

원 저

최근 국내 일산화탄소 중독의 역학적 특징: 일개 응급의료센터의 후향적 코호트 연구

울산대학교 의과대학 응급의학교실

최병호 · 전 진 · 유승목 · 서동우 · 김원영 · 오범진 · 임경수 · 손창환

Recent Epidemiologic Features of Carbon Monoxide Poisoning in Korea:
A Single Center Retrospective Cohort Study

Byung Ho Choi, M.D., Jin Jeon, M.D., Seung Mok Ryoo, M.D., Dong Woo Seo, M.D.,
Won Young Kim, M.D., Bum Jin Oh, M.D., Kyoung Soo Lim, M.D., Chang Hwan Sohn, M.D.

Department of Emergency Medicine, Ulsan University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The aim of this study was to describe the epidemiologic characteristics of adult patients with carbon monoxide poisoning who presented to the emergency department in recent years.

Methods: This was a retrospective cohort study on adult consecutive patients with carbon monoxide (CO) poisoning who presented to the emergency department of a tertiary care university-affiliated hospital from January 1, 2008 to December 31, 2011.

Results: A total of 91 patients were included in this study; there were 56(61.5%) unintentional and 35(38.5%) intentional poisonings. For the unintentional CO poisonings, the principal sources of exposure to CO were fire (39.3%), charcoal (17.9%), briquette charcoal (7.1%), wood burning boiler (7.1%), gas boiler (5.4%), automobile heater (3.6%), briquette boiler (3.6%), firewood (3.6%), and other items (12.5%). For the intentional CO poisonings, the sources were ignition charcoal (60.0%), briquette (31.4%), charcoal (5.7%) and butane gas (2.9%). For the unintentional CO poisonings, the places of poisoning were the home (58.9%), workplace (10.7%), public accommodation (8.9%), tent (8.9%), automobile (3.6%) and parking place (1.8%). For the intentional CO poisonings, the places of poisoning were the home (77.1%), public accommodation (11.4%) and automobile (11.4%). The proportion of intentional CO poisonings among total poisonings has increased significantly in recent years; 0.0% in 2008, 3.3% in 2009, 5.5% in 2010, and 29.7% in 2011.

Conclusion: This study showed that in recent years in Korea, the source of CO has diversified broadly and intentional CO poisonings from burning ignition charcoal or briquettes has increased. Prevention efforts should consider these factors.

Key Words: Carbon monoxide, Poisoning, Epidemiology

서 론

무색, 무취, 무미, 비자극성 가스인 일산화탄소는 탄소

가 포함되어 있는 물질이 불완전 연소될 때 발생한다. 이러한 일산화탄소에 의한 중독은 전세계적으로 심각한 이 환율과 사망률을 보이는 중독 중의 흔한 원인이다.

우리나라의 경우 1970~1980년대에 발생한 일산화탄소 중독의 대부분은 연탄보일러에 의한 비의도적 중독으로 자살 시도에 의한 의도적 중독 보고는 없었다¹⁻³⁾. 1986년 1월부터 1997년 3월까지 일개 대학병원으로 내원하였던 일산화탄소 중독 환자들을 대상으로 한 연구에서도 93.9%가 연탄보일러에 의한 비의도적 중독이었으며,

투고일: 2012년 8월 21일 게재승인일: 2012년 10월 19일

책임저자: 손 창 환
서울특별시 송파구 풍납2동 388-1
울산대학교 의과대학 서울아산병원 응급의학과
Tel: 02) 3010-3350, Fax: 02) 3010-3360
E-mail: schwan97@gmail.com

1.7%만이 자살 목적으로 폐쇄된 공간에서 연탄을 피운 의도적 중독이었다⁴⁾. 그러나 허 등의 연구에 따르면, 2008년 9월 8일 유명 연예인이 일산화탄소 중독으로 자살한 사건이 보도된 이후 일산화탄소 중독에 의한 자살 시도 빈도가 증가하는 것으로 나타났다⁵⁾. 이전과 비교하여 난방 원료 변화로 인해 비의도적 일산화탄소 중독의 원인이 다양화되고, 자살 시도자들의 수적 증가와 더불어 일산화탄소 중독이 자살의 한 방법으로 널리 알려지기 시작하였기 때문에 일산화탄소 중독 환자들에 있어서도 역학적 특성이 이전과 비교하여 많은 변화가 있을 것으로 사료된다. 일산화탄소 중독을 예방하고, 중독 발생 시 이환을 및 사망률을 감소시키기 위한 대책을 마련하기 위해서는 일산화탄소 중독 환자들의 역학적 특성을 확인하는 것이 매우 중요하다. 그러나 최근 국내에서 발생하는 일산화탄소 중독의 역학적 특성에 대한 연구 보고는 미흡한 실정이다.

이에 저자들은 최근 수년 간 일개 대학병원 응급의료센터로 내원했던 일산화탄소 중독 환자들을 대상으로 하여 역학적 특성을 알아보려고 하였다.

대상과 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2008년 1월부터 2011년 12월까지 일개 대학병원 응급의료센터로 내원한 15세 이상의 급성 일산화탄소 중독 환자들을 대상으로 하였다. 일산화탄소 중독의 진단은 일산화탄소 발생원에 대한 노출 병력 및 초기 일산화탄소 헤모글로빈(carboxyhemoglobin; COHb) 농도를 근거로 이루어졌다. 초기 COHb 농도가 비흡연자의 경우 3% 이상, 흡연자의 경우 5% 이상, 그리고 흡연 여부를 알 수 없었던 경우에는 5% 이상일 경우에 일산화탄소 중독으로 진단하였다⁶⁾. 타원을 경유하여 본원으로 전원을 온 환자의 경우 최초 방문 병원에서의 일산화탄소 헤모글로빈 농도를 근거로 하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 연구대상 환자들의 전자의무기록을 통해 성별, 나이 및 일산화탄소 중독의 의도성(비의도적, 의도적) 여부, 일산화탄소 발생원, 중독 발생 장소, 년도별 일산화탄소 중독 환자 내원 빈도 등을 후향적으로 조사하였다.

통계학적 방법은 SPSS for windows 12.0 K를 이용하여 분석하였으며, 비연속형 변수는 빈도 및 백분율로, 연속형 변수는 평균값±표준편차로 기술하였다.

결 과

총 91명의 환자가 연구에 포함되었다. 연구대상 환자들의 평균 나이는 41.3 ± 15.8 세였으며, 남자가 54.9%였다. 이들 중 비의도적 일산화탄소 중독은 61.5%(56/91)이었으며, 의도적 일산화탄소 중독은 38.5%(35/91)로 이들 모두 자살시도에 의한 것이었다(Table 1).

일산화탄소의 주된 발생원은 Table 1과 같다. 비의도적 일산화탄소 중독의 경우 화재(39.3%)가 가장 많은 일산화탄소 발생원이었으며, 그 다음 순으로 숯(17.9%), 갈탄(7.1%), 장작보일러(7.1%) 순이었다. 의도적 일산화탄소 중독의 경우 번개탄(60.0%)이 가장 많은 일산화탄소 발생원이었으며, 그 다음 순으로 연탄(31.4%), 숯(5.7%)이었다.

중독발생 장소는 Table 2와 같다. 비의도적 일산화탄소 중독의 경우 집(58.9%)이 가장 많은 중독발생 장소였으며, 그 다음 순으로 직장(10.7%), 모텔과 같은 숙박시설(8.9%), 텐트(8.9%), 식당(7.1%) 순이었다. 의도적 일산화탄소 중독의 경우에도 집(77.1%)이 가장 많은 중독발생 장소였으며, 그 다음 순으로 모텔과 같은 숙박시설(11.4%), 자동차(11.4%)순이었다.

년도별 응급실 내원 일산화탄소 중독 환자수는 Table 3, 4와 같다. 일산화탄소 중독으로 내원한 환자수는 2008년 3명(3.3%), 2009년 14명(15.4%), 2010년 19명(20.9%), 2011년 55명(60.4%)로 연구기간 동안 지속적으로 증가하고 있었다. 원인별 응급실 내원 일산화탄소 중독 환자수를 살펴보면, 의도적 일산화탄소 중독으로 내원한 환자수는 2008년 0명(0/3, 0.0%), 2009년 3명(3/14, 21.4%), 2010년 5명(5/19, 26.3%), 2011년 27명(27/55, 49.1%)으로 연구기간 동안 지속적으로 증가하고 있었다. 화재로 인한 비의도적 일산화탄소 중독을 제외할 경우 의도적 일산화탄소 중독으로 내원하는 환자수가 2008년 0.0%, 2009년 37.5%, 2010년 50.0%, 2011년 50.1%로 2010년을 기점으로 화재 이외의 다른 원인으로 인한 비의도적 일산화탄소 중독으로 내원하는 환자수를 초과하는 것으로 나타났다.

고 찰

본 연구는 최근 수년간 일산화탄소 중독으로 응급실에 내원하였던 환자들의 역학적 특성을 조사한 것으로 최근 국내에서 발생하는 일산화탄소 중독은 여전히 의도적 사고에 의한 것보다 비의도적 사고에 의한 것이 많으나 최근 수년 간 의도적 사고에 의한 일산화탄소 중독이 급증하고 있는 것을 확인하였다. 또한 비의도적 일산화탄소 중독의 경우 이전과 비교하여 발생원이 다양화되고 있음을 확인하였다.

미국의 경우 연간 40,000명 정도의 일산화탄소 중독 환자가 일산화탄소 중독으로 응급실을 방문하며, 매년 5,000~6,000명 정도가 일산화탄소 중독으로 사망하여 일산화탄소 중독이 중독으로 인한 사망의 흔한 원인 중의 하나인 것으로 보고되고 있다^{7,9)}. 우리나라의 경우 1970~1980년대에 일산화탄소 중독의 원인은 대부분 연탄 보일러에 의한 비의도적 중독이었다¹⁻³⁾. 그러나 1990년대 중반부터 연탄보일러 이외에 가스보일러, 작업장내 발동기, 난로, 화재 등 일산화탄소의 발생원이 다양해지기 시작하였다⁶⁾. 본 연구에서는 비의도적 일산화탄소 중독의 경우 일산화탄소 발생원으로 화제가 가장 많았으며, 그 다음 순으로 숯, 갈탄, 장작보일러, 가스보일러, 연탄보일러, 화롯불, 자동차 히터, 난로, 순간온수기 등으로 이전과 비교하여 일산화탄소 발생원이 다양하게 나타났다. 밀폐된 공간에서 숯, 갈탄, 화롯불 등을 태울 경우 불완전 연소 시 일산화탄소가 발생할 수 있는데, 2007년 1월 조개구이 집에서 숯불에 조개를 구워

먹던 32세 남자와 45세 여자가 일산화탄소 중독으로 사망한 사고가 보고 되었다¹⁰⁾. 본 연구에서도 밀폐된 공간에서 갈탄으로 고기를 구워 먹다 중독된 사례, 추운 겨울에 난방을 위해 방안에서 숯불 또는 화롯불을 피운 후 중독된 사례, 캠핑 중 텐트 안에서 숯불을 피워 놓고 자다가 중독된 사례들이 있었다. 이러한 사례들은 밀폐된 공간에서 불완전 연소 시 일산화탄소가 발생할 수 있는 물질을 태워 고기를 구워 먹거나 난방 목적으로 이러한 물질들을 태울 경우 일산화탄소 중독이 발생할 수 있다는 것에 대한 적극적인 홍보 및 교육을 통해 일산화탄소 중독을 예방할 수 있음을 시사한다. 장작보일러, 가스보일러, 연탄보일러, 순간온수기로 인한 일산화탄소 중독의 경우 정기적인 점검으로 사고를 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

자살시도로 인한 의도적 일산화탄소 중독은 1998년 홍콩에서 시작되었다. 홍콩에서 1998년 11월 35세 여성이 자신의 아파트에서 바비큐 그릴에 숯을 태워 자살을 한 이

Table 1. Demographic data and sources of carbon monoxide in patients with carbon monoxide poisoning (n=91)

	n (%)
Demographic data	
Age, mean ± SD*	41.3 ± 15.8
Sex	
Male	50 (54.9)
Female	41 (45.1)
Intentionality of CO [†] poisoning	
Unintentional poisoning	56 (61.5)
Intentional poisoning	35 (38.5)
Sources of CO [†]	
For unintentional CO [†] poisoning (n=56)	
Fire-related	22 (39.3)
Non-fire-related	34 (60.7)
Automobile heater	2 (3.6)
Briquette boiler	2 (3.6)
Briquette charcoal	4 (7.1)
Briquette stove	1 (1.8)
Charcoal	11 (19.7)
Firewood	2 (3.6)
Gas boiler	3 (5.4)
Gasoline exhaust	2 (3.6)
Instant water heater	1 (1.8)
Oxyacetylene welding	1 (1.8)
Wood burning boiler	4 (7.1)
Unknown	1 (1.8)
For intentional CO [†] poisoning (n=35)	
Briquette	11 (31.4)
Butane gas	1 (2.9)
Charcoal	2 (5.7)
Ignition charcoal	21 (60.0)

* SD: standard deviation

† CO: carbon monoxide

후 홍콩뿐만 아니라 다른 아시아 국가에서도 일산화탄소 중독이 자살시도의 흔한 방법으로 이용되고 있다¹¹⁻³⁰. 국내에서 의도적 일산화탄소 중독에 의한 사망 사례가 최초로 보고된 것은 2007년도로, 27세 남자 및 30세 남자가 차량 내에서 사망한 채로 발견되었는데, 각각 차량의 조수석 아래쪽에서 타다가 남은 가공 숯탄 및 조수석 의자 위에 타다가 남은 가공 숯탄이 발견되었으며, 부검결과 일산화탄소 중독사로 밝혀졌었다¹⁰. Heo 등의 연구에 따르면, 2008년 9월 초 유명 연예인이 자신의 차에서 연탄을 피워 사망했다는 언론 보도가 일산화탄소 중독에 의한 자살 시도의 빈도를 증가시키는 것으로 나타났다⁵. 본 연구에서는 번개탄, 연탄, 숯 등을 이용하여 자살을 시도한 일산화탄소 중독이 2008년도에는 1건도 없었으나 2009년부터 발생하기 시작하여 2011년도에는 급증하는 양상을 보였다. 이러한 이유로는 유명 연예인의 일산화탄소 중독 자살 사건에 관한 최초 언론보도 이후 자살 시도자들이 일산화

탄소 중독을 자살의 한 방법으로 인지하기 시작하였으며, 이후 일산화탄소 중독 자살 사고에 관한 빈번한 언론보도 및 인터넷 매체 등을 통해 일산화탄소 중독이 자살의 손쉬운 방법이라는 사실이 자살 시도자들에게 널리 알려졌기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 유명인의 자살 사고 뿐만 아니라 일반인들의 자살 사고에 대한 무분별한 언론 보도 및 인터넷 매체를 통한 무분별한 자살 정보의 제공 등은 지양되어야 하며, 추후 언론 보도 및 인터넷 매체를 통한 자살 정보 제공 등에 대한 관리지침 제정이나 제한 등에 대한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 대도시 지역에 위치한 일개 대학병원의 응급의료센터로 내원한 환자들을 대상으로 한 연구로 연구 결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 둘째, 연구 대상기간이 4년으로 상대적으로 짧은 역학적 특성의 변화를 파악하는 연구결과에 편위가 발생했을 가능성이 있다. 셋째, 전자의무기록의 후향적 조사

Table 2. Poisoned places in patients with carbon monoxide poisoning (n=91)

	n (%)
For unintentional poisoning (n=56)	
Automobile	2 (3.6)
Home	33 (58.9)
Parking place	1 (1.8)
Public accommodation	5 (8.9)
Restaurant	4 (7.1)
Tent	5 (8.9)
Workplace	6 (10.7)
For intentional poisoning (n=35)	
Home	27 (77.1)
Public accommodation	4 (11.4)
Automobile	4 (11.4)

Table 3. Annual number of emergency department visits for carbon monoxide poisoning (including fire-related unintentional poisoning)

	2008	2009	2010	2011
Unintentional CO* poisoning, n (%)	3 (100.0)	11 (78.6)	14 (73.7)	28 (50.9)
Intentional CO* poisoning, n (%)	0 (0.0)	3 (21.4)	5 (26.3)	27 (49.1)
Total, n (%)	3 (100.0)	14 (100.0)	19 (100.0)	55 (100.0)

* CO: carbon monoxide

Table 4. Annual number of emergency department visits for carbon monoxide poisoning (excluding fire-related unintentional poisoning)

	2008	2009	2010	2011
Non-fire-related unintentional CO* poisoning, n (%)	2 (100.0)	5 (62.5)	5 (50.0)	22 (44.9)
Intentional CO poisoning, n (%)	0 (0.0)	3 (37.5)	5 (50.0)	27 (50.1)
Total, n (%)	2 (100.0)	8 (100.0)	10 (100.0)	49 (100.0)

* CO: carbon monoxide

연구로 의무기록의 부정확한 기록이 연구 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

결 론

본 연구를 통해 저자들은 최근 국내 일산화탄소 중독의 역학적 특징으로 2009년도부터 의도적 사고에 의한 일산화탄소 중독이 발생하기 시작하여 이후 급증하고 있음과 비의도적 일산화탄소 중독의 경우 이전과 비교하여 발생률이 다양화되고 있음을 확인하였다. 이러한 역학적 특징들을 고려하여 추후 일산화탄소 중독 예방을 위해 자살 사고에 대한 무분별한 언론 보도 및 인터넷 매체를 통한 무분별한 자살 정보의 제공 등은 지양되어야 하고, 밀폐된 공간에서 일산화탄소 가스 발생원의 부주의적 사용으로 인해 치명적일 수 있는 일산화탄소 중독이 발생할 수 있음에 대한 정부, 관련 학계의 대국민 홍보가 필요하며, 일산화탄소 중독으로 인한 합병증을 최소화하기 위해 환자 발생 시 고압산소치료가 가능한 병원으로의 신속한 이동이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Lee KH, Choi YO, Kim CH, Yun DR. An epidemiological study on the incidence of CO poisoning in Korea. *Korean J Prev Med* 1971;4:95-105.
- Cho SH, Yun DR, Kim ID. Epidemiological studies on the acute carbon monoxide poisoning. *Korean J Prev Med* 1974;7:359-66.
- Cho SH, Shin YS, Lee DH, Kim YI, Yun DR. A study on the influence of carbon monoxide poisoning. *Korean J Prev Med* 1985;18:1-11.
- Choi SA, Choi IS. Clinical manifestations and complications in carbon monoxide intoxication. *Korean J Prev Med* 1998;16:500-5.
- Heo IY, Choi SC, Lee CA, Ahn JH, Min YG, Jung YS, et al. Influence of the weather effect: An increase of intentional carbon monoxide poisoning. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2009;7:143-9.
- Ahn JY, Ryu SY, Kim HY. Clinical analysis of carbon monoxide poisoning. *J Korean Soc Emerg Med* 2003;14:150-6.
- Tibbles PM, Perrotta PL. Treatment of carbon monoxide poisoning: A critical review of human outcome studies comparing normobaric oxygen with hyperbaric oxygen. *Ann Emerg Med* 1994;24:269-76.
- Ernst A, Zibrak JD. Carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med* 1998;339:1603-8.
- Weaver LK. Carbon monoxide poisoning. *Crit Care Clin* 1999;15:297-317, viii.
- Lee SY, Huh GY, Kim KH, Eun SS, Kim SJ. Fatal carbon monoxide poisoning from incomplete combustion of charcoal briquets: Effect on public health of forensic medical expert's announcement through the mass media. *Korean J Leg Med* 2007;31:117-20.
- Lee AC, Ou Y, Lam SY, So KT, Kam CW. Non-accidental carbon monoxide poisoning from burning charcoal in attempted combined homicide-suicide. *J Paediatr Child Health* 2002;38:465-8.
- Lee DT, Chan KP, Lee S, Yip PS. Burning charcoal: A novel and contagious method of suicide in Asia. *Arch Gen Psychiatry* 2002;59:293-4.
- Leung CM, Chung WS, So EP. Burning charcoal: An indigenous method of committing suicide in Hong Kong. *J Clin Psychiatry* 2002;63:447-50.
- Lam SP, Fong SY, Kwok A, Wong T, Wing YK. Delayed neuropsychiatric impairment after carbon monoxide poisoning from burning charcoal. *Hong Kong Med J* 2004;10:428-31.
- Chan KP, Yip PS, Au J, Lee DT. Charcoal-burning suicide in post-transition Hong Kong. *Br J Psychiatry* 2005;186:67-73.
- Lee DT, Chan KP, Yip PS. Charcoal burning is also popular for suicide pacts made on the internet. *BMJ* 2005;330:602.
- Liu KY, Beautrais A, Caine E, Chan K, Chao A, Conwell Y, et al. Charcoal burning suicides in Hong Kong and urban Taiwan: An illustration of the impact of a novel suicide method on overall regional rates. *J Epidemiol Community Health* 2007;61:248-53.
- Kuo CJ, Conwell Y, Yu Q, Chiu CH, Chen YY, Tsai SY, et al. Suicide by charcoal burning in Taiwan: Implications for means substitution by a case-linkage study. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2008;43:286-90.
- Lee E, Leung CM. Clinical predictors of psychiatric and medical morbidities of charcoal-burning suicide attempt in Hong Kong. *Gen Hosp Psychiatry* 2008;30:561-3.
- Lin JJ, Chen LH, Huang SM, Lu TH. Problems in estimating the number of suicides by charcoal burning in Taiwan. *J Epidemiol Community Health* 2008;62:566.
- Lin JJ, Lu TH. High-risk groups for charcoal-burning suicide in Taiwan, 2001-2005. *J Clin Psychiatry* 2008;69:1499-501.
- Pan YJ, Lee MB. Charcoal burning and maternal filicide-suicide trends in Taiwan: The impact of accessibility of lethal methods. *J Formos Med Assoc* 2008;107:811-5.
- Chan SS, Chiu HF, Chen EY, Chan WS, Wong PW, Chan CL, et al. What does psychological autopsy study tell us about charcoal burning suicide--a new and contagious

- method in Asia? *Suicide Life Threat Behav* 2009;39:633-8.
24. Chen YY, Liao SC, Lee MB. Health care use by victims of charcoal-burning suicide in Taiwan. *Psychiatr Serv* 2009; 60:126.
 25. Lee E, Leung CM. High-risk groups for charcoal-burning suicide attempt in Hong Kong, China, 2004. *J Clin Psychiatry* 2009;70:431.
 26. Chang SS, Gunnell D, Wheeler BW, Yip P, Sterne JA. The evolution of the epidemic of charcoal-burning suicide in Taiwan: A spatial and temporal analysis. *PLoS Med* 2010;7:e1000212.
 27. Pan YJ, Liao SC, Lee MB. Suicide by charcoal burning in Taiwan, 1995-2006. *J Affect Disord* 2010;120:254-7.
 28. Chen YY, Yip PS. Suicide sex ratios after the inception of charcoal-burning suicide in Taiwan and Hong Kong. *J Clin Psychiatry* 2011;72:566-7.
 29. Law CK, Yip PS, Caine ED. The contribution of charcoal burning to the rise and decline of suicides in Hong Kong from 1997-2007. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2011;46:797-803.
 30. Law C, Leung CM. Temporal patterns of charcoal burning suicides among the working age population in Hong Kong SAR: The influence of economic activity status and sex. *BMC Public Health* 2012;12:505.