재해 유형별 긴급조치 메뉴얼 및 현장 구호장비 자문

목적

전기 작업중 발생할 수 있는 재해의 유형과 그에따른 질환의 병태생리를 이해하고 실제 재해 발생시

감전사고와 그와 동반될 수 있는 추락, 화재등 감전과 함께 발생할 수 있는 사고에서 작업자의 부상을 최소화하고 생명을 유지할 수 있는 방법과 이차 손상을 예방할 수 있는 방법을 점검하기 위함이다.

내용

감전손상의 병태생리

전기화상의 심각도는 전압, 전류, 전류의 종류(교류/직류), 전류의 방향, 접촉 기간, 접촉면의 저항과 개개인의 편차에 의해 결정된다. 의학적으로 전기화상은 보통 저전압( 1,000V미만)과 고전압 (1,000V 이상)으로 분류한다. 보통 저전압 화상이 감전 부위와 그 주위 표면에 국한되는데 반해 고전압 화상은 감전부위의 심부까지 파급되며 주위 조직에 파급되어 압궤손상과 유사한 양상을 띈다1. 일부 동물실험에서는 표면저항이 아크의 접촉 직후에는 천천히 감소하다 이후 빠른 속도로 감소하게 되며 이 상황에서 접촉면의 온도는 접촉면의 전류 증가에 따라 동일한 비율로 증가하게 된다2.

보통 교류전기의 경우 강직성 연축을 유발하며 이 효과로 인해 감전된 사람은 전원에서 퉁겨져 나가거나 전원에서 빠져나오지 못하게 된다. 흔히 "no-let-go" 현상이라고 부르는 이 현상은 전류에 의해 인체 손상을 악화시키는 한가지 원인이 된다. 이 현상은 팔의 굽힘근과 폄근이 동시에 전류에의해 영향을 받으며 발생한다. 하지만 양쪽 근육이 동시에 수축되는 상황에서 보통 굽힘근이 폄근보다 강하기 때문에 환자는 감전된 상태에서 스스로의 힘으로 탈출할 수 없다. 감전환자에서 의식변화(의식소실)은 보통 고전압 감전사고의 절반 정도에서 발생하며 접촉 시간에 의해 영향을 받는다3.

전류에 대한 인체의 저항은 거의 99%이상이 피부에서 발생한다. 피부의 저항은 땀에 젖은 상태에서는 낮게 나타나나 건조한 겨울, 굳은살이 많은 손바닥의 경우 100,000Ω이상 증가할 수 있다. 전기에 대한 조직의 저항은 골격조직이 가장 높은 저항을 띄며, 지방, 건, 피부, 근육, 혈관, 그리고 신경 순으로 낮아진다. 보통 전류는 저항값에 따라 다르게 흐르며 가장 높은 저항조직에서 가장 고열을 발생하나 동물 모델을 토대로 보았을때 인체는 마치 하나의 전도체와 같이 작용하는 것으로 알려져 있다2.

감전에 의한 손상은 크게 세 가지로 이루어진다. 첫째는 전류에 의한 직접적인 심장, 신경의 손상이며, 두번째는 높은 저항을 통과하면서 발생하는 열손상, 그리고 세번째는 전기에 의해 신체가 퉁겨나가며 발생하는 외상이다.

높은 전류에 의한 인체의 영향은 감전 직후 심장의 부정맥, 심정지, 그리고 지연성 심근파열이나 심근 경색을 유발하며 감전직후 환자의 즉각적 사망을 유발한다. 이와는 달리 전기에 의한 열 손상은 피부의 높은 저항으로 인한 발열이나 아크의 생성에 따른 주위 고열원(약 4,000도)에 의해 발생한다. 이러한 열 손상은 피부 표면만을 손상시킬 수도 있으나 아크에 직접 접촉한 경우 뼈, 근육, 혈관, 신경 등 조직의 깊은 부위까지 열손상을 유발하여 감전부위를 괴사시키게 된다. 또한 이때 발생하는 혈관 손상은 3~5일간 상처주위의 혈액순환 저하로 나타나며 이로인해 상처가 더 넓어지고 절단의 가능성을 높이는 주요한 원인이 된다. 이외에 고온에 의해 의복이나 주위 인화성 물질의 발화로 인해 화재가 발생하여 수상하기도 한다. 마지막으로 전기에 의한 외상은 교류전기에서 자주 발생하며, 60Hz의 전기 위상변화로 인해 신체 근육들이 수축과 이완을 반복하며 전원에서 튕겨 나가 추락, 충돌등을 일으키는 것이다. 경우에 따라서는 이러한 근육의 연축(수축과 이완)으로 인해 감전된 사람이 전원에서 떨어지지 못하게 하기도 한다.

결국 감전사고가 발생시 일차적으로는 감전된 작업자의 의식소실, 심정지, 감전부위의 손상부터 추락, 화재에 의한 손상까지 모든 사고의 형태가 동반될 수 있음을 잊지 말아야 한다.

결과

[1] Artz C. Electrical injury simulates crush injury. Surg Gynecol Obstet. 1967;125:1316-1317.

[2] Hunt J, Mason A, Masterson t, et al. The pathophysiology of acute electric burns. J Trauma 1976;16:335-340.

[3] Grube B, Heimbach D, Engrav L, et al. Neurologic consequences of electrical burns. J Trauma. 1990;30:254-258.