

수부의 고압 분사 손상

김성기 · 노시균 · 이내호 · 양경무

전북대학교 의학전문대학원 성형외과학교실

High-pressure Injection Injuries in the Hand

Seong Ki Kim, M.D., Si Gyun Roh, M.D.,
Nae Ho Lee, M.D., Kyung Moo Yang, M.D.

Department of Plastic & Reconstructive Surgery, Medical
School, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

Purpose: High-pressure injection injury is caused by accidental injection of the high-pressure injection devices in industry. The initial benign appearance of the wound fools patients into delays in an adequate treatment. And it can result in disastrous outcomes such as necrosis and amputation. To avoid the poor prognosis, the injuries require a prompt surgical intervention. The purpose of this article is to recognize the poor outcome of the high-pressure injection injury and to introduce an adequate treatment in need.

Methods: We have 4 cases of the high-pressure injection injuries in the hand from April, 2005 to March, 2009. Average age is 39 years (30 - 49 years old), 2 cases are the palm of dominant hand, 1 case is the thumb of dominant hand, and 1 case is the palm of non-dominant hand, respectively. We followed up these patients for 20 months on average. In 3 cases, the immediate, aggressive surgical intervention was carried out, but the other one was delayed in early adequate treatment. The wounds were covered by local advancement flap, anterolateral thigh free flap, conservative treatment with antibiotics and dressing.

Results: No pathogens after culture were found nor any findings of fracture in imaging study. Conservative treatment, local advancement flap and anterolateral thigh free flap for the open wound resulted in a desirable aesthetic outcome. In a long-term follow up, functional capability of the patient was also satisfactory.

Received December 2, 2009

Revised January 25, 2010

Accepted March 23, 2010

Address Correspondence: Si Gyun Roh, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Chonbuk National University Hospital, 634-18 Geuman-dong, Deokjin-gu, Jeonju 561-712, Korea. Tel: (063) 250-1860 / Fax: (063) 250-1866 / E-mail: pssroh@jbnu.ac.kr

* 본 논문은 2009년 제 67차 대한성형외과학회 학술대회에서 발표되었음.

Conclusion: Upon initial evaluation, most high-pressure injection injuries present as innocuous wounds with very few symptoms and result in delaying the proper management. And the majority of high-pressure injection injuries will produce significant morbidity to the hand, amputation. And the initial aggressive surgical debridement was needed to prevent the poor outcome. The key to success in treating high-pressure injection injuries of the hand is the prompt aggressive surgical intervention.

Key Words: High-pressure, Hand

I. 서론

1937년 Rees에 의해 처음 발표된 수부의 고압 분사 손상은 $4.2 \times 10^6 - 8.4 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ or 600 - 12,000 psi (pounds/square inch)의 힘으로 여러 가지 매질이 180 m/sec 이상의 속도로 피부 및 연조직을 통과하는 것으로, 최근 산업화의 발달에 따라 발생빈도가 점차 증가하고 있다.^{1,2}

고압 분사 손상은 흔히 외관상 작은 병변, 경미한 통증 및 부종으로 인해 초기 적극적 치료의 지연을 가져올 수 있다. 이것은 수부의 영구적 기능 손상 및 절단을 유발할 수 있으며, Hogan 등에 따르면 초기의 적극적 치료 후에도 악력 (grip strength)은 19%까지 감소하며, 세 손가락 집게력 (3-point pinch strength)는 25%까지 감소한다.³

이렇듯 비교적 드물게 발생하는 수부의 고압 분사 손상은 무엇보다도 초기 치료가 중요하고 예후에 많은 영향을 미친다.

본 교실에서는 다양한 원인에 의해 발생한 수부의 고압 분사 손상 환자에서 초기의 적극적인 치료를 통해 양호한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

2005년 4월부터 2009년 3월까지 4례의 수부의 고압 분사 손상을 경험하였다. 평균 연령은 39세 (30 - 49)였으며, 모두 남자에서 발생하였다. 손상 부위로는 2례에서는 우측 수장부, 1례는 우측 무지, 1례는 좌측 수장부였으며, 4례의 고압 분사 손상 환자 중 3례에서는 초기 적극적인 광범위 변연절

제술 및 세척술을 시행하였으나, 나머지 1례는 수상 후 개인 병원 경우 후 본원 응급실 내원하여 초기 적절한 치료의 지연이 있었다.

응급실 내원 시 방사선 검사를 통해 골절 여부를 확인하였으며, 입원기간 중 감염 및 혈류장애 등의 평가를 위해 영상학적 검사(MRI, Angiography)를 시행하였다.

또한 초기의 적극적인 수술적 처치와 함께 항생제 및 파상풍 예방주사 등의 내과적 치료를 함께 시행하였다. 또한 공기충에 의해 발생한 1례를 제외한 환자에서의 부종 및 염증 감소를 위해 평균 3일 간의 스테로이드 주사제를 사용하였다.

초기 5-7일 동안 부목 착용 후, 수부의 강직을 피하기 위해 적절한 수동 및 능동 운동치료를 시행하였다.

III. 결 과

수부에 발생한 4례의 고압 분사 손상 중 2례는 유압기, 1례는 공기충, 1례는 고압 산소 압축기에 의해 발생하였다. 비우성(non-dominant) 인지, 중지 및 수장부에 발생한다는 보고와는 달리 3례에서 우성(dominant) 무지 및 수장부에 발생하였으며, 방사선 검사 상 골절소견은 보이지 않았으나 1례에서 피하기증을 보였다.

1례에서의 피부상재균인 *S. epidermidis*의 1회 검출 외에 균배양 검사 상 병원균은 검출되지 않았으며, 평균 14일 동안 항생제 치료를 시행하였다.

피부 및 연부조직 결손에 대해 2례에서는 국소피판술과 전외측 대퇴부 유리피판술을 이용하여 복원하였으며, 1례에서는 항생제 및 드레싱을 통한 보존적 치료를 통해 치유되었으며, 1례에서는 반복적 이물 육아종의 발생으로 절제술을 시행하였다. 평균 20개월간의 추적관찰 동안 기능적, 미용적으로 만족할만한 결과를 보였다(Table I).

증례 1

49세 남자로 유압기에 의한 좌측 수장부 관통상을 입은 후 응급

실로 내원하였다. 내원 시 부종 및 통증을 호소하였으며, 방사선학적 소견 상 골절은 보이지 않았다. 적극적인 세척술 및 광범위 괴사조직 제거술 시행 후 보존적 치료를 시행하였다. MRI 상 병변 주변부로 염증 및 감염 소견 보였으며, 혈관조영술 상 수지 척측 수지동맥의 혈류 감소 외에 다른 특이소견은 보이지 않았다. 입원 3일째부터는 치료 후 관절의 강직을 방지하기 위해 수동적 관절운동을 시행하였다. 입원 12일째 병변 부위에 변연절제술 및 국소피판술 시행하였다. 퇴원 후 15개월간의 추적관찰 동안 합병증은 발생하지 않았으며 재활치료 후 운동기능은 정상적으로 회복되었다.

증례 2

30세 남자로 3일전 발생한 유압기로 인한 우측 수배부 및 수장부 관통상을 주소로 응급실로 내원하였다. 수상 후 개인병원에서 광범위 절제술 및 세척술 등 적극적인 치료 없이 3일간의 보존적 치료 후 내원한 상태로 병변부에 삼출물 및 홍반, 부종의 염증 소견 보였으며 통증 또한 심하였다. 당일 세척술 및 괴사조직 제거술 시행하였다. 방사선학적 소견 상 근, 인대, 중수골 및 수근골의 이상은 보이지 않았으며 입원기간 동안의 2차례의 세척술 및 괴사조직 제거술 후 병변 호전 보여 입원 15일째 퇴원하였다. 그러나 3년의 추적관찰 동안 이물 육아종이 수부 및 손목 부위에 총 3차례 발생하여 제거술을 시행하였다. 이물 육아종 외에 다른 합병증은 발생하지 않았으며 수부의 운동기능 역시 재활치료를 통하여 정상적으로 회복되었다(Fig. 1).

증례 3

35세 남자로 우측 무지에 공기충에 의한 고압 분사 손상으로 내원하였으며, 부종 및 통증 외에 다른 특이 소견은 보이지 않았다. 방사선학적 소견 상 수부 및 전완부 피하 기종 관찰되었고, 전신적 감염 및 혈액 검사 소견은 정상이었다. 개방성 창상 및 피하기증은 항생제와 드레싱을 이용한 보존적 치료로 치유되었다. 17개월 간의 추적관찰 동안 합병증은 발생하지 않았으며, 운동기능은 정상적으로 회복되었으며, 방사선학적 소견 역시 정상화 되었다(Fig. 2).

증례 4

42세 남자로 우측 수장부 고압 산소 분사 손상으로 내원하였으며, 우측 수장부 연부조직 결손과 3도의 화염화상 보였으며, 전신

Table I. Summary of Cases

Case	Age	Sex	Follow-up (mo)	Site	Immediate surgical intervention	Operative procedure	Functional outcome
1	49	M	15	Left palm	○	Debridement & Local flap	Good
2	30	M	36	Right hand	×	Excision of foreign body granuloma	Good
3	35	M	17	Right thumb	○	Conservative treatment	Excellent
4	42	M	12	Right palm	○	ALT free flap	Good

ALT, anterolateral thigh.

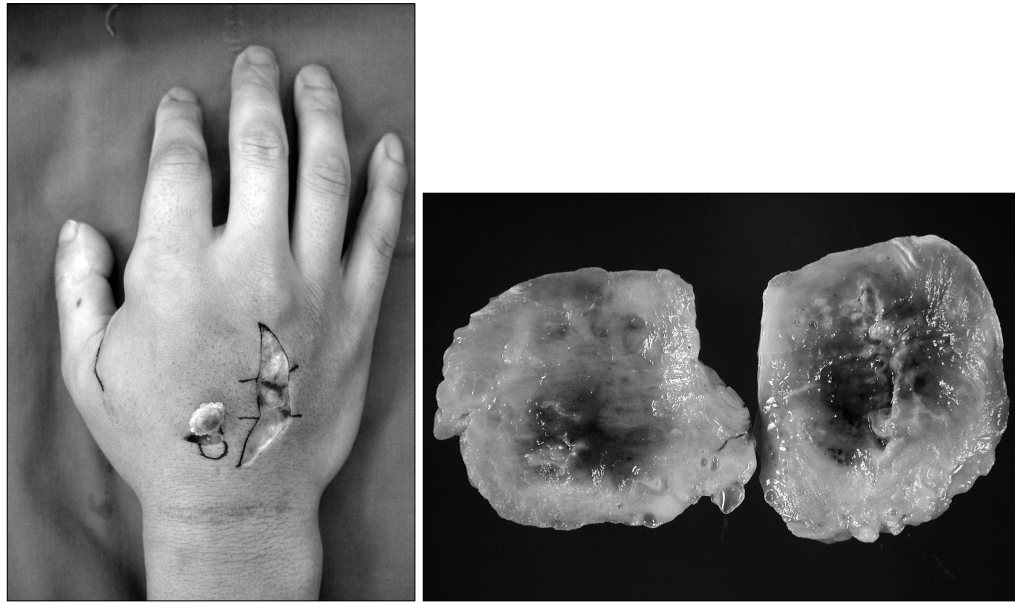


Fig. 1. A 30-year-old man had a penetration injury by oil press. (Left) The intraoperative finding of recurrent foreign body granuloma after 12 months. (Right) Section of foreign body granuloma.



Fig. 2. A 35-year-old man had an air gun injury in the right thumb. (Left) X-ray shows the subcutaneous emphysema in the right forearm. (Center) After 17 months, the subcutaneous emphysema was absorbed with conservative treatment. (Right) Subcutaneous emphysema in the subcutaneous tissue and intramuscular region on the three plains of upper extremity CT.

마취 하에 광범위 변연절제술 시행하였다. 입원 시 적극적인 보존적 치료의 시행에도 병변부 괴사 진행되어 입원 12일째 광범위 변연절제술 시행하였다. 절제술 후에도 괴사조직은 우측 수장부와 제 1지간 및 수배부까지 확장되었다. 입원 15일째 촬영한 MRI 상 감염 및 염증, 괴사 등 진행소견은 보이지 않았다. 수부의 피부 및 연부조직의 결손은 전외측 대퇴부 유리피판술을 이용하여 복원하였다. 12개월간의 추적관찰 동안 감염 및 재발 소견은 보이지

않았으며 수부의 운동기능은 재활치료를 통해 정상의 90%까지 회복되었다 (Fig. 3).

IV. 고 찰

드물게 발생하는 수부의 고압 분사 손상은 기름, 페인트,

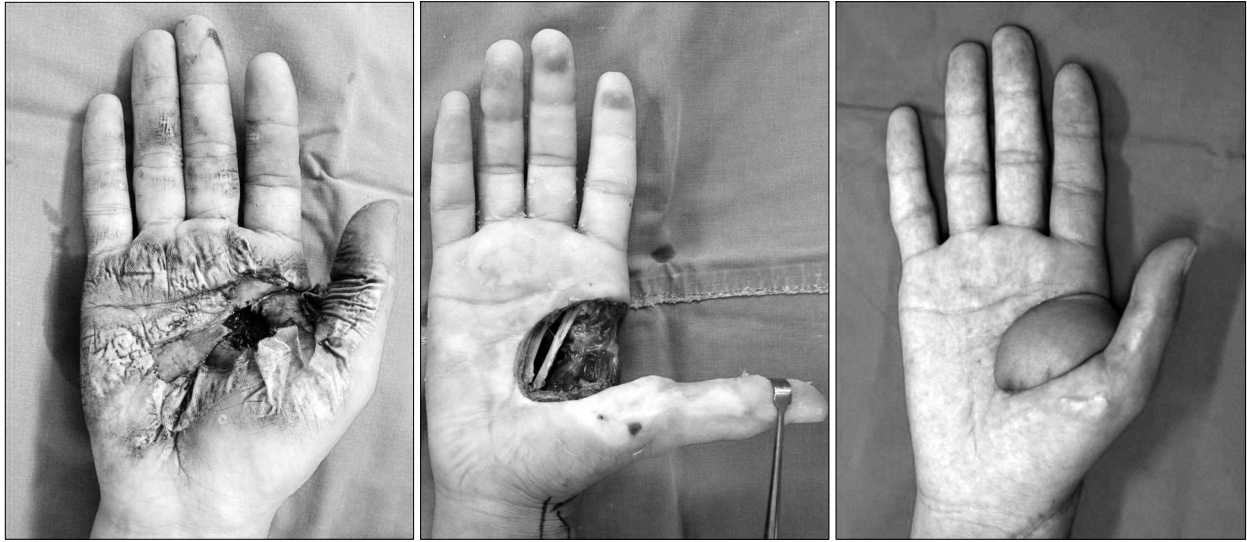


Fig. 3. A 42-year-old man had a thermal, high pressure injection injury in the right palm of hand. (Left) There was shown a skin and soft tissue defect & 3rd degree flame burn. (Center) After debridement in 30 days, the necrotic change was extended in the 1st web space. (Right) In the palm & 1st web space of right hand, the skin & soft tissue defect was covered with antero-lateral thigh free flap.

유압유, 공기 등의 매질이 고압 분사기를 통해 분사되어 수부의 피부 및 연부조직을 투과하여 발생하는 것으로 주로 비우성 (non-dominant) 인지 및 중지, 수장부에 발생한다.

Verhoven 등은 물질의 투과 압력이 조직의 손상에 있어서 가장 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 투과 후 높은 압력으로 작아져 있던 매질은 낮아진 압력 하에 양이 늘어나며 늘어난 매질은 근막 및 인대 사이의 접촉면을 통해 주위로 팽창 된다. 이러한 팽창의 정도는 분사의 밀도, 속도 및 조직의 저항에 따라 결정된다. 이러한 투과 시 압력에 의한 직접적 접촉으로 인한 손상 외에도 투과 물질에 의한 연부조직의 손상 또한 중요한 역할을 한다. 투과 물질의 독성은 조직의 파괴, 혈관 연축, 혈전 형성, 감염을 일으키며, 물질 자체의 특성에 의해 조직의 손상과 동반되어 감염, 육아종, 국소적 패혈증 및 괴사를 일으킨다.^{4,5}

투과된 물질의 종류, 양, 독성, 수상 후 적극적인 치료 시기까지의 기간, 수상 부위 및 이차적인 감염 등이 예후에 영향을 미치며 페인트, 그리스, 오일 등에 의한 손상은 예후가 좋지 않은 반면 물, 공기 등은 비교적 예후가 좋다고 보고되고 있다.^{1,5,6}

고압 분사 손상은 병변부가 작고 초기 증상이 경미해 의료진으로 하여금 치료의 지연을 가져올 수 있고 이는 추후 심한 부종 및 통증, 감염 등을 초래하며, 이런 경우 적극적인 치료의 시행 후에도 좋지 않은 결과를 초래하는 경우가 흔하다. 또한 고압 분사 손상은 초기에 적극적이고 적절한 치료를 시행한다 하더라도 절단율이 48%까지 높다는 보고가 있듯, 예후가 나쁜 경우가 많기 때문에 의료진이 초기의 적극적인 치

료의 중요성을 인식하고 적절한 치료가 시행되어야 하겠다.⁷

따라서 고압 분사 손상 시 초기에 외과적 광범위 변연절제술 및 이물제거술이 필요하며 이와 함께 감염 방지를 위해 항생제 및 파상풍 예방 주사 등 내과적 치료가 동반되어야 한다. 적정량의 스테로이드의 사용은 부종 및 염증을 감소시켜주는데 효과가 있다.

수상 직후 방사선 검사를 통해 골절 여부를 확인하여야 하며, 치료기간 동안 방사선학적 검사를 통해 감염, 피집 정도 및 혈류장애 여부를 확인하여야 한다. 또한 창상 호전 후 생길 수 있는 수부의 강직 및 병변부의 기능적 손상의 정도를 줄이기 위해 적절한 재활치료가 병행되어야 한다.

고압 분사 손상 후 재건은 병변부의 결손의 정도에 따라 결정되게 된다. 재건에는 국소피판술, 피부이식술, 원거리 피판술 및 유리피판술 등이 이용되게 되는데 저자들은 1례에서는 보존적 치료, 2례에서는 국소피판술, 1례에서는 유리피판술을 시행하였다. 가능한 재건 범위 및 큰 수술을 피하기 위해서는 너무 광범위한, 건강한 조직의 광범위 외과적 절제술은 피해야 한다.

변연절제술 시 수지 신경차단은 주위 신경, 혈관 압박으로 증상의 악화를 초래할 가능성이 있고, Esmarch bandage 나 부종을 감소시키기 위해 냉찜질을 사용하는 것은 조직의 허혈을 가져오기 때문에 피해야 한다. 또한 투과된 물질의 제거를 위해 용매제의 사용은 조직의 파괴를 유발할 수 있고, 조직의 압력 감소를 위한 절개술의 시행은 투과된 물질의 팽창 및 확장을 유발하기 때문에 주의하여야 한다.⁴

대개 근로자의 조작 미숙과 부주의에 의해 발생하는 고압

분사 손상은 일이 끝날 무렵이나 교대시간 등 집중력이 떨어지는 시간에 주로 발생하며, Valentino 등은 단지 기계적인 문제에 의한 발생빈도는 25%에 불과하다고 보고하였다. 이렇듯 기능 저하 및 절단 등의 좋지 않은 예후를 일으키는 수부의 고압 분사 손상에 있어서 가장 좋은 치료는 예방과 주의일 것이라 사료된다.⁵

V. 결 론

수부에 발생하는 고압 분사 손상은 초기의 경미한 병변 및 증상으로 인해 의료진으로 하여금 적극적 치료의 지연을 가져오고 이것은 흔히 기능적 손실 및 절단 등의 좋지 않은 예후를 가져올 수 있다. 고압 분사 손상에 대한 4례의 경험적 치료와 문헌고찰을 통해 고압 분사 손상 시 초기 적극적 치료의 지연에 대한 병변의 심각성 및 예후에 대해 알고, 손상 후 적극적 세척술 및 변연절제술을 통한 적절한 치료를 시행하여야 한다.

REFERENCES

1. Sirio CA, Smith JS Jr, Graham WP 3rd: High-pressure injection injuries of the hand. a review. *Am Surg* 55: 714, 1989
2. Christodoulou L, Melikyan EY, Woodbridge S, Burke F: Functional outcome of high-pressure injection injuries of the hand. *J Trauma* 50: 717, 2001
3. Hogan CJ, Ruland RT: High-pressure injection injuries to the upper extremity: A review of the literature. *J Orthop Trauma* 20: 503, 2006
4. Verhoeven N, Hiermer R: High-pressure injection injury of the hand: An often underestimated trauma: Case report with study of the literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 3: 27, 2008
5. Valentino M, Rapisarda V, Fenga C: Hand injuries due to high-pressure injection devices for painting in shipyards: circumstances, management and outcome in twelve patients. *Am J Ind Med* 43: 539, 2003
6. Tanaka Y, Tajima S, Yamamoto Y, Matsumoto K, Ohta T, Yasuda T: Successful reconstruction of a high-pressure injection injury of the hand using a first web flap of the foot. *J Reconstr Microsurg* 9: 55, 1993
7. Wong TC, Ip FK, Wu WC: High-pressure injection injuries of the hand in a Chinese population. *J Hand Surg Br* 30: 588, 2005