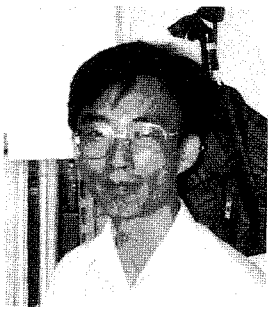


# 고온장애에 대하여



서울대학교 보건대학원  
백도명

## 1. 우리나라의 고온 사업장 현황

우리나라의 전반적인 고온환경에서 작업하는 근로자들에 대한 현황과 그에 따라 발생하는 건강문제에 대한 통계는 아직 체계적으로 정리되어 있지 않다. 단지 개별적인 사례보고와

개인적인 경험, 그리고 몇가지 간접적인 자료에 근거하여, 상당한 수의 사업장에서 고온에 노출되고 있는 근로자들의 건강문제를 유추할 수 있을 따름이다.

1993년도 우리나라 전체 52,522개 제조업체를 대상으로 고열, 한랭, 다습을 포함한 유해작업요인들을 조사하였을때, 고열작업공정 보유사업장은 7,050개소로서 13%에 달하고 있었으며, 전체 종사근로자 230여만 명 중의 2%가 넘는 5만여 명이 고열 환경에 노출되고 있다.(표 1)

사업장수로 보았을 때, 숫적으로는 비금속 광물제품제조업 1,034개소, 제1차 금속산업 920개소, 조립금속제품제조업 880개소의 순이었으며, 업종별 비율로는 제1차 금속산업 사업장의 59%, 비금속광물제품제조업 사업장의 33%, 그리고 담배제조업의 29% 순이었다. 종사근로자수에 있어서는 제1차 금속산업, 비금속 광물제품 제조업, 그리고 섬유제품 제조업이 대다수를 차지하고 있었다. 고열에 노출되는 구체적인 작업공정을 보면, 열원을 사용하여 물건 등을 건조시키는 공정이 가장 다수를 차지하

고 있으며, 그 외 소둔로, 균열로, 소입로 또는 가열로 등으로 광물 금속 또는 유리를 가열하는 공정, 가열된 금속을 운반, 압연, 단조, 소입, 신선 또는 가공하는 공정 등이 주요공정으로 나타나고 있다.

우리나라의 이러한 고열사업장에서 발생한 건강장애에 대한 구체적인 자료는 파악할 수 없으나, 간접적인 자료로서 1993년도 산업재해 통계상의 발

<표 1> 우리나라 제조업체의 산업분류별 고열작업공정 보유현황

산업분류 계	사업장수 <sup>1)</sup> 7,050	종사근로자수 <sup>2)</sup> 54,650
음식료제품제조업	360	1,408
담배제조업	7	25
섬유제품제조업	737	5,342
의복 및 모피제품 제조업	25	168
가죽, 가방, 마구류 및 신발제조업	196	1,925
목재 및 나무제품제조업(가구제외)	145	457
펄프, 종이 및 종이제품제조업	159	929
출판인쇄 및 기록매체 복제업	81	218
코르크, 석유정제품 및 핵연료 제조업	1	9
화학물 및 화학제품제조업	334	1,607
고무 및 플라스틱제품 제조업	452	2,493
비금속 광물제품 제조업	1,034	7,132
제1차 금속산업	920	19,252
조립금속 제품제조업(기계및 장비제외)	880	3,544
달리 분류되지 않는 기계 및 장비제조업	374	2,419
사무, 계산 및 회계용 기계 제조업	16	26
달리 분류되지 않는 전기기계 및	321	1,810
전기변환장치 제조업		
영상, 음향 및 통신장비 제조업	256	1,495
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	82	174
자동차 및 트레일러 제조업	306	2,750
기타 운송장비 제조업	55	461
가구 및 기타 제조업	270	747
제생재료 가공 처리업	39	214

1) 조사대상 전체 사업장수 52,522개소

2) 조사대상 전체 종사근로자수 2,339,856명

생형태별 구분을 보면 이상온도접촉이 28건이 있었다. 이는 표백, 염색공 및 섬유제품 완성공 4건, 기타 방직, 제직, 편직, 염색관련공 3건, 기타 생산 및 관련 종사자 7건, 기타 건설 종사자 3건 등을 포함하고 있다. 한편 상해종류별로 살펴보았을 때, 화상은 94건이 있었다. 이 또한 표백, 염색공 및 섬유제품 완성공 6건, 기타 방직, 제직, 편직, 염색관련공 3건, 기타 생산 및 관련 종사자 12건을 포함하고 있었으며, 그 외에 용접공 및 화염 절단공 7건 등이 포함되었다. 이러한 자료에서 열사병 혹은 다른 고온으로 인한 장애는 직접적으로 보고되지 않으나, 우리나라 근로자들의 상당수가 노출된다는 점, 그리고 다른 직업성질환들과 마찬가지로 관리에 따라서 근본적인 예방이 가능하다는 점 등에 비추어 고온으로 인한 건강장애의 중요성을 판단할 수 있을 것이다.

## 2. 고온으로 인한 건강장애

고온으로 인한 건강장애는 크게 급성장해와 만성장애로 나눌 수 있다. 급성장해에 속하는 것으로 잘 알려져 있는 것은 열사병, 열피로, 열경련, 그리고 더위로 인한 피부발진 등을 들 수 있다. 만성장애의 존재는 그 여부가 논란이 되기도 하나, 몇가지 서로 다른 양태를 띠고 나타나는 것으로 제기되고 있다. 그 중 하나는 급성장해의 후유증으로서 열사병에서 회복되고 나서도 더위에 대한 저항력이 저하되거나, 혹은 발한능력이 감소되는 형태로 나타나고 있다. 다른 하나는 일반적인 스트레스에 대한 반응과 같은 양상으로 나타나고 있으며, 그 외에도 만성적인 수분 상실로 인하여 열피로나 신경쇠약 등을 보이며 신장결석이 다발하는 것으로 나타나기도 한다.

열사병은 고온으로 인한 건강장애의 가장 극심한 형태로서, 의식이 없거나 경련을 일으키는 등의 대뇌기능마비, 발한기능의 정지, 그리고 41°C를 넘는 체강내 체온의 상승을 보인다. 경우에 따라서는 발한기능이 남아있기도 하고, 또한 체온도 유동적일 수 있으나, 대개의 경우 덥고 땀이 없이 건조한



**고온으로 인한  
건강장애는 열사병, 열피로,  
열경련, 더위로 인한 피부발진 등을  
들 수 있으며 더위에 대한 저항력이  
저하되거나, 혹은 발한능력이  
감소되는 형태로  
나타나고 있다.**



피부가 적색 혹은 담청색을 띠면서, 의식의 변화를 보이면 쉽게 진단을 할 수 있다. 이러한 열사병은 응급치료를 요하는 경우로서, 즉각적으로 찬물에 담그는 조치 등을 취하여 체온을 저하시키고, 속크 등에 대한 일반적인 치료를 병행하도록 하여야 한다.

열피로는 의식이 있으면서, 두통, 오심, 현훈 등을 느끼는 극도로 피로한 상태를 보이며, 발한능력이 남아 있어 피부는 땀에 젖어 있으며, 창백하거나 경우에 따라서는 벌겍게 달아오른 표정을 띠기도 한다. 탄수로 인하여 혈압이 저하되어 있어 앉았다 급작히 일어나는 경우 어지러움을 느끼며, 체온의 상승은 심하지 않다. 수분의 섭취가 제한되어 탈수가 일어난 경우에는 소변의 양이 적고 극히 농축되어 있으며, 반면에 염분의 섭취가 제한되어 발생한 경우에는 소변의 농축이 심하지 않은 양상을 보인다. 이러한 열피로가 발생한 경우 서늘한 곳에서 휴식을 취하도록 하며, 소변의 양이 정상이 될 때까지 수분과 염분의 섭취를 하도록 하여야 한다.

열경련은 고온에서 작업을 하면서 계속 땀을 통하여 염분이 소실될 때 이를 적절히 보충하여 주지 않는 경우 발생한다. 즉 땀을 흘리고 물만 계속 섭취하는 경우, 체내 염분의 균형이 깨지면서 근육의 경련을 유발한다. 작업에서 주로 사용하는 근육에 집중하여 경련이 발생하며, 휴식과 염분섭취 등을 통하여 치료할 수 있다.

더위에 노출되어 나타나는 피부질환 중에서 가장 흔한 것은 땀띠(miliaria rubra)로서 의복으로 가려져 있는 부위에 발생한다. 땀이 의복에 배어서 접촉하는 피부가 계속 젖어 있는 경우, 피부의 각질층이 수분을 흡수하여 부풀면서 땀샘이 막혀 발생한다. 그외 땀띠가 나거나 햇빛에 노출되어 화상을 입은 피부가 계속 더위에 노출되는 경우 땀샘이 피하에서 막히면서 더 이상 땀이 나지 않고 피부가 닭살같은 모습으로 변하기도 한다. 이러한 경우 더위에 더 이상 노출되지 않는 것이 치료의 첩경이며, 2차 감염 등을 방지하는 것이 중요하다.

〈표 2〉 고열로 인한 질환의 종류, 기전 및 치료

종 류	취약요인	기 전	치 료
체 온 조절 장애	열사병 훈련 미흡, 체력단 력부족, 비만, 음 주, 탈수, 개인적 민감성, 만성 순환 기질환	중추신경계 장애 로 인한 발한 기능 정지 때문에 급격 한 체온의 상승을 보임	즉각적인 체온저 하책; 찬물에 담 군, 차고 건조한 공기 통풍 과도한 체온저하 방지 쇼크 등, 보 전적 치료
수 분 · 염 분 조절 장애	열피로	훈련미흡, 과도한 수분손실	발한으로 인한 체 액의 손실에 따라 장기에 충분한 혈액공급이 안됨
	열경련	과도한 발한, 염분이 섭취 없는 다량의 수분섭취	땀을 통하여 염분 이 소실되었으나 수분만 보충되어, 혈장내 염분농도가 낮아지고 근육 의 이온균형이 깨 짐
피 부 질환	땀띠	지속된 고열, 땀이 배인 의복	피부 각질이 수분 에 부풀면서 땀샘 이 막혀 염증이 발 생 피부 계속제, 청결 한 피부관리, 서늘 한 곳에서 취침, 피부가 마르도록 휴식

열경련은 고온에서 작업을 하면서 계속 땀을 통하여 염분이 소실될 때 이를 적절히 보충하여 주지않는 경우 발생한다. 즉 땀을 흘리고 물만 계속 섭취하는 경우, 체내 염분의 균형이 깨지면서 근육의 경련을 유발한다.

하는데, 실제 생명현상은 지속적으로 세포안에서 열원을 태움으로써 그 에너지를 이용하는 것이다. 우리 몸은 평상시 쉬고 있는 중에도 산소를 흡입하여 각 장기에서 열원을 산화시켜 체온을 유지하고 있다. 운동이나 작업을 하는 경우에는 이러한 일을 수행하기 위하여 근육에서 추가적인 열원이 산화되며, 그에 따라 부수적으로 많은 열이 발생한다. 이는 자동차엔진이 고속으로 주행을 할 때, 많은 열이 발생하는 것과 같은 현상이다. 사람의 세포나 자동차엔진이 정상적으로 가동하기 위하여서는 이러한 추가적인 열이 제거되어야 하는 바, 다른 저온체로 직접 열을 전도하거나, 적외선 등으로 방열을 하거나, 아니면 기화열로 손실되어야 한다. 이 중 일반 사업장에서 가장 중요한 기전은 기화열로서, 고온환경이 아니더라도 땀이 증발하지 않는 방수복을 착용하여야 하는 경우 고온으로 인한 건강장해를 일으킬 수 있다.

근육운동에 따라 발생한 열은 피부를 통하여 대부분 손실되며, 폐장조직을 통하여 호기시 소실되는 양은 상대적으로 매우 적다. 체온이 상승하는 경우, 신체는 피부로 더욱 많은 혈류를 흐르게 하고 또한 땀을 배출하여 기화열로 더욱 많은 열이 소실

### 3. 고온으로 인한 건강장애의 발생기전과 그에 영향을 미치는 요인들

흔히 죽음을 생명의 불꽃이 꺼지는 것으로 비유

되도록 한다. 이러한 현상은 그러나 계속되는 경우 체내 수분상실로 전체 혈류량이 줄어들며, 또한 피부를 제외한 다른 신체장기에 보내지는 상대적인 혈류량도 줄게 되어, 조직내 산소공급에 지장을 초래한다. 그러므로 신체는 이를 극복하기 위하여 심장박동의 증가 등을 통하여 같은 시간내에 더욱 많은 양의 피를 순환시켜야 하며, 이러한 능력은 각 개인의 최대 운동량(maximal aerobic capacity)에 달려 있다. 똑 같은 일을 하더라도, 수행하는 작업이 각 개인의 최대 운동량에서 차지하는 상대적인 비율이 다른 경우, 최대 운동량이 적을 수록 체온상승이 높음을 볼 수 있다. 그러므로 사업장이 서늘한 환경이라 하더라도, 일반적으로 적절한 작업량은 각 개인의 최대 운동량의 30~40%를 넘지 않도록 권고하고 있다.

그 외에 더위에 적응하는 능력과 연관을 보이는 요인들로서, 연령, 성별, 체지방, 그리고 질병이나 복용약물 등을 들 수 있다. 연령이 증가하면서, 최대 운동량이 감소하는 것 이외에도, 연령 증가에 따라 체내 수분량도 감소하며, 또한 발한기능도 더딘 것으로 나타나고 있다. 이러한 현상은 연령 증가에 따라 더욱더 더위로 인한 건강장애의 가능성을 높인다. 한편 여자는 남자에 비하여 체구가 작음으로 해서 최대 운동량이 작다. 상대적으로 최대운동량에서 차지하는 비율이 같은 작업을 행하는 경우, 여자들의 체온조절 기능은 남자와 같거나 약간 저하되어 있는 것으로 보고되고 있다. 체지방의 경우에는 체중증가로 같은 작업을 하더라도 더욱 많은 열량이 소모되며, 또한 피부를 통한 열의 발산도 적어지게 된다. 이 밖에 체지방이 체온조절에 영향을 미치는 더욱 중요한 이유로 대개의 경우 비만과 동반되어 나타나는 운동능력의 저하를 들 수 있다.

고혈압, 당뇨 등의 심혈관계 기능에 부담을 동반한 만성 퇴행성 질병을 앓고 있는 경우에는 더위에 적응할 수 있는 능력이 감소되어 있다. 여름철 더위에 사망하는 노인들은 대개 이러한 질병들로 그 적응력이 저하된 집단이다. 그 밖에 다른 질병으로 약물을 복용하는 경우, 특히 대뇌기능이나 자율신경계에 작용하는 약제, 심혈관계기능과 체내 수분조절기능



## 고혈압, 당뇨 등의 심혈관계 기능에 부담을 동반한 만성 퇴행성 질병을 앓고있는 경우 에는 더위에 적응할 수 있는 능력이 감소되어 있다



에 작용하는 약제 등을 복용하는 경우에는 조심하여야 한다. 또한 알콜은 체내 수분을 소실시키며 중추 및 말초신경계의 기능에 영향을 주어 체온조절기능을 저하시키므로, 작업시에는 절대 음주하지 않도록 하여야 한다.

### 4. 고온으로 인한 건강장애의 예방과 관리대책

고온으로 인한 건강장애의 예방과 관리대책은 공학적 대책, 작업관리 대책, 그리고 의학적 대책을 포함하여 크게 세가지로 나눌 수 있다. 많은 경우 적절한 공학적 대책으로 근본적인 예방을 이룰 수 있으나, 고온 환경이 일시적 혹은 계절적으로 발생하는 경우, 작업관리 대책 혹은 의학적 대책에 의존할 수도 있다. 한편 이러한 관리대책은 책임있는 관리자에 의하여 종합적으로 실행되어야 실제 문제점을 예방 관리할 수 있다.

공학적 대책은 우리 신체에서 열이 전달되는 세가지 기전에 따라서 시행되어야 한다. 즉 사업장의 기온이 평균 피부온도인 35°C를 넘는 경우, 공기를 통하여 작업자에게 열이 전도되므로, 이러한 경우에는 의복을 착용하여 공기와의 접촉을 줄이고, 기온을 낮추도록 하여야 한다. 전체 사업장 기온을 낮추기가 어려운 경우에는 작업자가 위치하는 국소 부위에만 냉각장치를 설치할 수도 있다. 복사열은 열원으로부터의 거리의 4제곱에 반비례하므로, 기본적으로 작업위치를 멀리하거나, 복사열 차단장치

를 사용하여야 한다. 이는 거리를 두고 조정하는 원격조정장치, 금속 스크린, 공기 차단벽 등을 설치하여 달성할 수 있으며, 가능한 경우 용광로 등의 열원 표면을 단열처리함으로써 복사열을 줄일 수도 있다. 마지막으로 기화열은 피부로부터 열을 제거하므로, 이를 증가시키기 위하여서는 공기바람의 속도를 증가시키거나 혹은 공기습도를 낮추도록 하여야 한다. 단순히 선풍기 등을 사용하여 공기바람을 증가시키는 것이 가장 손쉬운 방법이다. 기온이 35°C 이상이 되는 경우에는 바람에 따라 전도열이 증가하므로, 열 전도를 최소로 하면서 기화열을 높일 수 있도록 바람의 속도를 조절하는 것이 중요하다.

작업관리에 대한 대책은 크게 작업시간과 배치를 조정하는 일, 작업량을 감소시키는 일, 더위에 대한 내성을 증대시키는 일, 그리고 안전보건에 대한 교육을 실시하는 일 등을 들 수 있다. 작업시간과 배치를 조정하는 일은 고온 작업을 서늘한 계절이나 혹은 하루 중 서늘한 시간에 실시하고, 되도록 자주 휴식을 갖도록 하는 일, 그리고 한 작업장에 동시에 다른 작업을 하는 인원이 투입되어 열의 발생을 증대시키지 않도록 작업배치를 조절하는 일 등을 포함한다. 작업량의 감소는 기본적으로 각 작업자가 수행하는 육체적 작업량과 전체 작업시간을 축소함으로써 달성할 수 있다. 이를 위하여서는 기계화, 작업자 증원, 휴식기간 연장 등을 실시할 수 있다. 더위에 대한 내성은 5~7일 동안의 적절한 고온적응훈련을 통하여 달성될 수 있는 바, 전혀 훈련이 안된 작업자의 경우 첫날에는 다른 작업자 작업량의 20%만을 수행하고, 다음날부터 작업량을 20%씩 점차 증가하여 수행하도록 하여야 한다. 또한 일반적으로 체력단련은 고온에 대한 내성을 증가시키므로, 평소 체력단련사업을 시행할 수도 있다. 한편 고온작업에 대한 안전보건교육은 고온으로 인한 건강장해의 징후들을 조기에 인식할 수 있도록 하여야 하며, 그 외에도 비만, 음주, 복용약물 등에 대한 교육과 함께 개인보호구의 사용 및 관리에 대한 구체적인 사항을 포함하여야 한다.

고온작업에 대한 의학적 대책은 작업자에 대한



## 작업관리에 대한 대책은 크게 작업시간과 배치를 조정하는 일, 작업량을 감소시키는 일, 더위에 대한 내성을 증대시키는 일, 그리고 안전보건에 대한 교육을 실시하는 일 등을 들 수 있다



적절한 건강검진과 의학적인 조치를 포함하여야 하며, 특히 취업시 건강진단, 고온적응훈련 초기의 의학적 관찰, 그리고 적용된 작업자들 중의 작업관련성 질환발생에 대한 지속적 관찰 및 검색을 실시하여야 한다. 취업시 건강진단은 전반적인 건강상태를 파악하여야 하나, 특히 고온적응능력과 관계되는 심혈관계, 신경계, 그리고 신장기능이 평가되어야 하며, 관상동맥질환, 폐기능장해 등의 질환자인 경우에는 최대운동량이 감소되어 있어 작업배치에 유의하여야 한다. 고혈압은 그 자체로서 고온환경에서의 작업을 금지하지는 않으나, 고혈압 치료제를 복용하는 경우 그 선택에 유의하여야 한다. 한편 호흡보호구나 보호의를 착용하여야 하는 경우에는 착용에 따른 심혈관계의 부담이 가중되므로, 적절한 운동부하검사를 실시하여 보호구나 보호의로 인한 추가 부담에 적응할 수 있는지를 검토하여야 한다. 그외에 화상 등과 같이 발한기능에 장애를 가져올 수 있는 피부질환, 비만, 여성근로자의 임신등의 경우에는 그에 따른 적절한 관리를 실시하여야 한다. 특히 고온에 노출되는 경우, 생식능력의 감퇴, 기형출산 등의 보고가 있으므로 이에 대한 주의를 환기시켜야 하며, 신장결석의 발생이 증가될 수 있으므로 이에 유의하여 관찰하여야 한다.

한편 작업부서나 공정별로 질병과 사고, 그리고 건강과 관련하여 발생한 결근 및 조퇴를 집계 검색하는 작업은 가장 중요한 의학적 대책의 일환이 되

어야 한다. 이는 실제 다른 공학적 내지는 작업관리 대책들이 제대로 문제점을 예방 관리할 수 있는지를 파악할 수 있는 구체적 수단이기 때문이다. 다른 하나의 검색방법으로 작업자들에 대한 생리적 측정들을 들 수 있는데, 작업자가 작업을 잠시 중단하고 의자에 앉아 휴식하는 동안 맥박수와 구강내 체온을 측정하여, 휴식 3분째 측정된 분당 맥박수가 90 이상이거나, 휴식 1분째와 3분째 측정된 분당 맥박수의 차이가 10 이하이거나, 아니면 구강내 체온이 38°C 이상인 경우에는 고열로 인한 건강이상을 의심할 수 있다. 이러한 경우에는 개인의 고열적응력을 평가하고 전체적인 작업환경을 개선하도록 하여야 한다.

<표 3> 고열작업으로 인한 건강장해의 예방 및 관리대책

관리 대책	예	방	법
공학적 대책	진도열	작업장 기온이 35°C 이상인 경우 : 기온저하책, 열차단 의복착용, 더운공기바람 차단	
	복사열	작업장 기온이 35°C 이상인 경우 : 의복 축소, 공기바람 증가	
	기화열	차단기구 설치, 복사열원 표면의 단열처리, 열차단 의복착용	
작업관리 대책	작업량	작업량의 감소, 기계사용으로 육체노동 대체	
	작업방식	휴식시간을 짧더라도 자주 갖음으로 해서 회복도도, 극심한 온열작업을 더운 날에는 피하도록 함	
	작업한계	자율적으로 더위로 인한 증상이 나타나는 경우 스스로 작업을 중단하도록 작업한계를 설정	
	회복실	작업장 근처에 공기조화된 회복실 설치	
	개인보호구	냉음료수, 냉각된 가류공급장치, 열차단 의복 내지는 보호구	
	건강진단	심혈관기능에 대한 평가	
의학적 대책	열적응 훈련	점차적인 훈련기간 설정	
	수분공급	자주 수분공급	
	질병관리	급성질환이나 건강상태변화가 발생한 경우 작업제한	

참고문헌

한국산업안전공단. '93 제조업체 작업환경 실태조사, 한국산업안전공단 보고서, 1994

산업보건연구원. '93년도 제조업체 작업환경실태조사 신뢰도조사 보고서, 한국산업안전공단 산업보건연구원 보고서, 1994

한국산업안전공단. '93 직종별 기인물별 산업재해 원인분석, 한국산업안전공단 기술정보실 교육자료, 1994

Dukes-Dobos FN, Henschel A, eds. Proceedings of a NIOSH workshop on recommended heat stress standards, Cincinnati USA, UHHS PHS CDC NIOSH 1980

Fuller FH, Smith PE. Evaluation of heat stress in a hot workshop by physiologic measurements. Am Ind Hyg Assoc J 42 : 32-37 : 1981

NIOSH. Criteria for a recommended standard, Occupational exposure to hot environments, Revised Criteria 1986, Cincinnati USA, UHHS PHS CDC NIOSH 1986

Nadel E, Cullen MR, Thermal stressors in Rosentock L, Cullen MR, eds. Textbook of clinical occupational and environmental medicine, Philadelphia USA, WB Saunders Co., 1994

