조직 부종과의 연관성은 없었다($p=0.91$).

후인두 공간(C3)은 평균 8.28 mm로, 5 mm 이상으로 증가된 증례는 Table 3과 같았으며 신경 손상 정도와 유의한 상관관계는 없었다($p=0.93$). 후기도 공간(C6)은 평균 17.04 mm로, 15 mm 이상으로 증가된 증례는 Table 3과 같았으며 신경 손상 정도와 의미 있는 상관관계는 없었다($p=0.81$).

2. 수술 시야상 연부조직 손상과 신경학적 손상과의 관계

수술 시야상 척수 손상의 정도에 따른 각각의 연부조직 손상의 정도는 Table 4와 같다. 연부조직의 손상 중 전척추 근막 파열, 경장근 파열은 신경 손상 정도와 무관하였으며, 하 종판 파열, 섬유륜 파열은 신경 손상 정도와 비례관계를 보였지만 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 전종인대 파열, 상 종판 파열, 후종인대 파열은 신경 손상 정도와 유의한 상관관계를 보였다.

전종인대 파열과 후종인대 파열이 동반되면서 상 종판 파열이 없는 경우는 전체의 19예(20%)에서 보였으며, 완전 척수 손상 중 4예(57%), 불완전 척수 손상 중 13예(24%), 신경근 손상 중 2예(10%), 정상의 0예에서 확인되었으며 신경 손상 정도와의 빈도분석 결과 유의한 상관관계를 보였다($p=0.03$). 전종인대 파열과 상 종판 파열이 동반되면서 후종인대 파열이 없는 경우는 26예(28%)로 완전 척수 손상 4예(57%), 불완전 척수 손상 16예(30%), 신경근 손상 4예(21%), 정상의 2예(16%)에서 확인되었으며 신경 손상 정도와의 빈도 분석 결과 유의한 상관관계를 보였다($p=0.02$). 전종인대 파열과 상종판 파열, 후종인대 파열이 모두 동반된 경우는 8예로 완전 척수 손상의 2예(29%), 불완전 척수 손상의 5예(9%), 신경근 손상의 1예(5%), 정상의 0예에서 확인되었으며 신경 손상 정도와의 빈도분석 결과 유의한 상관관계를 보였다($p=0.04$).

고 찰

하경추부 외상에서 신전 손상은 단순 방사선 전후방 및 측방 사진상 골조직의 손상이 잘 발견되지 않고 연부조직 손상 또한 증

Table 3. The Correlation between the Soft Tissue Swelling on Plain Radiographs and Neurological Impairment

Cases	Group A	Group B	Group C	Group D	Total	p-value
Retropharyngeal*	1	6	0	2	9	0.93
Retrotracheal†	2	8	3	2	15	0.81

*Number of cases in which the soft tissue swelling at the 3rd cervical vertebra was greater than 5 mm; †Number of cases in which the soft tissue swelling at the 6th cervical vertebra was greater than 15 mm.

Table 4. The Correlation between the Soft Tissue Damage and Neurological Impairment

Injured structure	Group A	Group B	Group C	Group D	Total	p-value
Pre. fascia*	1	6	0	2	9	0.93
Long. colli m†	2	8	3	2	15	0.81
ALL‡	7	49	14	7	77	<0.01
Sup. end plate§	4	17	5	2	28	0.02
Inf. end plate¶	3	10	5	1	19	0.28
Post. AF‖	2	10	1	1	14	0.15
PLL**	5	22	5	2	34	0.04

*Prevertebral fascia; †Longus colli muscle; ‡Anterior longitudinal ligament; §Superior end plate; ¶Inferior end plate; ‖Posterior annulus fibrosus;

**Posterior longitudinal ligament.

명하기가 힘들어 진단에 많은 어려움이 따른다.⁴⁾ 기존의 Allen 분류에 따른 빈도는 신연 골곡 손상이 높은 빈도를 보였으나 본원에서 추시한 하경추부 손상에 있어 신연 신전 손상이 가장 높은 빈도를 보였으며, 이는 단순 방사선 사진에만 의존했던 Allen 분류에 국한되지 않고 자기공명영상에 의한 연부조직 손상 평가가 발전함에 따라 진단의 정확도가 높아지는 것에 따른 결과로 생각한다. 경추부의 신전 손상은 과속, 갑작스런 감속의 교통사고나 낙상에서 흔히 발생하며 단순 방사선 전후면 및 측면 사진상 골조직의 손상이 잘 발견되지 않을 수 있고 연부조직 손상과 밀접한 관련이 있다. Taylor와 Backwood⁹⁾는 추체의 골절이나 탈구 없이 발생하는 척수 손상에 대하여 목의 골곡보다는 신전에 의해 발생하고 그 기전으로 과다 신전 시 황색인대가 전방으로 돌출되면서 척수에 손상을 주는 것으로 설명하였다. Penning¹⁰⁾은 만성 경추증에서 황색인대의 돌출에 대해 골집게(bony pincer) 기전이 중요한 역할을 하며, 경추의 신전 시 하부 경추의 아치 전방과 상부 경추의 후방 사이에 만들어진 골 집게에 척수가 끼이면서 손상을 유발할 수 있다고 하였다. 본 연구에서 전종인대 파열, 상종판 파열, 후종인대 파열 자체가 신경 손상과 관련이 있었다. 이 구조물들의 손상은 골 집게 형성을 유발하여 신전 손상 시 골성 병변 없이 척수의 손상을 나타낼 수 있을 것으로 생각한다.

연부조직의 부종에 대하여 Stauffer와 MacMillan¹¹⁾은 연부조직 손상과 관련된 방사선학적 소견으로 후인두 및 후기도 간격이 증가한다고 하였고, Dunn와 Blazar¹²⁾는 추체 전방 연부조직의 증가는 수상 후 3일째 최고치에 이르며, 2주가 지나면 50%, 3주가 지나면 90%가 정상으로 감소한다고 하였다. 저자들의 경우 후인두 공간(C3)이 평균 8.28 mm로 측정되었고 5 mm 이상이 전체 신전 손상의 92%에서 보였으며, 후기도 공간(C6)은 평균 17.04 mm로 15 mm 이상이 89%에서 보여 심한 연부조직 손상이 동반되어 있음을 확인할 수는 있었으나 정작 신경 손상 정도와의 빈도 분석 결과에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 단순 방사선상 연부조직 부종이 손상 자체를 반영하긴 하지만 신경 손상의 정도까지 반영하는 데 한계를 가짐을 보여준다.

경추 전방 구조물에 대한 생역학적 연구는 드물고 유한 요소 모델을 이용한 연구가 대부분이다. Akaishi¹³⁾는 사체를 이용한 생역학적 연구에서 하부 경추의 안정에 관련하여 후종인대가 전종인대에 비해 강한 생역학적 구조를 가져 후종인대 손상을 위해서는 전종인대에 비해 강한 외력이 필요하다고 하였다. 하지만 Myklebust 등¹⁴⁾은 신전 운동 시 전종인대가 가장 중요한 역할을 하며, 후종인대의 경우 회전 운동의 중심축에 가까이 위치하고 있어 전종인대나 극돌기 간 인대에 비해 저항력이 약해 그 역할이 미약하다고 발표하였다. Yoganandan 등¹⁵⁾은 경추의 생역학적 연구에 대한 논문에서 척추의 인대 자체는 변성에 민감하며 한번 인장력의 한계를 넘어간 경우 회복이 불가능하다고 하였다. 인대 자체가 신연력에 관여하는 반면 추간판의 경우 주로 압박력

에 대한 기능을 하는 것으로 보고되었다. 즉 여러 생역학적 연구를 종합해 볼 때, 신연 신전 손상의 경우 추간판보다는 전종, 후종인대의 역할이 중요하다고 할 수 있다. Rizzolo 등¹⁶⁾은 경추부 신전 손상과 관련하여 추간판탈출증이 60%에서 있었고 후방 수핵 탈출 전례에서 신경학적 손상이 동반되었음을 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 후방 섬유륜 파열과 신경학적 결손의 연관성은 보이지 않았다.

연부조직 손상과 신경학적 손상과의 관계에 대하여 Taylor와 Backwood⁹⁾는 전방종인대의 파열과 함께 발생한 과신전 손상에서 하반신마비 등의 심각한 신경학적 손상을 보고하였고, Harris와 Yeakley²⁾는 경추부 신전 시 척수가 전위된 경추부의 후하연과 전방으로 돌출된 황색인대에 의한 전후방 압박으로 중심성 척수 증후군이 발생함을 설명하였으나 방사선학적 소견과 신경학적 손상의 관계가 적다고 하였다. 이같이 신전 손상 시 전방 구조물에 대한 관련성과 신전 손상과 관련된 신경학적 손상에 대한 연구도 있었지만 기존의 보고들이 대부분 신전 손상과 동반된 추간판 탈출이나 탈구에 의한 물리적 압박에 의한 신경 손상에 관심을 두었고 연부조직 손상과 신경 손상 정도와의 연관성에 대한 고찰은 적었다. 저자들은 기존에 하경추부 신전 손상에서 연부조직 손상의 변형된 분류법을 소개하면서 신연 신전 손상에서 연부조직의 손상은 자기공명영상을 통해 손상 부위를 확인하고 연부조직 손상 정도와 척수 손상의 발현이 밀접한 관련이 있음을 보고하였고⁷⁾ 본 연구는 간접적 소견이 아닌 실제 손상 구조물들과 신경 손상의 정도를 제시하고 있다.

저자들의 결과를 기존의 문헌과 연관하여 분석했을 때 신전 손상 시 일차적으로 전방구조물인 전종인대 파열, 상위 추체의 하연에서의 연골판의 분리가 발생하며 이차적으로 상위분절이 후종인대의 후연에서의 분리와 함께 후방 돌출됨에 따라 신경 손상이 발생한다. 이때 일차적으로 발생한 전방구조물의 변화가 가장 뚜렷하며 따라서 전방구조물의 손상이 외상의 강도를 반영하고 이와 함께 이차적으로 힘이 전달되는 후종인대의 손상이 신경 손상의 정도에 영향을 미치는 것으로 생각한다. 이밖에 연부조직 부종이나 전척추 근막 파열, 경장근 파열, 추간판 섬유륜 파열 등의 소견도 관찰되었으나 신경 손상 정도와 통계학적으로 밀접한 연관성은 없어 상대적으로 안정성이나 척추 손상의 발현에의 역할은 적을 것으로 생각한다.

결론

하경추부 신연 신전 손상 시 명확한 골 형태의 변화 없이도 심각한 연부조직의 손상과 동반하여 신경 손상을 초래할 수 있다. 전종인대 파열, 상종판 파열이나 후종인대 파열이 동반된 하경추부 신연 신전 손상에서 신경결손의 발생 빈도가 높아 이 구조물들이 신전 손상 시 척추의 안정성에 중요한 역할을 하는 것으로 생각

한다.

참고문헌

- 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)*. 1982;7:1-27.
- Harris JH, Yeakley JW. Hyperextension-dislocation of the cervical spine. Ligament injuries demonstrated by magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg Br*. 1992;74:567-70.
- Harris WH, Hamblen DL, Ojemann RG. Traumatic disruption of cervical intervertebral disk from hyperextension injury. *Clin Orthop Relat Res*. 1968;60:163-7.
- Song KJ, Bae HK, Koh DH. Diagnosis in extension injuries of the lower cervical spine. *J Korean Orthop Assoc*. 2003;38:172-8.
- Marar BC. Hyperextension injuries of the cervical spine. The pathogenesis of damage to the spinal cord. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56:1655-62.
- Schaefer DM, Flanders A, Northrup BE, Doan HT, Osterholm JL. Magnetic resonance imaging of acute cervical spine trauma. Correlation with severity of neurologic injury. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989;14:1090-5.
- Song KJ, Kim GH, Lee KB. The efficacy of the modified classification system of soft tissue injury in extension injury of the lower cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:E488-93.
- Marino RJ, Barros T, Biering-Sorensen F, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2003;26(Suppl 1):S50-6.
- Taylor AR, Blackwood W. Paraplegia in hyperextension cervical injuries with normal radiographic appearances. *J Bone Joint Surg Br*. 1948;30B:245-8.
- Penning L. Some aspects of plain radiography of the cervical spine in chronic myelopathy. *Neurology*. 1962;12:513-9.
- Stauffer ES, MacMillan M. Fractures and dislocations of the cervical spine. In: Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD, ed. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1996.
- Dunn EJ, Blazar S. Soft-tissue injuries of the lower cervical spine. *Instr Course Lect*. 1987;36:499-512.
- Akaishi F. Biomechanical properties of the anterior and posterior longitudinal ligament in the cervical spine. *Nihon Ika Daigaku Zasshi*. 1995;62:360-8.
- Myklebust JB, Pintar F, Yoganandan N, et al. Tensile strength of spinal ligaments. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988;13:526-31.
- Yoganandan N, Stemper BD, Pintar FA, Baisden JL, Shender BS, Paskoff G. Normative segment-specific axial and coronal angulation corridors of subaxial cervical column in axial rotation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:490-6.
- Rizzolo SJ, Piazza MR, Cotler JM, Balderston RA, Schaefer D, Flanders A. Intervertebral disc injury complicating cervical spine trauma. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991;16(6 Suppl):S187-9.

The Relationship between Soft Tissue Damages and Neurologic Deficits in Distractive Extension Injury of the Lower Cervical Spine

Kyung-Jin Song, M.D., Byung-Wan Choi, M.D.*, Kwang-Bok Lee, M.D., and Han Chang, M.D.*

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Research Institute of Clinical Medicine,
Chonbuk National University, Jeonju, *Haeundae Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan, Korea*

Purpose: To evaluate the relationship between the damage to anterior soft tissues and neurological deficit in distractive extension injury of the lower cervical spine.

Materials and Methods: Ninety-two patients who were treated surgically for distractive extension injury of the lower cervical spine were included in this study. Soft tissue swelling was evaluated on plain radiographs. Damage to the longus colli muscle, anterior longitudinal ligament, superior end plate, inferior end plate, annulus fibrosus, and posterior longitudinal ligament were intraoperatively checked and the relationship between these findings and clinical neurologic deficits was analyzed.

Results: Soft tissue swelling was increased to 92% in the retropharyngeal space and to 89% in the retrotracheal space but there was no significant difference. No relationship was found between the damage to the prevertebral fascia, longus colli muscle and neurological deficit. Injuries to the inferior end plate and annulus fibrosus showed a directly proportional relation with neurological deficit, but it was not significant. Injuries to the anterior longitudinal ligament ($p<0.01$), superior end plate ($p=0.02$), posterior longitudinal ligament ($p=0.04$) showed significant relations with neurological deficit.

Conclusion: The distractive extension injury combined with the damage to the anterior longitudinal ligament, superior end plate or posterior longitudinal ligament showed high frequency of neurological deficit. Hence, these are regarded as the important structures for maintaining the stability of the lower cervical spine.

Key words: lower cervical spine, distractive extension injury, neurologic deficits, soft tissue damage

Received April 28, 2011 **Revised** June 28, 2011 **Accepted** July 15, 2011

Correspondence to: Byung-Wan Choi, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Haeundae Paik Hospital, 1435, Jwa-dong, Haeundae-gu, Busan 612-030, Korea

TEL: +82-51-797-0240 **FAX:** +82-51-797-0249 **E-mail:** alla1013@naver.com