

이산화염소를 이용한 목욕시설의 레지오넬라 대책 - 환경 / 과학기술정보연구원/ReSEAT

이산화염소를 이용한 목욕시설의 레지오넬라 대책

전문연구위원 차성기

1. 개 요

- 목욕시설이 점차 대규모화 하면서 레지오넬라균에 의한 감염도 집단화하고 있으나 대책은 더디다는 지적이 있다.
- 현재 소독방법은 염소처리가 일반적으로 실시되고 있는데, 최근 염소에 대체하는 이산화염소 소독방법이 주목을 끌고 있어, 대규모 목욕시설의 레지오넬라균에 대한 사용방법과 실시사례를 소개한다.

2. 내 용

- 목욕시설의 레지오넬라 감염
 - 1976년 미국 필라델피아에서 레지오넬라균에 집단 감염된 이래, 일본에서도 1980년 이후 냉각탑을 위주로 공조분야에서 그 대책이 진전되어 성과를 얻고 있으나, 목욕시설의 레지오넬라 감염사고는 심각하게 증가 계속되고 있는데, 일본의 레지오넬라 증 감염원의 80%이상을 차지하고 있다.
- 대규모 사고발생의 배경
 - 최근 고령화 사회, 스트레스 과다사회에 따라 건강만들기가 유행으로, 스파 나 당일 온천여행 등 대규모 목욕시설의 보급이 활발하여 일본 전국에 1,000건 이상의 대규모 목욕시설이 가동되고 있다.
 - 또, 이러한 시설엔 입욕자의 니즈에 부응해서 대규모 욕조, 안마탕, 기포탕, 노천탕 등을 설치하여 효율적 시설 가동을 위해 순환식 욕조 설비로 운전되고 있어, 설비가 복잡 대규모화하여 위생관리가 어렵게 되고 있다.
- 레지오넬라 대책의 현상
 - 일본 후생노동성 지침
 - 2000년 12월에 관리요령의 제정, 2001년 9월 대책 매뉴얼 작성, 2002년 10월 지자체의 조례 작성 시 기술적 지침의 통지, 2003년 2월엔 관리요령 강화 그리고 7월엔 종합적인 대책 지침을 고시하였다.
 - 대책 지침에는 미생물 번식 및 생물막 등의 생성억제, 생물막 등의 제거, 에어로졸의 비산억제를 중요 관점으로 해서 설비구조나 유지관리상의 조치방법을 제시하고 있다.
 - 특히 유지관리 측면에서 욕조 수는 유리잔류염소 0.2~0.4mg/l를 확보하도록 하여 미생물 번식을 억제시키고, 욕조는 가능한 매월 완전히 물을 교환 청소하고 여과기는 주 1회 이상 역세 시키는 등 생물 막의 생성을 억제하도록 하고 있다.
 - 여과기 및 순환배관의 소독방법으로서, 염소계 소독제(차아염소산나트륨, 표백분, 염소화 시아눌산 등)를 5~10mg/l 정도로 욕조 수에 수 시간 순환시키거나, 과산화수소를 2~3%로서 전문 업체에 의한 세정을 하도록 권장하고 있다.

○ 염소처리의 과제

그러나 지침만으로는 완전하지 않아서, 염소계약제 사용 시 다음과 같은 기술적 과제가 있다.

- 알칼리천에는 소독 효과가 낮다.

염소계 소독제는 욕조 수의 pH가 높을수록 소독효과는 낮아지는데, pH8의 경우 중성(pH7)에 비해 1/4로 감소되어 버린다.

- 생물막 등에 대한 살균력이 낮다.

순환배관에서 생성된 생물막을 염소계 약제로서 소독하려면 많은 농도와 시간이 소요되는데, 스파 등의 상업용 목욕시설은 하루에 적어도 17~18시간 영업을 하므로, 영업외 시간에 염소계약제로서 완전 소독하는 것은 현실적으로 어렵다.

- 클로라민에 의한 불쾌한 감정이 발생한다.

욕조 수엔 원수성분, 입욕자의 땀과 노폐물 등으로 암모늄 이온이 존재하며, 염소계약제의 암모늄이온과 반응해서 클로라민을 생성함으로써, 살균유효성분을 소비하고 불쾌한 자극적인 냄새를 발생시켜서 쾌적성을 저해한다.

- 시중에는 자외선, 오존, 은 활성탄, 과산화수소 등 염소처리 이외에 다양한 소독기술이 있으나, 위와 같은 염소처리 과제를 해소할 수 있는 소독 기술로서 이산화염소가 있다.

□ 이산화염소 이용의 가능성

○ 살균제로서의 이산화염소의 특징

- 강한 살균력

구미에서는 약 50년에 걸쳐서 정수장의 음료용 살균제로서 많이 사용하고 있고, 일본에서도 살균제로서, 성질이 다른 대표적인 미생물에 대해서 차아염소산나트륨과 비교하여 높은 살균 성능을 보이고 있으며, 레지오넬라에 대해서도 높은 살균효과를 나타내고 있다.

- 높은 pH영역에서도 살균성을 발휘

- 클로라민을 생성치 않는다.

수중의 암모늄 이온과 반응하지 않으므로 클로라민을 생성하지 않으며, 염소처리에 비해서 자극적 냄새 발생이 적으며, 이밖에도 염소처리와 달리 트리할로메탄을 거의 생성치 않는 특징이 있다.

○ 이산화염소의 사용형태

- 분자식 ClO2 이며, 상온에서 기체로서 물에 비교적 잘 녹아서 3~8g/l의 용해성을 갖고 있으나, 수용액은 안정적으로 보존이 안 되므로 사용하려는 시설현장에서 생성시켜야 한다.

- 여러가지 형태의 자동생성장치가 실용화되어 있고, 목욕탕에는 수동 혼합으로 현장에서 이산화염소를 발생시키는 약제도 시판되고 있다.

□ 이산화염소를 이용한 목욕시설의 위생관리

○ 여과기, 순환배관의 소독

여과기나 순환배관에 생성된 생물막에 대해서 비교적 저 농도로서도 단시간에 살균시킬 수 있으며, 시험 결과, 차아염소산나트륨으로는 100mg/l의 고농도에서 1시간 경과해도 세균사멸이 되지 않았으나, 이산화염소에서는 유효성분 5mg/l로서도 양호한 소독효과를 얻었다.

- 소독빈도 및 타이밍 : 욕조 수를 완전 교환 시에 행한다.

- 첨가방법 : 자동생성장치 또는 수동혼합약제로서 고농도 이산화염소 액을 조제하여, 순환여과기 직전의 배관에 주입하며, 배관에 주입이 어려우면 욕조에 투입한다.

- 첨가농도 : 순환계의 보유 수량에 대하여 유효성분 농도는 5~10ppm

- 순환소독 : 첨가 후 1시간 정도의 순환운전을 하며, 가열필요는 없음

- 중화, 환수 : 치오 황산나트륨 등으로 잔류성분을 중화시킨 후, 욕조 수를 완전히 환수시킨다.

다만, 소독실시할 때 고농도 이산화염소 액에서 발생하는 이산화염소가스에의 안전대책이 필요하며, 특히 수동 혼합 시 고농도의 가스가 휘발할 가능성이 있으므로 보호안경이나 방독마스크 등의 안전 구를 준비할 필요가 있다.

○ 욕조 수의 소독

- 이산화염소는 욕조 수의 pH나 암모늄이온의 영향을 받지 않으므로, 기포탕의 유무나 순환배관 등의 오염 정도에 따라 다르나, 보통 욕조 수량에 대해서 0.2~0.4mg/l 정도의 농도로 30분~1시간에 1회 정도 첨가하면 욕조 수의 소독이 가능하며, 이때 욕조수 중의 잔류 이산화염소 농도는 0.1~0.3mg/l 정도가 된다.

- 법 제도상으로는 염소계약제에 의한 욕조 수 소독을 조례로서 의무화시키는 지자체가 많아지고 있어서 이때는 염소계약제를 사용해야 하나, 이산화염소를 병용함으로써 고 pH에서의 살균효과 저감을 해소할 수 있고 욕조 수의 투명도가 향상되는 부수 효과도 있게 된다.

- 이산화염소 농도의 계측
 - 잔류 이산화염소 농도는 염소와 마찬가지로 DPD 비색법으로 계측이 가능하며 시설현장에서 농도 관리가 가능하며, 다만, 발색의 상태가 다르므로, 반드시 이산화염소 전용의 키트를 사용해야 한다.
 - 전극식의 이산화염소계도 실용가능해서, 염소와 마찬가지로 자동계측 및 자동주입시스템이 가능하게 될 것이다.
- 욕조 수 소독에 이산화염소를 사용 시 유의점
 - 수중에 아염소산이온(CIO₂⁻)농도가 증대하게 되면, 일반 독성으로서 메타헤모글로빈 혈증을 일으키므로, 일본 국내에선 풀장의 물 기준 1.2mg/l이하로 정해져 있다.
 - 목욕시설은 주 1회 이상 완전 환수시키고 보통 운전 시에도 욕조 수를 추가하는 양이 상당하므로 아염소산이온이 고농도로 축적될 위험은 적으나 사용 시엔 유의하도록 한다.

□ 이산화염소의 현장사용 사례

- 사용조건
 - 사용시설 : 스파의 순환식 욕조(모래순환여과기 및 오버플로우 회수)
 - 욕조 종류 : 노천탕 계통(23m³) 및 옥내 탕(30m³)
 - 욕조 수 소독 : * 차아염소산나트륨 및 이산화염소의 병용처리
 - * 잔류염소는 0.2mg/l를 유지하도록 차아염소산 나트륨 주입관리
 - * 이산화염소는 보유수량에 대해 0.1mg/l를 1시간에 1회 주입
 - 여과기, 순환배관의 소독 및 환수
 - * 주 1회 영업시간 종료 후에 보유수량에 대해서 3mg/l의 이산화염소를 여과기 직전 배관에 주입하고 1시간의 순환살균 운전을 실시하며 이후에 욕조 수를 완전 환수
- 운전 결과
 - 이산화염소 도입 전(차아염소산 나트륨에 의한 소독만 실시)부터 레지오넬라는 검출되지 않았으나, 일반 세균은 100,000CFU/ml 검출되었는데, 이산화염소를 사용 개시한 후 일반세균 수도 감소하여 불 검출 되었다.
 - 이 결과에서 염소처리로는 레지오넬라가 검출되지 않으나 세균이 번식하기 쉬운 환경이지만, 이산화염소의 도입으로 세균의 번식이 어렵고 생물막 등의 형성도 어려워서 레지오넬라 증식을 방지 가능한 환경이 됨을 알 수 있다.
 - 욕조 수의 아염소산이온 농도를 조사한 즉 0.1~0.5mg/l의 범위로서, 욕조 수에의 고농도 축적은 없었다.

3. 결 론

- 이산화염소에 의한 소독에 대해서는 자료가 부족하여, 충분한 보급이 되지 않았다.
- 목욕시설의 레지오넬라 대책으로서, 이산화염소는 염소계약제의 약점을 보완하는 유망한 소독방법으로 생각된다.

<전문가 제언>

- 우리나라도 삶의 질 향상에 따라 스파 등 대형 목욕시설이 점차 증가하고 종합레저 시설화 하고 있어서 레지오넬라균에 감염될 우려가 점차 높아지고 있어, 우리보다 먼저 목욕문화가 발달하고 있는 일본의 사례는 많은 시사점을 보여주고 있다.
- 이산화염소는 원래 표백제나 살균소독제로서, 요즘 정수장 등의 정수처리에 점차 도입되고 있는데, 기존의 염소제 처리로는 소독약 냄새와 함께 효과 면에서 약하여 대체되고 있는 추세이다.
- 한편, 근래 횡감 소독용으로 공업용 이산화염소를 사용해서 큰 물의가 빚어진 일이 있는데, 보통 이산화염소는 화장실 악취제거나 공업용수 또는 산업용 폐수를 살균 소독하는 것으로 피부자극이나 위 점막 자극 등의 부작용의 우려가 있는 물질이다.
- 최근 정수처리 시 이산화염소 용액을 사용하면 수중에서 이온화하여 차아염소산이온이나 염소산이온으로 변해서 소독력이 거의 없어지고 인체에 청색증을 유발한다는 보고로 사용량이 급격히 줄고 있다.
- 이산화염소는 살균효과는 탁월하지만, 독성이 문제되어 미국에서도 1mg/l 이하로 규제 중이며, 우리나라도 수 처리 시에는 0.5mg/l 이하로 규정하고 있다.
- 여기서는 목욕시설에 이산화염소 사용을 권하고 있는바, 탁월한 효과에 이해되지만, 사용한다면 잔류농도에 의한 독성도 감안하여 사용량과 방법에 대한 충분한 이해와 엄격한 규제가 앞서야 할 것으로 본다.

[출처] 이산화염소를 이용한 목욕시설의 레지오넬라 대책(2004년 6월)작성자 chabc1