

# 건설업에서의 직업병 2

이 은 영  
한국산업안전공단  
작업환경지도국장

## 2-5 진동(Vibration)

진동이란 물체의 전후운동(Back-and-forth Motion)을 가리키며 생체에 작용하는 방식에 따라 전신진동(全身振動, Whole Body Vibration)과 국소진동(局所振動, Segmental Vibration)으로 구분한다.

전신진동은 지지구조물을 통해서 전신에 전파되는 진동으로 교통차량, 선박, 항공기를 타거나 기중기, 분쇄기 등을 운전할 때 다리 등을 통해서 전신에 전파된다. 국소진동은 국소적으로 손과 발 등 특정부위에 전파되는 진동으로 건설현장에서 많이 사용되고 있는 리베팅기, 착암기, 연마기, 자동톱(Chain Saw) 등의 진동공구를 사용할 때에 일어날 수 있다.

진동자극의 수용체(受容體)는 피하, 골막, 내장에 분포되어 있는 Pacini 소체로 보고 있으며 촉압각(觸壓覺)과는 다른 종류의 기계적 감각이다.

전신진동의 경우는 2-100Hz, 국소진동의 경우에는 8-1500Hz의 것이 주로 문제가 된다.

착암기 등의 사용에 의한 진동증후군의 발생 기전은 국소진동이 직접 수지부 혈관 및 관절에

기계적 공진현상을 일으켜 말초장해를 유발하고 간접적으로는 소음 및 한냉과 복합되는 교감신경성 혈관수축반사를 촉진시켜 중추, 말초, 골관절 장해를 일으킨다.

### 가. 진동의 생체작용

#### (1) 전신진동

전신진동의 만성작용에 관해서는 아직도 잘 알려져 있지 않으며 또 직업병으로서 주목될 만큼 부각된 일도 없었다. 그러나 전신진동은 Generalized Stressor이며 진동 특성에 따라 신체의 여러 부위나 기관에 다발성 변화를 일으킬 가능성이 있다. 즉 전신, 특히 구간과 상체는 5Hz 진동에 공명현상을 나타내고 두부와 견부는 20~30Hz의 진동에 공명하며 안구는 60~90Hz의 진동에 공명한다.

전신진동의 영향이나 장해는 자율신경, 특히 순환기에 크게 나타난다. 말초혈관이 수축되고 혈압상승, 맥박증가를 보이며 발한, 피부 전기저항의 저하도 나타난다. 산소 소비량은 전신진동으로 인해 증가되고 폐환기도 촉진된다. 내분비계에도 영향을 미쳐 요중 17-ketosteroid의 배설이 감소하며 여자에게서는 성기의 위치이상,

## 안전기술 5

월경장해가 일어나기도 한다. 위장(분비 및 운동)장해, 내장하수증, 척추이상은 비교적 특징적인 장해이다. 그외에 인간 행동면에서의 영향도 알려져 있다.

### (2) 국소진동

국소진동은 보다 국소적인 Stressor로 작용하며 주로 수지, 손에 나타난다. 자동톱, 공기햄머, 전동연마기를 사용할 때에 특히 한냉환경에서 Raynaud 현상이 일어난다. 이 현상은 수지의 감각 마비 및 창백 등을 증상으로 한다.

그 외에 국소의 혈관, 신경, 골, 관절, 근육, 시각 등의 이상이 오며 점차로 전신에 파급되어 중추신경이나 내분비계에도 침범된다.

### 나. 채용시 금지질환

채용시 하기 질환자는 제외되어야 한다.

- ① 혈관계 질환자      ② 고혈압자
- ③ 정형외과 질환자(만성관절염 포함)
- ④ 말초신경계 질환자    ⑤ 약물 중독자
- ⑥ 만성주정 중독자
- ⑦ 기타 의사가 인정하는 질환자

## 2-6 유기용제 중독

유기용제란 탄소를 함유하고 있는 유기화합물로서 피용해물질의 성질을 변화시키지 않고 다른 물질을 용해시킬 수 있는 물질을 말한다. 건설현장에서는 도장, 방수접착작업, 세척작업, 도로공사 등에서 매우 널리 사용하고 있으며 사용 목적에 따라 단독 혹은 혼합하여 사용하고 있다.

산업장외에 일반인도 그림이나 취미활동 등에 의해 유기용제에 폭로될 수 있고 심지어는 도취감이나 환각을 목적으로 유기용제를 남용하는 일도 있다.

유기용제는 그 용도가 광범위하기 때문에 그 종류가 꽤 많으나 용제로서의 공통된 성질이 있

다. 즉, 첫째는 물질을 녹이는 성질, 둘째로 실온에서는 액체이며 휘발하기 쉬운 성질이다. 유기용제는 휘발성이 크기 때문에 대부분 작업장 공기중에 가스로서 존재하는 일이 많으므로 호흡기를 통해 체내로 흡입되는 경우가 가장 많다. 또한 유기용제는 유지류를 녹이고 또 그것에 스며드는 성질이 있기 때문에 피부로부터 흡수되기 쉽고 체내에 흡수된 후에도 중추신경 등 중요기관을 침범하기 쉽다.

### 가. 유기용제의 흡수와 배설

사업장에서 유기용제를 사용하는 경우 인체로 들어가는 경로는 호흡기를 통한 흡수, 피부를 통한 흡수, 소화기를 통한 흡수의 3개의 경로가 있다.

이 중에서 호흡기를 통하여 흡입되는 경우가 가장 많으나 피부를 통하여 침입하는 것도 상당히 많다. 소화기(입)를 통하여 들어가는 경우는 잘못하여 마시는 경우를 제외하고는 생각할 수 없으나 침과 함께 극소량이 체내에 들어갈 수 있다.

유기용제는 휘발성이 강하기 때문에 호흡기를 통하여 들어간 경우에 다시 호흡기를 통하여 배출된다. 그러나 그 중의 일부는 그대로 또는 대사과정을 거쳐서 오줌으로 배설되고 일부는 일정기간 동안 체내에 남아 있게 된다. 대사과정을 거치는 경우에는 독성이 감소, 즉 해독작용이 이루어지는 것이 보통이다. 예를 들면 톨루엔은 마노산이라는 무해한 형태의 물질로 분해되어 오줌으로 배설된다. 그러나 대사(代謝)는 반드시 그 용제의 해독을 의미하는 것은 아니다.

간장에 있어서의 대사는 공존하는 화학물질(유기용제는 혼합용제로 쓰이는 경우가 많다), 알코올의 음용, 영양조건 등에 따라서 용제의 독성이 영향을 받는다.

나. 유기용제의 특성

유기용제는 지방, 콜레스테롤 등 각종 유기물질을 녹이는 성질이 있기 때문에 여러 조직과 결합하여 여러가지 영향을 미치게 된다. 또한 용제의 종류에 따라 침범되는 장기도 달라진다.

대부분의 용제는 마취작용을 가지고 있는데, 이것은 신경계의 지방조직에 대한 친화성 때문이라고 생각된다.

일반적으로 한꺼번에 다량을 흡입하면 마취작용을 나타내지만 마취되지 않을 정도의 적은 양을 오랜시간 동안 반복하여 흡입하면 만성중독을 일으킨다. 이때 나타나는 독성은 용제가 가지는 물리·화학적 성질과 큰 관계가 있으며, 지방과 물에 대한 용해도(溶解度), 결합되어 있는 염소 또는 니트로기(nitro基)의 수(數), 휘발성의 차이 등에 따라 영향을 받는다. 예컨대 4염화탄소는 간장과 신장을 침해하는 데 반하여 벤젠은 조혈장기인 골수를 침해하고 이황화탄소는 중추신경계통을 침해한다.

유기용제가 각 장기에 미치는 독성을 종합하면 다음과 같다.

(1) 신경장해

유기용제의 중추신경계에 대한 작용으로 잘 알려진 것은 마취작용이다. 마치 술에 취한 듯한 기분이 되고, 동작이 둔해지면서 졸음이 오고, 의식을 잃게 된다. 이와 같은 증상은 농도가 높을 때 일어나는 급성작용이고, 그대로 흡입을 계속하면 사망하는 일도 있다.

이황화탄소에 의하여 뇌신경세포가 파괴되고 환각작용이 일어나거나 우울증, 치매 등 신경장해를 일으키는 일이 있고 이황화탄소, 노말렉산 등에 의해 다발성 신경염이 생기기도 한다. 메틸알콜은 시신경(視神經)에 작용하여 실명을 초래한다는 것은 잘 알려진 사실이다.

(2) 소화기장해

유기용제의 중추신경에 대한 작용은 2차적으

로 위장에 영향을 미친다. 구토증, 변비 등의 증상을 나타내고 소화불량, 식욕부진 등을 호소한다.

벤젠이나 4염화탄소 등 조혈기관이나 간장에 대한 작용이 있는 독물의 경우에는 소화기 장애 증상이 일찍이 일어난다.

(3) 호흡기 장해

여러가지 유기용제는 정도의 차이는 있으나 코의 점막에 염증을 일으키기도 한다. 식초산 또는 개미산은 자극성이 강하고 크실렌 등도 코점막을 강하게 자극하여 염증을 일으킨다. 4염화탄소 또는 염화에틸렌은 화기나 자외선에 의하여 염소가스와 포스젠(phosgene)을 발생하여 폐수종을 일으킬 수 있으므로 주의하여야 한다.

(4) 간장장해

간장은 여러가지의 독물이 체내에 들어왔을 때 해독에 필요한 장기이지만 한편 이들의 독물에 의하여 침범되기 쉽다. 탄화수소의 염화물들은 간장에 대한 작용이 강한 용제이지만, 그 중에서도 4염화에탄, 4염화탄소, 클로로포름 등은 간에 대한 작용이 강하고, 염화에틸렌, 4염화에틸렌 등은 간장에 대한 독작용이 비교적 약하다.

독물에 의한 간장장해가 심할 때는 황달이 생기지만 황달이 나타나지 않는 경우도 있으므로 중독의 의심이 있을 때에는 간기능 검사를 할 필요가 있다.

(5) 신장장해

간장장해가 일어날 때 신장도 침해를 받는 경우가 많다. 글리콜의 유도체가 신장에 장해를 나타내어 신장염을 일으킨다. 폭로를 중지하면 치유되지만 심하게 침해된 경우는 요독증(尿毒症)을 일으키기도 한다.

(6) 조혈장해

벤젠은 조혈장기인 골수에 직접 작용하여 조혈기능장해를 일으키는 대표적인 유기용제로 폭로 초기에는 빈혈증을 나타내고 계속 폭로되면

## 안전기술 5

혈소판 감소, 백혈구, 특히 중성다핵백혈구의 감소를 초래하며, 마침내는 재생불량성 빈혈로 되어 사망한다.

또한 니트로화합물은 혈액소대사에 영향을 주어 메트헤모글로빈을 형성하여 피부에 청색증을 일으킬 수 있다.

### (7) 피부 및 점막에 대한 작용

유기용제는 피부·점막에 접촉하여 국소자극을 일으키는 것이 많으며, 그 자극성의 강도는 화합물의 특성과 접촉시간에 따라 다르다. 눈에 유기용제의 비말(飛沫)이 들어가면 심한 통증을 일으키고 응급처치가 제대로 이루어지지 못하면 결막염, 각막염의 염증을 초래한다. 고농도의 증기에 폭로되면 눈, 코, 목구멍의 점막이 자극을 받게 된다.

유기용제에 따라서는 피부를 자극하여 알러지성 피부염을 일으키기도 하며 또한 사업장의 작업자에 있어서는 유기용제 취급시 피부접촉이 거듭될 경우에는 유기용제가 피부의 지방과 콜레스테롤을 녹이는 성질이 있기 때문에 피부훼손을 일으키고 염증성 병변이 생기기도 하므로 주의하여야 하며 자극에 대한 감수성에는 개인차가 심하다는 것을 고려하여야 한다.

## 2-7 이상 기압

지구표면에서의 공기의 압력은 평균 약  $1\text{kg}/\text{cm}^2$  ( $14.7\text{lbs}/\text{inch}^2$ )이며 이를 대기압 또는 1기압이라 한다. 대기압보다 높은 고압환경은 잠함(潛函)작업이나 해저터널 굴진작업에서 볼 수 있다. 작업장소에서 스며드는 물을 배제하고 구조 지지물을 제공하기 위해서 고압환경이 사용되기 때문이다. 잠함작업의 경우에는 잠함동체가 가라앉아감에 따라 지하수면 1m마다 0.1기압의 공기압을 더 송입하고 유지함으로써 잠함내외의 공기압과 수압의 균형을 이룬다. 잠함작업은 교

각이나 굴뚝의 기초공사, 광산의 수직갱, 지하실, 댐, 지하철, 발전소 취수로, 독크공사 등에 이용된다.

### 가. 이상기압의 생체작용

사람은 1기압속에서 일상생활을 하지만 내외 모든 방향에서 같은 압력을 받게 되어 있어서 그 압력을 느끼지 못한다. 1기압 이상의 경우에도 폐장, 부비강, 중이(中耳)를 포함하는 모든 신체 부분은 체표면에 대한 자유통로가 유지되는 한 상당히 높은 기압에도 견디어 낼 수 있다고 한다.

#### (1) 고압환경

고압환경의 생체작용은 두 가지로 크게 구분된다. 생체강(生體腔)과 환경간의 기압차이로 인한 기계적 작용은 1차성 압력현상이라고 한다. 이에 대해서 고압하의 대기가스의 독성 때문에 나타나는 현상은 2차성 압력현상이라고 하며 각 가스 분자의 특성과 관계가 있다. 또 일산화탄소 등 유해가스는 가압상태에선 독성이 강해질 가능성이 있다.

#### ① 1차 가압현상

생체표면상의 기압분포가 같지 않아서 생체와 환경기압간에 차이가 생기면 1psi(pound per inch) 이하의 기압차라도 울혈, 부종, 출혈, 동통을 일으킬 수 있다. 기압외상(氣壓外傷)은 생체내부나 인접부위의 가스강의 팽창과 수축에서 오는 조직손상이며 가압 또는 가압과정에서 발생하는 가장 흔한 직업병이다. 귀, 부비강, 치아는 가압증가에 따른 압박장해를 일으키기 쉽다. 폭로자의 1.5%가 치통과 압치통을 호소하고 1.5%가 부비강통이나 압부비강염을 호소한다.

#### ② 질소마취

4기압 이상에서 공기중의 질소가스는 마취작용을 나타내서 작업력의 저하, 기분의 변화, 여러 정도의 다행증(多幸症)이 일어난다. 이것은

알콜중독증상과 유사하다고 생각하면 된다. 이 뇌장해가 일어나는 정확한 원인은 알려지지 않았으나 질소의 지방용해도가 물의 용해도보다 5 배나 높다는 사실에 주목할 필요가 있으며 실제로 이와 같은 성질을 지니는 가스는 마취작용을 보이는 것이 상례이다.

③ 산소중독

산소분압이 2기압을 넘으면 산소중독증세가 나타난다. 수지와 족지의 작열통, 시력장애, 현청(玄廳), 정신혼란, 근육경련(특히 안면), 오심, 현훈 등의 증상을 보이며 중국에 가서는 전간 양 경련을 나타낸다. 다만 이들 증상은 고압 산소에 대한 폭로가 중지되면 즉시 회복된다. 산소의 중독작용은 운동량이나 탄산가스의 존재여부에 따라 악화된다. 1기압에서 산소는 인후를 자극하나 비교적 짧은 시간의 폭로라면 중독증상은 나타나지 않는다.

④ 이산화탄소의 영향

이산화탄소는 산소의 독성과 질소의 마취작용을 증강시킨다. 또 동통성 관절장해도 이산화탄소 분압의 증가에 따라 보다 많이 발생한다. 고압환경의 이산화탄소 농도는 대기압으로 환산해서 0.2%를 초과해서는 안된다.

(2) 감압과정(decompression)환경

① 폐장내의 가스팽창 효과

130feet의 물속에서 폐포속의 공기는 5기압으로 유지되고 있다. 따라서 대기압까지 감압을 하면 그 용량은 5배로 늘어나게 되는 셈이며 감압속도가 너무 빠르고 호기에 따른 배출이 그 속도를 따르지 못할 때는 폐포가 파열되어서 흉부조직내로 탈출한 질소가스 때문에 종격기종(縱膈氣腫, mediastinal emphysema), 기흉(pneumothorax), 공기전색(空氣栓塞, air embolism)을 일으킬 수 있다.

공기전색은 팽창된 공기가 폐혈관으로 들어가서 좌심(左心)을 거쳐 동맥순환에 들어가는 것인데 가장 위험하다. 즉 기포가 뇌혈관에 도달하여 뇌공기전색증을 일으키며 즉시 재가압(再加壓) 조치를 취하지 않는 한 사망에 이를 수도 있다.

② 질소 기포형성 효과

너무 급격한 감압에 따라 혈액과 조직에 용해되어 있던 질소가 기포를 형성하는 경우는 보다 흔히 일어난다. 이들 기포는 순환장애와 조직손상을 일으켜서 감압병(減壓病, decompression sickness)의 증상을 나타낸다.

감압에 따른 기포 형성량은 대체로 다음의 세 가지 요인에 의해 좌우된다. 첫째는 조직에 용해된 가스량이며 이것은 고기압 폭로의 정도와 시간 및 체내 지방량에 따라 결정된다. 둘째는 혈류를 변화시키는 상태, 즉 연령, 기온, 운동, 공포감, 음주 등이며 특히 감압도중이나 재감압 후에 문제가 되기 쉽다. 셋째는 감압속도이다. 이와 같은 조건들은 항공기가 고공으로 급상승할 때에도 형성될 수 있다.

③ 만성장해

비감염성 골괴사(aseptic bone necrosis)는 고압환경에 반복 폭로될 때에 가장 일어나기 쉬운 속발증이다. 이것은 질소 기포가 뼈의 소동맥을 막아서 일어나며 해당 부위에 경색이 일어나는 것이다. 폐색과 괴사가 일어나는 호발부위는 대퇴골 하단부, 경골 상단부 및 상방골과 대퇴골의 경부이다. 상해 부위는 다발성으로 양측에 대칭성으로 오는 경우가 많다.