

전격상에 동반된 척수손상 : 증례 보고

한일병원 정형외과

이선호 · 최형집 · 윤성일

= Abstract =

Spinal Cord Injury Following Electrical Accidents: Case Reports

S.H. Lee, M.D., H.J. Choi, M.D. and S.I. Yoon, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Han Il General Hospital, Seoul, Korea

As the industry have been developed more and more, we get more opportunities to contact with electricity. Accordingly the risk of the electrical accident has been increased gradually. In general, the electrical injuries involve the extremities and result in amputation or severe disability of limbs. Spinal cord injury following electrical accidents is extremely rare.

Now 3 case histories of the patients with electrical injury to the spinal cord without fracture or dislocation of vertebra are herein presented and discussed with regard to previous reports.

Key Words: Burn, Electric, Spinal cord injury.

서 론

Joule의 법칙에 따르면, 전기 에너지가 열 에너지로 바뀔때 발생하는 열량은 전류량의 제곱과 각 도체의 전기저항을 곱한 값에 비례하는데, 일반적으로 고압전류에 접촉된 부위는 약 2,500~3,000°C의 열이 발생한다고 한다^{1,2)}.

따라서 전기화상은 일반화상과는 병리기전이 다르며 혈관소작이 동반되어 초기에 외관상 경미하게 보이는 병변이라도 약 2주 동안 점점 진행하여 사지의 절단에 이르는 경우가 전체 전격상 환자의 약 15%에 달한다고 하였다^{1,2)}. 또한 후기 합병증으로 백내장이 드물게 올 수 있고, 신경손상으로 인한 장애도 매우 드물게 보고되고 있다^{1,2,4,6)}.

저자들은 1977년 1월부터 1986년 12월까지 만 10년동안 본원 정형외과에 입원한 238명의 전기화상 환자 중에서 척추의 골절, 탈구 및 추간판의 병변이 없이 척수손상(spinal cord injury)을 유발시킨 3례의 전격상 환자를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례보고

제 1례 : 22,000 volt의 고압전류에 감전된 30세의

남자 환자(전공)가 수상 12일 후에 본원으로 전원되었다. 수상 당시 잠시 동안의 의식소실이 있었으며, 깨어난 후에도 사고당시의 상황을 기억하지 못했다.

이학적 검사상, 두정부 두피, 우측상지, 좌측부에 약 15% 정도의 화상이 있었으며 이들 모두 피부 및 심부조직 피사를 동반하였다(Fig. 1). 혈압은 120/80, 맥박수 96/분, 체온 37.4°C였고 정신상태는 양호하였다. 양측 상하지의 근력이 모두 불량하였고, 양 족관절에서 간대성 경련(ankle clonus) 및 과반응 반사현상(hyper-reflexia)이 나타났으며, 간헐적으로 양하지의 불수의적 긴장성 운동이 있으며 이는 특히 새로운 운동을 시작할 때에 더욱 심하였다. 두개골, 전체 척추 및 골반의 단순방사선 촬영상에서 골절, 탈구 및 추간판 이상 소견등은 보이지 않았고 뇌단층 촬영, 뇌파검사(Fig. 2)에서도 이상이 발견되지 않았다. 신경전도검사(Fig. 3)에서 운동 및 감각신경 전달속도는 정상이었으며 근전도(Fig. 3)에서 좌측 수부의 단무지 외전근(abductor pollicis brevis) 및 제 5수지 외전근(abductor digiti quinti)의 비정상적인 자발적 활동전위(abnormal spontaneous action potential)가 있었고, 이는 상부 운동신경(upper motor neuron)병변으로 보였다. 제 5경추에서 제 1흉추까지 amipaque으로 대비시킨 C-T촬영상에서도 골, 척수, 추간판의 이상소견은

Fig. 1. Anterior and posterolateral view of the head and face of the patient in case I. Frontal and occipital bone were largely exposed with dirty infected margin (3 months after the injury).

Fig. 2. EEG.. The graph shows no abnormal condition at the end of the hyperventilation stage.

발견되지 않았다(Fig. 4).

입원 약 2달 사이에 변연절제술, 피부 이식술, 우상박 절단술을 시행하였고, 조기 재활을 시도하였다. 이때에도 간대성 경련 및 과반응 반사현상은 지속되었으나 근력은 양호(good)하게 회복되었고, 감각은 초기와 마찬가지로 정상이었다.

수상 6개월 후에 근력은 정상으로 회복되었으나 간대성 경련, 과반응 반사현상은 지속되었으며 장하지 보조기 및 보행기의 사용으로 어색한(wide based) 보행을 하였고 수상 1년반 후에도 더 이상의 호전은 보이지 않았다.

제 2례 : 28세의 전공이 22,000 volt의 고압 전류에 감전되어 수상 일주일에 본원으로 전원되었다. 수상시 추락은 없었으며 약 10분간의 의식소실은 있었다고 하였다.

이학적 소견에서 후두부, 경추부, 양전박부 및 우측부에 약 15%의 화상이 있었으며 피부, 심부조직은 피사되어 있었고 양측 상하지 근력은 불량하였으며, 과반응 반사현상 및 족관절 간대성 경련이 관찰되었다.

두부 및 전척추의 단순방사선 사진, 뇌파검사, 두부, 경추부, 흉추부 C-T촬영(Fig. 5)에서도 이상소견은 보이지 않았으며 근전도는 시행하지 못하였다.

양측 족관절이하 전박부 절단술 및 여타 수술로써 창상이 치유된 후 입원 약 6개월이 지나서 단하지 보조기 및 전박절단의지, 크러치를 사용하여 어색한(wide based) 보행을 시작하였다. 이때 상하지의 근력은 정상으로 회복되었으나 족관절 간대성 경련과 과반응 반사현상은 지속되었고 이러한 상태는 1년 6개월이 지난 현재까지도 유지되고 있다.

제 3례 : 27세된 전공이 22,900 volt의 고압에 감전되어 본원에 전원되었다. 정신상태는 양호하였고 양상지, 우측, 좌대퇴부 및 두경부에 심한 조직괴사를 동반한 전격상이 있었다. 신경학적 검사에서 제12흉추신경 이하 부위는 완전마비가 되었으며 구해면체반사(bulbo-cavernous reflex)는 경미하게 있었다. 입원 12일째 전신마취중 심정지(cardiac arrest)가 있어 심폐소생술을 시행하였고, 입원 43일째 패혈증, 폐염, 비뇨기계 합병증으로 사망하였다.

전신 단순방사선 촬영상에서 골절, 탈구 및 추간판 손상은 보이지 않았고 전신상태 불량으로 근전도, 뇌파검사, 단층촬영은 시행하지 못하였다.

Name; Yang J. Chan Age; 30 yrs Sex; Male Date; 1986. 6. 26
 C.C.; Walking disturbance, both legs

(Electrical burn)

Nerve conduction study

<u>Motor conduction</u>	<u>Latency(msec)</u>	<u>Amplitude (mV)</u>	<u>Velocity(M/sec)</u>	<u>F wave</u>
Rt. peroneal N.	4.58	6.17	51.2	
Lt. peroneal N.	3.95	6.87	52.0	
Rt. tibial N.	5.00	28.13	54.0	39.58
Lt. tibial N.	5.20	18.13	50.8	38.33
Lt. Median N.	2.70	16.71	76.8	20.41
Lt. Ulnar N.	1.87	9.60	61.8	20.83
Lt. radial N.	1.87	6.56	74.9	

Sensory conduction

				<u>H reflex</u>
Rt. peroneal N.	3.25	20.62	43.0	
Lt. peroneal N.	3.29	19.37	42.5	
Rt. sural N.	3.25	20.00	43.0	26.22
Lt. sural N.	3.04	33.75	46.0	26.6
Lt. median N.	3.04	45.00	84.7	
Lt. ulnar N.	2.70	31.87	73.5	
Lt. lat. antebrachial	2.54	15.00	55.00	
Lt. med. antebrachial	2.04	6.25	68.5	
Lt. radial N.	2.54	30/0	55.0	

Somatosensory evoked potential

1. Median Nerve stimulation
 Lt. latency of N19 22.29 msec, attenuated.
2. Lt. peroneal N. stimulation
 No response
3. Lt. Post. tibial nerve stimulation
 No response

Needle EMG

<u>Lt. upper extremity</u>	<u>At rest</u>	<u>On volition</u>
Biceps	silent	CIP
Flexor carpi radialis	silent	CIP
Flexor carpi ulnaris	silent	Cip. Poly (30%)
Extensor carpi radialis	silent	CIP
Abductor pollicis brevis	P(+)	CIP
Abductor disiti quinti	increase	CIP
<u>Lt. lower extremity</u>		
Quadreiceps	silent	PIP
Peroneus longus	silent	Few motor unit
Gastrocnemius Med.	silent	PIP

Fig. 3. NCS.. The latency and amplitude of motor and sensory action potentials were within normal limit. The motor and sensory conduction velocities were within normal limit.

EMG.. Abnormal spontaneous action potentials (increased insertional activity, positive sharp wave) were noted in Lt. abductor pollicis brevis and abductor digiti quinti at rest. Few motor units were observed in Lt. peroneus longus on volition.

IMP.. Suggestive upper motor neuron disease without peripheral neuropathy.

Fig. 4. Contrast C-T scanning from level of C5 to T1 shows no evidence of abnormality in both the bony and the soft tissue structures.

고 찰

전격상에 의한 신경 손상은 그 임상 증상에 따라 다음과 같이 분류한다(Table 1)⁴⁾.

Levine 등⁴⁾에 의하면 전격상으로 인한 척수 손상은 두 종류가 있으며, 그 하나는 일시적 마비로 대부분 벼락에 의해 사지마비, 하지마비, 국소마비 및 의식소실을 보였으며 대개 수 시간이나 수일 내에 완전한 회복을 보였다고 한다. 이보다 더 심한 척수 손상은 척수 위축성마비(spinal atrophic palsy)로 알려져 있으며 저자들의 경우에는 모두 이 범주에 속한 것으로 사료되었다. 이는 상행성 마비(ascending paralysis), 근 위축성 측색 경화증(amyotrophic lateral sclerosis), 횡 척수염(transverse myelitis) 등과 유사한 소견을 보인다고 하였으며 이들은 수상 당시에는 아무런 신경학적 손상 소견이 보이지 않으나 수일 또는 수 개월이 지난 후에 사지마비, 편측마비 또는 국소 신경증세를 보이며 이런 경우엔 증상의 완전 회복은 기대하지 못한다고 하였다⁴⁾.

Fig. 5. Contrast C-T scanning from level of C5 to T2 shows no evidence of abnormality in both the bony and the soft tissue structures.

쥐를 사용한 실험적 연구에서 두부와 꼬리에 전류를 흐르게 하면 척수손상의 빈도가 높아지고 특히 후주(posterior column)가 잘 침범된다고 하였다⁵⁾. 또한 척수병변은 대부분이 불완전하며 긴장성

Table 1. Classification of neurologic disorders from electrical shock*

Cerebral syndromes: Hemiplegia, with or without aphasia; striatal syndromes; brainstem syndromes
Spinal syndromes: Spinal atrophic palsies; hematomyelia, spastic paraplegia
Peripheral nerve syndromes: Isolated or multiple radiculopathies or neuropathies

*Modified from Critchley, 1936

마비를 나타내거나 감각소실 없이 운동소실을 보이는 수가 있다고 하며 때때로 재활을 시작할때에 비로소 신경증상이 발견되는 수도 있다고 하였다¹⁾. 동물 실험에서 고압 전격상으로 인해 척수 후주에 여러 분절에 걸친 실린더 모양, 또는 둥근모양의 공동(cavity)이 발생되었고 이로 인해 척수손상 증세가 나타나는 것이라고 주장하는 사람도 있다²⁾.

그 병리조직학적 소견은 혈관 주위 출혈, 탈수초화(demyelination) 현상, 반응성 교증(reactive gliosis) 및 척수손상 환자의 부검에서는 Wallerian 퇴행성 변화가 추체로(pyramidal tract) 및 설상속(fasciculus cuneatus), 박속(fasciculus gracilis)등에 나타났으며 척수 시상로(spino-thalamic tract)의 퇴행은 보이지 않았다고 하였다³⁾. 저자들의 제 1례 및 제 2례의 경우도 감각소실 없이 과반응 반사현상 및 족부 간대성 경련이 있어 상기 부검에 의해 확인된 손상과 유사한 증상이 발현되었다. 저자들의 경우 3례 모두 입원 당시부터 상부운동신경증세를 보였으며 이는 척수 위축성 마비의 증세와 동일하였다. 제 1례에서 근전도 이상 소견에 따라 하부 경추 및 상부 흉추 분절에서 amipaque으로 대비한 C-T를 시행하였으나 병변을 확인할 수는 없었다. 첫 2례의 환자에서는 모두 조기 재활을 시도하였으나 수상 1년 6개월 후 까지도 별다른 진전없이 보조기구의 사용으로 어색한(wide based)의 보행을 할 수 있었다. 제 3례에서는 전신 상태 불량으로 수상 43일째 사망하였으며 척수완전손상의 증상은 사망시까지 회복되지 않았다.

결 론

한일병원 정형외과에서는 고압 전격상으로 척수 손상을 일으킨 3례를 경험하였다. 2례는 불완전 척수마비로 보조기 등을 사용하여 어색한(wide based) 보행을 할 수 있었고, 1례는 수상 합병증으로 입원 43일만에 사망하였다.

REFERENCES

- 1) 이선희·이원기 : 전기화상 환자 171례에 대한 관찰. 대한정형외과학회지, 8:19-28, 1973.
- 2) 이선희·조성래 : 전기화상 환자에 대한 임상적 고찰. 한일병원 임상잡지, 제 6권 제 1호 : 45-51, 1982.
- 3) Baxter, C.R.: *Present concepts in the management of major electrical injury. Surgical clinics of North America, Vol. 50. No. 6: 1401-1471, 1970.*
- 4) Farrel, D.F. and Starr, A.: *Delayed neurological sequelae of electrical injuries. Neurology, 18:601-606, 1968.*
- 5) Langworthy, O.R.: *Necrosis of the spinal cord produced by electrical injuries. Johns Hopk. Hosp. Bulletin, 51:210-216, 1932.*
- 6) Levine, N.S., Atkins, A. and Mckeel, D.W., et al.: *Spinal cord injury following electrical accidents. J. Trauma, 15:459-463, 1975.*