

[트로클로센 소듐]		
물리·화학적 특성 ¹⁾²⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾		
트로클로센 소듐은 환경부가 가습기살균제 참사 이후 유독물로 지정했다. 트로클로센 소듐이 함유된 가습기살균제는 2005년부터 2011년 동안 36,850개가 판매되었으며 피해자는 2019년 7월 기준 89명이다. 트로클로센 소듐은 주로 소독제, 살생물제 및 산업용 탈취제로 사용된다. 기존에 사용하던 할라존 물 소독제보다 더 효율적이며 상대적으로 일정한 속도로 낮은 농도의 염소가 천천히 방출된다. 소독제로 식수, 수영장, 식기류, 공기 등을 살균하며 전염병 예방에도 사용한다.		
물질명	국문 : 트로클로센 소듐 영문 : Troclosene sodium	
관리정보	CAS 번호 : 2893-78-9	
성상	흰색의 톱 쏘는 냄새가 나는 고체(결정형 분말)	
분자식	C ₃ Cl ₂ N ₃ O ₃ .Na	
분자량	219.94	
끓는점	해당없음	
녹는점	437°F	
밀도	0.96 at 68°F	
증기압	1.5x10 ⁻¹⁴ mmHg	
pH (unitless)	pH = 6.2 - 6.8, 1% aqueous solution	
용해도	22.7 g/100 mL (25℃) in water, 0.5 g/100 mL (30℃) in acetone	
인화점	자료없음	
독성 정보 ⁴⁾⁵⁾		
독성	종(species)	결과
급성 구강독성	Rat	LD ₅₀ = 2094 mg/kg (males)
		LD ₅₀ = 1671 mg/kg (females)
		NOAEL = 115 mg/kg bw/day
급성 흡입독성	Rat	LD ₅₀ = > 0.27 < 1.17 mg/L NOAEL = > 31 mg/m3 (estimated)
급성 피부독성	Rat	LD ₅₀ = > 5000 mg/kg bw
피부 자극	Rabbit	자극성
눈 자극	Rabbit	자극성
유전독성	Rat	유전독성이 없다.
발암성	Rat	발암성이 없다.
생식독성	Rabbit	NOEL (maternal toxicity): 50 mg/kg bw/day NOEL (teratogenicity): 500 mg/kg bw/day
건강 영향 ³⁾⁵⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾		
흡입 노출	흡입 노출시 기침과 인후통이 나타난다. 트로클로센 소듐은 살균제이며 주로 물에 희석하여 사용한다. 트로클로센 소듐이 물과 반응하여 형성된 가스를 흡입하여 급성 폐손상(폐부종)을 입은 5살 아동의 사례가 있다.	
	트로클로센 소듐 급성 흡입 독성영향평가를 위하여 0, 250, 500, 1000 mg/m ³ 농도로 흡입 노출 시행 결과 사망 전 대부분의 동물에서 호흡곤란 증상이 관찰되어 호흡기계 이상에 의한 사망으로 추정된다. 트로클로센 소듐 아만성 흡입독성영향평가(0, 0.4, 2, 10 mg/m ³ 농도로 흡입 노출을 진행한 결과에서 피모 관련 이상소견(탈모, 오염)이 관찰되었다.	
경구 노출	젖병 살균을 위한 트로클로센 소듐 정제를 섭취한 영아의 사례가 있다. 심각한 기도폐쇄로 인해 즉시 기관 내 삽관을 시행하였으며 후두개, 혀의 부종이 동반되었고 이후 심한 구내염, 궤양이 발생하였다.	

	트로클로센 소듐 정제를 섭취한 73세 남성의 사례가 있다. 트로클로센 소듐 섭취 시 위에서 발열 반응이 일어나고 이로 인해 염소와 위산이 발생한다. 유리화된 염소가스로 인해 호흡 곤란이 발생한다. 이 남성은 양측 폐렴과 연하곤란 증상을 호소하며 증세가 악화되어 6일 후 사망하였다.
피부 노출	토끼를 대상으로 한 시험에서 0.5 g의 트로클로센 소듐을 피부에 노출 시키면 피부 자극을 나타내는 것으로 확인되었다. 토끼의 피부에 물질을 30-60분간 노출 시킨 후 관찰한 결과 발적, 부종 등 피부 자극을 나타내었고 피부 비후, 괴사, 물질이 피부에 들러붙는 증상이 동반되었다.
눈 노출	토끼를 대상으로 한 시험에서 0.1g의 트로클로센 소듐을 눈에 노출시 눈 자극을 나타내는 것으로 확인되었다. 각막 혼탁, 홍채염 및 각막염이 관찰되었으며 일부에서는 각막파열이 관찰되었다.
급성 영향	43세의 남성은 트로클로센 소듐을 함유한 식기세척제 용기를 세게 흔들어 발생한 분말에 노출된 직후 기침 등의 호흡기 증상을 나타내었다. 이후 폐활량 측정에서 폐쇄성 및 제한성 복합 환기 장애를 나타내었다. 이 증례를 통해 트로클로센 소듐의 급성 흡입 노출로 인한 반응성 기능장애 증후군을 확인할 수 있었다.
환경거동 (잔류성, 반감기 등)	트로클로센 소듐은 식수 소독을 위한 유리 염소(차아염소산, HOCl)의 공급원으로 사용된다. 트로클로센 소듐이 물에 첨가되면 빠르게 가수 분해되어 염소화 및 비염소화 이소시아네이트, 차아염소산(HOCl)의 형태의 유리 염소(FAC)로 분해된다. 유리 염소(FAC)는 염소가 다 사용될 때까지 분해 후 결국 수생환경에 남게 되는 최종산물은 시아누르산이다. 시아누르산은 결국 이산화탄소와 암모니아로 자연 분해되어 환경에 축적되지 않는다.
	트로클로센 소듐의 흡수, 분포, 배출에 대한 정보는 이용할 수 있는 자료가 없으나, 시안화 나트륨은 쥐에서 반감기가 정맥투여시 30-40분, 경구투여시 40-60분이고 6 시간 내에 대부분 소변으로 배출된다.
생물학적 모니터링 방법	약 pH 7.0의 타액과 접촉 할 때 트로클로센 소듐은 검출 가능한 물질이 남아 있지 않도록 매우 빠르게 반응한다. 따라서 위장관에 도달하는 물질은 염소화된 시아누르산이 된다.
노출 경로별 사고사례	트로클로센 소듐이 유기물질과 혼합되는 과정에서 열분해 반응이 일어나 독성가스(염소가스)를 방출하였다. 이로 인해 대피, 건물의 폐쇄를 포함한 공장의 막대한 피해를 입혔다.
	트로클로센 소듐은 살균제이며 주로 물에 희석하여 사용한다. 트로클로센 소듐이 물과 반응하여 형성된 가스를 흡입하여 급성 폐손상(폐부종)을 입은 5살 아동의 사례가 있다.
	젖병 살균을 위한 트로클로센 소듐 정제를 섭취한 영아의 사례가 있다. 심각한 기도 폐쇄로 인해 즉시 기관 내 삽관을 시행하였으며 후두개, 혀의 부종이 동반되었고 이후 심한 구내염, 궤양이 발생하였다.
	트로클로센 소듐 정제를 섭취한 73세 남성의 사례가 있다. 트로클로센 소듐 섭취 시 위에서 발열 반응이 일어나고 이로 인해 염소와 위산이 발생한다. 유리화된 염소가스로 인해 호흡 곤란이 발생한다. 이 남성은 양측 폐렴과 연하곤란 증상을 호소하며 증세가 악화되어 6일 후 사망하였다.
	43세의 남성은 트로클로센 소듐을 함유한 식기세척제 용기를 세게 흔들어 발생한 분말에 노출된 직후 기침 등의 호흡기 증상을 나타내었다. 이후 폐활량 측정에서 폐쇄성 및 제한성 복합 환기 장애를 나타내었다. 이 증례를 통해 트로클로센 소듐의 급성 흡입 노출로 인한 반응성 기능 장애 증후군을 확인할 수 있었다.
안전 가이드 ¹³⁾	
응급조치 요령	[흡입했을 때] 호흡이 없는 경우, 인공호흡을 실시한다. 노출된 지역을 피해 신선한 공기를 심호흡

	<p>한다. 증상(쌔쌔거림, 기침, 숨가쁨 또는 입, 목 또는 가슴의 작열감 등)이 나타나면 즉시 의료지원을 받는다.</p> <p>[피부에 접촉했을 때]</p> <p>오염된 모든 의복을 제거하고 즉시 물과 비누로 철저히 씻는다. 화상이 발생한 경우, 찬물로 식힌 후 피부에 들러붙은 옷은 제거하지 않는다. 의료 지원을 받는다.</p> <p>[눈에 들어갔을 때]</p> <p>물로 조심해서 씻고 콘택트렌즈를 제거한다. 환자의 눈을 물 또는 생리식염수로 20~30분간 씻어내고 즉시 의료지원을 받는다.</p> <p>[섭취했을 때]</p> <p>입을 씻어내고 구토를 유도하지 않는다. 피해자가 의식이 있고 경련을 일으키지 않으면 1~2잔의 물을 주어 화학 물질을 희석하고 즉시 의료지원을 받는다. 경련을 일으키거나 의식이 없는 경우에는 아무것도 입으로 주지 말고 환자의 기도가 열려 있는지 확인하고 머리를 몸보다 낮추고 옆으로 눕혀 즉시 병원으로 이송한다.</p>
취급 및 보관	<p>[취급]</p> <p>눈, 피부 또는 의복에 묻지 않도록 조심한다. 용기를 열 때 증기를 마시지 않는다. 먼지가 만들어지지 않도록 한다. 취급 후에는 철저히 씻는다. 제품에 물을 절대 넣지 않고 물에 제품을 추가한다. 깨끗하고 건조한 기구를 사용한다.</p> <p>[보관]</p> <p>용기에 물이 들어가지 않도록 한다. 용기를 꼭 닫고 적절히 라벨을 붙인다. 음식, 음료와 거리를 둔다. 직사광선을 피하고 서늘하고 환기가 잘 되는 곳에 밀폐하여 보관한다. 의복, 가연성 물질 또는 다른 물질과 격리하여 보관한다.</p>

[참고문헌]

- 1) <https://msds.kosha.or.kr/MSDSInfo/kcic/msdsdetail.do>
- 2) <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Troclosene-sodium#section=Skin-Symptoms>
- 3) https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_version=2&p_card_id=0437
- 4) <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v52je21.htm#sod>
- 5) <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14822/7/11/1>
- 6) https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_dichloroisocyanurate
- 7) 안전보건공단 연구보고서; 살균제(NaDCC)의 호흡기 영향 평가 연구
- 8) 국립환경과학원; 가슴기살균제 함유물질(NaDCC) 흡입독성연구 [최종보고서(2019.11)]
- 9) World Health Organization(WHO); Sodium Dichloroisocyanurate in Drinking-water
- 10) Wiel, E., Sicot, J., Leteurtre, S., Binoche, A., Nisse, P., & Assez, N. (2013). Sodium dichloroisocyanurate-induced acute lung injury in a child. Archives de pediatrie: organe officiel de la Societe francaise de pediatrie, 20(4), 375-377.
- 11) Hannu, T. J., Riihimäki, V. E., & Piirilä, P. L. (2012). Reactive airways dysfunction syndrome from acute inhalation of dishwasher detergent powder. Canadian respiratory journal, 19(3), e25-e27.
- 12) Banerjee, S., & Evans, R. W. (2001). Life threatening airway obstruction in a newborn following ingestion of sterilising tablet. Archives of disease in childhood, 85(5), 442-442.
- 13) Vickery, R., & Thompson, J. P. (2016, January). A fatal human exposure to sodium dichloroisocyanurate tablets. In CLINICAL TOXICOLOGY (Vol. 54, No. 4, pp. 391-391). 4 PARK SQUARE, MILTON PARK, ABINGDON OX14 4RN, OXON, ENGLAND: TAYLOR & FRANCIS LTD.