화학 화상의 최근 원인 물질에 관한 임상적 연구

신치호 · 유성훈 · 김지훈 · 김동철

분당제생병원 성형외과, 화상재건센터

A Clinical Study on Recent Causing Agents of Chemical Burns

Chi Ho Shin, M.D., Sung Hoon Yu, M.D., Ji Hoon Kim, M.D. and Dong Chul Kim, M.D., Ph.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Advanced Burn Reconstruction Center, Bundang Jesaeng General Hospital, Seongnam, Korea

Purpose: Due to rapid changes in the industrial structure in last decade, the wider various types of chemical agents were introduced. Burn surgeons should be well-informed with rapid changes of chemical burns. We present the recent incidence trends of causing agents of chemical burns.

Methods: From 2010 to 2019, 92 chemical burn victims were included in this study. A retrospective study was made about the type, distribution and incidence of the causing agents of chemical burns. Initial treatments of most chemical burn wounds are copious saline irrigation by tap water, except hydrofluoric acid burn cases managed by 10% calcium gluconate injection. In alkali chemical burns on extremity, if thin eschars appear in postburn 2 ~ 3 days, acute early surgical escharectomy and split thickness skin graft were done.

Results: More than 9 types of major chemicals causing chemical burns were surveyed, and the most common causing agent of chemical burns was Hydrofluoric acid (23.9%) followed by Acetic acid (19.6%) and Sodium hydroxide (8.7%).

Conclusion: From 2010 to 2019, changes in the causing agent of chemical burns are that the types of major causing agents of chemical burns have increased and the distribution and incidence of causing agents have changed compared to previous reports. According to this study, more than 9 types of major chemicals causing chemical burns were surveyed, and the most common causing agent of chemical burns was Hydrofluoric acid (23.9%) followed by Acetic acid, Sodium hydroxide. (**J Korean Burn Soc 2020;23:7-12**)

Key Words: Burns, Chemical burns, Injury, Incidence, Hydrofluoric acid

서 론

최근 현대 사회는 급격하게 산업화가 진행되면서 개발된 많은 여러 종류의 화학 물질들이 특수 직업, 일상생활, 레저 활동, 취미 생활 등에서 여러 형태로 다양하게 사용되고 있다. 이에 따라 일어나는 화학 화상들도 다양해지고 빈번해지고 있는 실정이다¹⁾. 발생하는 화학 화상의 양상과 역학은 지역 간 또는 국가 간 많은 차이를 보이고 있으며, 2012년

Hunter 등¹⁾에 의하면 화학 화상의 발생은 지역적으로 전체 피부 화상 중 10%를 차지하며 화상으로 인한 사망 중 30%를 차지하는 것으로 보고되고 있다. 화상 전문가는 화학 화상의 적절한 진료를 위해 화상의 다양한 원인 물질의 종류와 분포, 이들이 인체에 미치는 위험성에 대해 숙지하고 있어야 한다.

저자들은 2010년부터 2019년까지 최근 10년간 경험한 화학 화상 환자를 대상으로, 화학 화상의 원인 물질의 종류와 분포, 발생 빈도에 대한 연구와 그에 대한 치험을 문헌 고찰과 함께 제시하고자 한다.

접수일: 2020. 5. 6, 수정일: 2020. 5. 18, 승인일: 2020. 5. 18
책임저자: 김동철, 경기도 성남시 분당구 서현로 180번길 20
☎ 13590, 분당제생병원 성형외과, 화상재건센터
Tel: 031-779-0281, Fax: 031-779-0164
E-mail: nevus@naver.com

대상 및 방법

2010년부터 2019년까지 화상센터에 내원한 화상 환자 중

화학 화상 환자 92명을 대상으로 하였다. 대상 환자들의 화학 화상의 원인 물질의 종류와 분포, 발생 빈도에 대하여 후향적 연구를 진행하였다.

화학 화상의 초기 치료로 내원 즉시 차가운 흐르는 물을 이용한 지속적인 세척을 하였다. 적어도 20분 이상 세척하고, 작열감이 남아있다면 1~2시간 이상까지 추가로 시행하였다.

Hydrofluoric acid에 의한 화상을 입은 경우에는 화상 부위에 10% calcium gluconate를 피하 혹은 피내 주사하거나 혹은 mixed solution (10 mL of 10% calcium gluconate with 50 mL of 5% D/W)을 지속 동맥 주사하였다²⁾. 사지부에 발생한 염기 화학 화상의 경우에는 환부에 초기 수상 후 2~3일 이내에 가피가 형성되면, 가능한 즉시 매우 이른 가피 절제술(acute early surgical escharectomy)을 시행하고 부분층 피부 이식술로 재건을 시행하였다.

1. 증례 1

63세 남자로 정비소에서 일하던 중 불산(Hydrofluoric acid, HF)에 좌측 엄지 손가락이 노출되어 화상을 입은 환자이다. 내원 당시 심한 통증을 호소하였고 검갈색의 피부 색깔 변화와 일부 피부 괴사 양상을 보였다. 내원 즉시 10% calcium gluconate를 환부와 주변 부위에 피하주사하였다. 보존적 치료를 시행하여 창상치치하였으며, 합병증으로 불규칙한 선상 변형된 손톱의 자람이 보였다(Fig. 1).

2. 증례 2

73세 여자로 본인 팔과 얼굴의 반점을 제거하기 위해 아세트산(Acetic acid, CH_3COOH)을 피부에 바른 후 화학 화상을 입은 환자이다. 내원 당시 밀랍색 가피가 발생되어 수상 후 9일째 가피절제술과 부분층 피부 이식술을 시행하였다. 수술 3주 후 환부는 치유된 상태를 보였다(Fig. 2).

3. 증례 3

23세 남자로 수산화나트륨(Sodium hydroxide, NaOH)을 포함한 오븐클리너로 세척 작업 중 우측 손을 노출되어 화학 화상을 입은 환자이다. 수상 2일째 내원 당시 손등에 은회색 가피가 형성되어 있었다. 수상 후 4일째 조기 가피절제술과 부분층 피부이식술을 시행하였다. 3달 후 환부는 치유된 상태를 보였으며 정상적 수부 굴곡 및 신전을 보였다(Fig. 3).

결 과

환자군의 나이는 6~84세였다. 남녀 비율은 남자가 59명, 여자가 33명으로 1.8:1이었다. 2010년부터 2019년까지 최근 10년간 화학 화상의 원인 물질 중 가장 많은 것은 Hydrofluoric acid 22명(23.9%)이었고, Acetic acid 18명(19.6%), Sodium hydroxide 8명(8.7%), Sulfuric acid 7명(7.6%), Sodium hypochloride 6명(6.5%), Cement 4명(4.3%), Hydrochloric acid 3명(3.3%), Phenol 3명(3.3%), Chloroform 1명(1.1%),

Fig. 1. The 63-year-old man had hydrofluoric acid (HF) burn during mechanic work. (A) The deep bluish discoloration of distal phalanx of left thumb with marked pain. (B) 10% calcium gluconate injection with 30 G needle was done immediately at the burned left index after arrival at the hospital. (C) At postburn 5 days, partial skin necrosis was seen. (D) Follow up at postburn 1 month, healed his left thumb with irregular vertical striae on finger nail was noted.

Fig. 2. The 73-year-old female had suffered acetic acid (CH_3COOH) burn on her arm and face. She used acetic acid herself to remove the nevus. (A, B) At postburn 3 days, waxy dark brown colored thick eschars on forearm and left temporal area were shown. (C) At postburn 9 days, debridement and split thickness skin graft was done. (D, E) At postburn 3 weeks, well healed her face and neck was noted.

Fig. 3. The 23-year-old man had suffered from sodium hydroxide (NaOH) chemical burn on his right hand. (A) At postburn 2 days, the gray colored eschars on right dorsum of hand was seen. (B, C) At postburn 4 days, early tangential escharectomy and STSG was done. (D, E) At 3 months after operation, healing state was shown.

Ethylene glycol 1명(1.1%), Ethyleneimine 1명(1.1%), Formaldehyde 1명(1.1%), Formic acid 1명(1.1%), Potassium hydroxide 1명(1.1%), Sodium percarbonate 1명(1.1%), Thinner 1명(1.1%), 기타(원인 불명, 성분을 모르는 복합화합물, 생약제제, 민간약제 등) 13명(14.1%)순이었다. 3건 이상의 화학 화상을 일으킨 원인 물질을 화학 화상의 주요 원인 물질로 정하였고 2010년부터 2019년까지 최근 10년간

Table 1. Distribution of Chemical Burn Patients by Various Types of Causing Agents During 2010~2019 (N=92)

Causing agent	Case (No.)	Percent (%)
Hydrofluoric acid	22	23.9
Acetic acid	18	19.6
Sodium hydroxide	8	8.7
Sulfuric acid	7	7.6
Sodium hypochloride	6	6.5
Cement	4	4.3
Hydrochloric acid	3	3.3
Phenol	3	3.3
Chloroform	1	1.1
Ethylene glycol	1	1.1
Ethyleneimine	1	1.1
Formaldehyde	1	1.1
Formic acid	1	1.1
Potassium hydroxide	1	1.1
Sodium percarbonate	1	1.1
Thinner (ethylacetate)	1	1.1
Etc.	13	14.1
Total No. (N)	92	100

More than 9 types of major chemicals causing chemical burns were surveyed, and the most common causing agent of chemical burns was hydrofluoric acid followed by acetic acid, sodium hydroxide, etc. *N means total number of chemical burn patients.

화학 화상의 주요 원인 물질의 종류는 9가지 이상으로 조사되었다(Table 1, Fig. 4). 산-염기로 구분하면 산 화상 52명(56.5%), 염기 화상 13명(14.1%), 기타 27명(29.3%)순이었다(Table 2).

고 찰

1. 화학 화상의 원인 물질(causing agent)의 변화

한국에서의 화학 화상의 원인에 대한 보고로는 김 등(1997)의 연구에 의하면, 1986년부터 1994년 사이에 단일 기관에서 치료한 화학 화상의 원인 화학 물질은 Sulfuric acid (28.2%)가 가장 많으며 이후 Sodium hydroxide (17.9%), Hydrochloric acid (12.8%), Acetic acid (6.4%), Nitric acid (5.1%), Ethylene glycol (2.6%)순이었다³⁾.

우 등(1999)의 연구에 따르면, 1988년부터 1999년 사이에 단일 기관에서 치료한 화학 화상의 원인 화학 물질은 Sulfuric acid, Acetic acid, Sodium hydroxide (16.1%)가 가장 많고 이후 Hydrochloric acid (13.0%), Lye (6.5%)순이었다⁴⁾.

오 등(2002)의 연구에 따르면, 1998년부터 2002년 사이에

Table 2. Distribution of Chemical Burn Patients by Acid-Base of Causing Agent During 2010~2019

Causing agent (acid-base)	Case (no.)	Percent (%)
Acid	52	56.5
Base	13	14.1
Etc.	27	29.3
Total	92	100.0

Fig. 4. Distribution of chemical burn patients by various types of causing agents during 2010~2019 (N=92). More than 9 types of major chemicals causing chemical burns were surveyed, and the most common causing agent of chemical burns was hydrofluoric acid followed by acetic acid, sodium hydroxide, etc. N means total number of chemical burn patients.

단일 기관에서 치료한 화학 화상의 원인 화학 물질은 Acetic acid (24.6%)가 가장 많으며 이후 Sulfuric acid, Hydrofluoric acid (10.1%), Hydrochloric acid (8.6%), Sodium hydroxide (7.2%), Nitric acid (4.3%)순이었다⁵⁾.

류 등(2009)의 연구에 따르면, 2000년부터 2009년 사이에 단일 기관에서 치료한 화학 화상의 원인 화학 물질은 Acetic acid (37%)가 가장 많으며 이후 Hydrofluoric acid (20%), Hydrochloric acid (13%), Thinner (10%)순이었다⁶⁾.

본 연구에 따르면, 2010년부터 2019년 사이에 화학 화상의 원인 화학 물질은 Hydrofluoric acid (23.9%)가 가장 많으며 이후 Acetic acid (19.6%), Sodium hydroxide (8.7%), Sulfuric acid (7.6%), Sodium hypochlorite (6.5%), Cement (4.3%), Hydrochloric acid (3.3%), Phenol (3.3%)순이었다 (Table 1, Fig. 4).

연대별 국내 화학 화상의 가장 많은 원인 화학 물질을 보면 1990년대 Sulfuric acid, 2000년대 Acetic acid로 보고 되었으나³⁻⁶⁾, 본 연구에 따르면 2010년부터 2019년까지 최근 10년간 2010년대는 Hydrofluoric acid (HF)로 나타나 연대에 따라 변화가 있다고 보여진다. 이는 2000년 이후 국내 산업에서 HF의 사용이 금속과 크리스탈의 세척, 유리가공, 먼지 및 녹 제거, 반도체 칩의 제조 등에서 급격히 늘어난 영향으로 사료된다. 또한 새로운 화학화합물의 개발도 많이 이루어져 화학 화상을 일으키는 화학물질의 종류도 다양해졌음을 알 수 있다. 1986년부터 2009년의 한국 화학 화상에 대한 연구들에서는 주요 화학 물질의 종류가 3~5가지 가량으로 보고되었으나³⁻⁶⁾, 본 연구에 따르면 2010년부터 2019년까지 최근 10년간 화학 화상을 유발하는 주요 화학 물질은 9가지 이상으로 조사되었다(Fig. 5). 이러한 화학 화상 원인 물질의 변화 양상을 숙지한다면 화학 화상의 원

인 물질에 따른 적절한 치료를 대비하는 것에 도움이 될 것으로 사료된다.

2. 일반적인 처치

화학 화상의 정도는 원인 화학 물질의 농도와 피부 접촉 시간과 관련이 있다. 따라서 원인 화학 물질이 피부에 스며 들어 화학 화상이 진행되는 것을 막기 위하여 원인 화학 물질의 즉각적 제거가 필수적이다. 초기 치료를 할 때 중요한 것은 차가운 흐르는 물로 세척하여 잔존 원인 화학 물질을 제거하는 것이 모든 치료에 선행되어야 한다는 것이다. 적어도 20분 이상 차가운 흐르는 물로 세척하고, 작열감이 남아있다면 1~2시간 추가로 시행하여주는 것이 권장된다. 화학 화상, 특히 산-염기 관련 화학 화상을 치료할 때 화학물질을 사용한 중화를 하게 되면, 중화열로 인하여 화상이 더욱 깊어질 수 있으므로 중화물질(antidote)을 사용하지 않는 것이 권장된다⁷⁾.

3. 화학물질별 처치

불산은 무기산으로서 피부 손상을 일으키며 전신적으로 흡수되어 저칼슘혈증을 일으킬 수 있다. 불산 화상에 대해서는 응급처치로 먼저 흐르는 물로 세척하고 칼슘이 포함된 겔을 외용제로 사용할 수 있으며, 병원에 내원하여 지속된 통증과 심한 환부를 보이는 경우에는 칼슘이 포함된 용액을 피하, 피내, 정맥내, 동맥내 투여할 수 있다. 저칼슘혈증에 대하여 감시하며 필요시 교정하여야 한다고 알려져 있다^{2,7)}.

염산, 황산 등은 강산으로서 피부 손상을 일으킨다. 강산 화상에 대해서는 먼저 흐르는 물로 세척하는 것이 중요하며 일반적인 경우 염기로 중화를 하지 않는다고 알려져 있

Fig. 5. Changes in distribution of chemical burn patients by various types of causing agents in recent decades³⁻⁶⁾. Changes in the causing agents of chemical burns are that the types of major causing agents of chemical burns have increased and the distribution and incidence of causing agents have changed compared to previous reports. The most common causing agent of chemical burns in 2010~2019 (2010s) was hydrofluoric acid, compared with acetic acid in 2000s and sulfuric acid in 1990s.

다^{7,8)}.

시멘트, 수산화나트륨, 수산화칼슘 등은 강염기로서 피부 손상을 일으키며 단백질을 변성을 일으켜 흔히 피부 깊숙히 침투한다. 강염기화상에 대해서 먼저 흐르는 물로 세척하는 것이 중요하다고 알려져 있다^{7,9,10)}. 이러한 강염기 화상은 진행되어 흔히 피부 전층을 피부를 침투하는 경향이 있어 수상 후 가피가 발생된 경우에는 2~3일의 빠른 시일에 가피 절제와 더불어 부근의 잔존하는 강염기를 제거한 후 피부이식술을 시행하여 빠른 회복과 좋은 결과를 얻을 수 있겠다.

황화수소는 점막과 호흡기 자극을 일으키며 중추신경계 영향을 줄 수 있다. 피부 자극은 대개 심하지 않다. 황화수소 화상에 대해서는 보존적 치료가 우선이며 Hydrocortisone을 고려할 수 있다고 알려져 있다^{7,11)}.

페놀(Phenol)은 피부와 폐를 통해 흡수되며 피부 손상과 중추신경계, 심장기능에 영향을 줄 수 있다. 페놀 화상에 대해서는 polyethylene glycol (PEG), isopropanol, glycerol을 사용하여 피부 잔존 물질을 제거할 수 있다고 알려져 있다^{7,12)}.

백린(White phosphorus) 화상에 대해서는 0.5% copper sulfate로 세척할 수 있다고 알려져 있다^{7,13)}.

결 론

2010년부터 2019년까지의 한국의 화학 화상의 원인 물질의 변화 양상은 이전의 보고들에 비하여 화학 화상의 주요 원인 물질의 종류가 많아지고, 원인 물질의 분포와 발생 빈도가 달라졌다는 것이다. 본 연구에 의하면 2010년부터 2019년까지 최근 10년간 화학 화상의 주요 원인 물질의 종류는 9가지 이상으로 조사되었고, 발생 빈도는 가장 많은 원인 물질이 Hydrofluoric acid (23.9%)이었으며, 다음으로 Acetic acid (18.6%), Sodium hydroxide (8.7%)순이었다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have no financial disclosures or conflicts

of interest to declare.

REFERENCES

- 1) Hardwicke J, Hunter T, Staruch R, Moiemmen N. Chemical burns - an historical comparison and review of the literature. *Burns* 2012;38:383-387.
- 2) Mckee D, Thoma A, Bailey K, Fish J. A review of hydrofluoric acid burn management. *Plast Surg* 2014;22:95-98.
- 3) Kim DH, Jang YC, Kim DC. A Clinical Study of Chemical Burns. *J Korean Burn Soc* 1997;24:122-132.
- 4) Woo JW, Han DC, Park DH. A Treatment of Chemical Burn Caused by Chemicals, Acid and Alkalies. *J Korean Burn Soc* 1999;2:105-110.
- 5) Oh SK, Lee JW, Jang YC, Oh SJ. Analytic Study of Chemical Burn. *J Korean Burn Soc* 2002;5:142-147.
- 6) Ryu AY, Hur GY, Lee DL. A Clinical Observation of Chemical Burn. *J Korean Burn Soc* 2009;12:131-134.
- 7) ISBI Practice Guidelines Committee, Advisory Subcommittee, Steering Subcommittee. ISBI Practice Guidelines for Burn Care, Part 2. *Burns* 2018;44:1617-1706.
- 8) Alexander W, Coghlan P, Greenwood J. A ten-year retrospective analysis of cement burns in a tertiary burns center. *J Burn Care Res* 2014;35:80-3.
- 9) Chung JY, Kowal-Vern A, Latenser BA, Lewis 2nd RW. Cement-related injuries: review of a series, the National Burn Repository, and the prevailing literature. *J Burn Care Res* 2007;28:827-34.
- 10) Alexander W, Coghlan P, Greenwood J. A ten-year retrospective analysis of cement burns in a tertiary burns center. *J Burn Care Res* 2014;35:80-3.
- 11) Akter F. The role of hydrogen sulfide in burns. *Burns* 2016; 42:519-25.
- 12) Lin TM, Lee SS, Lai CS, Lin SD. Phenol burn. *Burns* 2006; 32:517-21.
- 13) Barillo DJ, Cancio LC, Goodwin CW. Treatment of white phosphorus and other chemical burn injuries at one burn center over a 51-year period. *Burns* 2004;30:448-52.