

職業病 시리즈 - 2 - 化学 및 金屬類 II 鉛 -

Series of Occupational Disease - Poisoning of Chemical Products in industrial II Lead -

大韓生命保險株式會社 醫務部

朴 英 一

Medical Dept. Daehan Life Insurance Co., Ltd.
Park, Young Il M. D.

序 論

人間生活에 가장 많이 이용되고 있는 重金屬 가운데에서 鉛을 우선 꼽을 수 있을 것이다. 鉛은 항상 우리 生活周邊에 가깝게 손쉽게 얻을 수 있는 것이다. 전기휴-즈, 옹기주약, 장난감 휘발류 속에도, 건전지, 페인트 심지어 최근 보도에 의하면 漢藥丸劑 제제용으로 鉛이 포함되어 있다는 사실 등으로 우리 주변에 여러 형태로 많이 사용되고 있다는 사실입니다.

흙, 물, 식물, 공기 등에 함유된 양은 그리 많지 않기 때문에 여기서 말하는 직업위험에는 意義가 없고 다만 산업장이나 직업에서 오는 鉛中毒에만 注意가 必要한 것이다.

연은 크게 나누어 무기연과 유기연이 있어 人體에 미치는 영향이 각기 다르다.

性 狀

無機鉛은 金屬鉛과 鉛의 酸化物이 여러가지 형

태로 존재하고 있으며 창백색의 軟한 금속이며 절삭면은 광택이 있다. 공기중에서는 신속히 산화막이 생기며 鉛色으로 된다. 가열하면 할로젠 유황, 세렌등과 반응한다. 原子價는 2價와 4價가 있고 鉛化合物은 2價쪽이 4價보다 安定하다. 粉末鉛은 火災 위험성이 中等度이다.

元素記號Pb	原子番號 82
原子量 207.21	比重 11.34
融點 327.4 °C	沸點 1750 °C

溶解性 : 물, 유산에는 不溶, 硝酸, 열, 농유산에는 可溶, 鉛化合物中, 酢酸鉛과 硝酸鉛은 冷水에 易溶, 鹽化鉛, 크롬산鉛, 스테아린酸鉛은 中等度로 可溶한다.

炭酸鉛, 酸化鉛(II), 硝酸鉛, 硝化鉛 등은 微溶, 鹽基性炭酸鉛, 모리브덴酸鉛, 三四酸化鉛, 硅酸鉛은 大部分 不溶이다. 2價의 可溶性鹽은 다소 加水分解하며, 4價의 化合物의 大部分은 不安定하여 물에 依해 分解하며 酸化鉛(IV) 또는 鉛(III) 化合物을 生成한다.

有機鉛은 Alkyl 鉛으로 TML과 TEL이 있음. TML은 四메틸鉛(Tetramethyl lead)으로 무

색투명, 油狀의 무거운 液體 薄荷完臭가 있고
화재위험은 중등도이다.

化學式 $Pb(CH_3)_4$, 分子量 267.35 比重 1.995
融點은 $-27.5^{\circ}C$ 沸點 約 $110^{\circ}C$
溶解性 : 有機溶劑, 脂肪 리포이드에 易溶 물에
는 微溶.

TEL는 四메틸鉛(Tetraethyl lead) 으로 아
세틸렌과 같은 달콤한, 불유쾌한 추기가 있다.
공기중에서 점화하면 긴 火炎을 내며 연소하고
산화연의 帶黃白色의 Fume 을 발생하여 引火하
기가 힘들다. 열 또는 炎에 접할 때의 화재위험
성은 중등도이다.

가열하면 약 $100^{\circ}C$ 부터 분해하기 시작 약 $400^{\circ}C$
 $^{\circ}C$ 금속연을 유리하여 완전 분해한다. 태양광
선의 자외선 照射에도 분해한다.

化學式 $Pb(C_2H_5)_4$, 分子量 323.45 比重
1,653 融點 $-130^{\circ}C$ 沸點 約 $200^{\circ}C$

溶解性 : 물에는 不溶, 벤젠, 石油에 텔가소린
에 可溶 알콜에는 微溶.

用 途

최대의 용도는 연축전지의 제조임. 그 외 금속
연으로서의 용도는 전선의 피복, 연관, 화학반응
용기의 내장, 도금용전극, 기계부품의 금속 "팩
킹", 고층건물의 기초와 구조재료간의 원충재, 방
사선 차폐재, 탱크내장, 탄환, 활자, Solder, 합금
眞鍮, 靑銅 등에 사용된다. 어느 것이든 금속으
로서의 연의 특성, 즉 融點이 낮고 軟하여 가공
하기 쉽고 다른 금속과의 마찰계수가 적고 密度
가 높고 耐蝕性이 우수함 등을 이용하고 있고, 화
합물로서의 용도는 項目別로 기술한 것과 같이
여러 종류가 있으나 최대의 이용량은 鉛蓄電池
의 極板材料(酸化鉛)와 Industrial Paint, Sold-
er Pottery glaze (釉 導) 合成樹脂工學(安定
劑로서) 電子材料다.

有機鉛은 Gasoline 의 耐爆劑 등의 용량이 많다.

代 謝

無機鉛

연의 지각중의 농도는 평균 $16mg/Kg$ 이며 全
元素中에 35位에 속한다. 토양의 농도는 $2 \sim$
 $200mg/Kg$ 정도이며 평균은 역시 $16mg/Kg$ 였다
고 함. 海水中の 농도는 $0.02 \sim 0.04 \mu g/l$ 에 달
한다. 하천수, 호수는 $1 \sim 10 \mu g/l$ 정도이다.

대기중 농도는 極地圈에 있어서 $0.0005 \mu g/m^3$
이하 外洋部는 $0.01 \mu g/m^3$ 田園地帶는 0.01
 $\sim 0.1 \mu g/m^3$, 도시는 $0.1 \sim 數 \mu g/m^3$ 였다.

食物이 될 수 있는 동식물 조직중 농도는
격차가 많으나 $0.01 \sim 1.5mg/Kg$ 평균 $0.2mg$
 $/Kg$ 정도였다고 한다. 따라서 직업성 폭로를 받
지 않은 일반인의 연섭취는 호흡공기량과 식사
섭취량을 고려하면 도시 거주자라도 食物로부터
의 섭취량이 대부분을 점하며 공기와 물에 의한
량은 근소하다. 식사에 의한 성인 1日 鉛 섭취
량은 여러 가지 보고가 있으나 많아야 $100 \sim$
 $500 \mu g$ 의 범위내에 속한다.

직업성 폭로에 있어서는 폐로부터의 흡수가 주
경로로서 기도의 청소작용에 의하여 소화관에
전송되어 2차적인 흡수가 이에 다음간다. 피부
상기도 점막으로부터의 흡수는 무시하여도 좋다.
그러나 alkyl 鉛은 경피흡수가 크므로 주의. 폐
로부터의 흡수는 粒徑分布 化合物의 水溶性, 작
업강도 호흡기계의 청소능력 등 많은 요인에 의
해 영향을 받으나 흡입량의 $30 \sim 40\%$ 가 혈중에
이행한다. 가끔 37% 라는 수치가 흡수절대량의
추정에 사용된다. 化合物의 水溶性은, 폐에 있어
서의 흡수율은 소화관에서의 정도보다 큰영향을
주지 않는다. 難溶性 化合物도 肺에 침착하면 언
젠가는 용해한다고 생각되기 때문이다. 따라서
직업성 폭로에 있어서는 취급하는 化合物이 난용
성 또는 거의 불용성이기 때문에 잘못 安全感을
가져서는 않된다.

소화관으로부터의 흡수는 섭취량과 분뇨에의 배설량의 차로부터 5~15% 라고 추정되었다.

그러나 여러가지 조건에 의해 큰 영향을 받아 조잡하게 1.3~16%에 달한다고도 한다. 식사중의 Ca 혹은 Fe의 결핍은 납흡수를 촉진한다는 성적이 있다.

혈액중의 납은 대부분 적혈구에 결합하여 있고 혈장중에는 적다. 생체내의 분포에 직접 관여하는 것은 혈장중 납이라 생각되나 저농도 때문에 확실한 견해가 얻어 있지 않다.

혈액중 납농도는 폭로정도를 잘 반영하기 때문에 량-반응관계를 관찰할때 흡수량에 버금할 수 있는 最良의 지표로 되어있다.

일반성인 개체의 혈중연은 測定法의 기울기 (inclination)나 변동에 의한 약간의 차는 피할 수 없으나 5~25 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 의 범위내에 있는 자가 대부분이다. 일반인의 혈중연의 상한은 40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도로 되어 있다. 연작업에 취업하면 혈중연은 그 날부터 속히 상승하기 시작하여 수 주간 이내에 환경연 농도에 대응한 평형 Level 까지 가까와지며 그 후는 상승의 계속은 없다. 환경연 농도와 혈중연의 관계는 변동요인이 너무 많기 때문에 정량적으로 만족할 성적을 얻지 못 하였다. 그러나 연작업자의 혈중연을 40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이하로 하려면 환경연농도는 대개 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하여야 할 것이다. 연작업을 떠나면 혈중연 농도는 즉시 떨어지기 시작한다. 그 속도는 과거의 폭로량에 영향된다.

체내 연량의 90% 이상은 뼈에 침착하며 농도도 뼈가 제일 높다. 肝, 腎, 大動脈은 약간 높고 腦와 筋肉의 농도는 제일 낮다.

일반인에 있어서 뼈와 大動脈의 납은 60歲 정도까지 축적 경향을 나타내며 뼈에서의 납의 생물학적 반감기는 약 10년이라고 추정되었다.

또한 전신의 생물학적 반감기는 약 5년이라고 추정되었다. 연작업을 떠날 때의 일단 상승한 혈

중연의 반감기는 骨농도에 의하여 변경되나 대부분은 수 주 내지 수 개월이다. 혈액을 중심으로 한 Compartment 와 骨 Compartment 의 생물학적 반감기를 각기 18.7일 및 21년으로 하는 보고도 상기의 추정에 대개 일치하고 있다.

주된 배설경로는 뇨이다. 장관에서의 배설도 무시할 수 없으나 Cadmium이나 水銀에 의한 것보다 중요치 않다고 함. 땀과 모발에의 배설은 극히 적다. 尿中鉛濃度도 폭로의 지표로서 필요하다. 뇨자체의 농도변동이 심하므로 혈중연보다는 신뢰할 수 없다. 혈중연이 정상화되어 있어도 “기레-트”제를 투여하여 뇨중 연배설의 이상 증가를 검출함으로써 과거의 이상한 연폭로를 증명할 수가 있다. 뇨중연의 정상범위는 “지치 존”법에 의하면 80 $\mu\text{g}/\ell$ 까지이며 평균치는 30 $\mu\text{g}/\ell$ 라고 되어 있으나 보고에 의한 차가 많았다. 최근의 보고에서는 顯式灰化, 原子吸光法에 의한 성인 일본인의 남자 2300명의 평균 뇨중 농도는 12 $\mu\text{g}/\ell$ 였다.

有機鉛

Tetraethyl lead의 증기압은 Tetra alkyl 연 중 제일 낮고 20℃에 있어서 0.26mmHg 임. 그러나 폐로부터의 흡수속도는 빠르며 肺가 주흡수 경로로 되어있다. 포화증기를 포함한 공기 (약 7 mg/ ℓ)를 rat에 흡입시켰을 때 16%가 흡수되었다. 포화량의 1/100의 기중 농도에서는 23%의 흡수율이었다.

脂溶性임으로 피부 점막으로부터도 잘 흡수되었다. 실제상 Tetraethyl 연을 포함한 Gasolin 등에 장시간 피부를 접촉하면 중독의 위험이 있다. 그러나 주경로는 역시 肺다.

흡수된 Tetraethyl 연은 혈관 뇌관문을 용이하게 통과하여 뇌에 고농도로 이행한다. 단, Tetraethyl 연이라 생각되는 휘발성 성분은 수시간 이내에 뇌, 내장 및 혈액으로부터 소실된다.

실험실 내에 있어서 tetraethyl 연은 Tryethyl 및

diethyl 연을 거쳐 무기연까지 분해되나 실험동물의 肝에서도 Tryethyl 연에의 대사는 신속하게 진행한다. Tryethyl 연은 수용성이며 간, 혈액, 腎, 뇌속에 농도가 높고 이들 장기로부터의 소실속도는 늦다. Tetraethyl 연의 독성의 대부분은 이 Tryethyl 연에 의한 것으로 생각되고 있다.

加鉛 Gasoline 으로서 Tetraethyl 연과 혼합 사용되는 Tetramethyl 연은 증기압이 높은 데도 불구하고 독성은 Tetraethyl 연보다 낮다. 그 이유는 Tetraethyl 연으로부터 Tryethyl 연에의 분해보다도 늦기 때문으로 추측된다. 수년 전 한국 고속도로 개통 이후에 식물조사에서 연오염도가 쌀, 채소류에 국제식품 규격의 3~7 배가 초과되어 있었다는 보고가 있었다.

국제규격이 0.1 PPM에 비하여 현미는 0.295 PPM, 파는 0.7, 배추는 0.71, 파와 배추의 경우 산 속에서 재배한 것에 비해 무려 34~36 배나 더 오염되어 있었다 함. 이는 고속도로변의 자동차 배기「가스」때문에 가속되고 있는 것이다.

症 狀

無機鉛

피부 접촉을 자극하지 않고 肺에의 자극작용도 없다. 따라서 흡입과 경구섭취에 의한 국소성의 중독은 급성 만성이든 야기치 않는다. 산업장에서 발생하는 중독은 대부분 만성중독이나, 중독에까지 되지 않은 생체영향은 수 시간에서부터 수 일의 연폭로에서 기성립되는 것이다.

따라서 폭로정도가 극히 클 때는 수 주에서 심한 중독에까지 도달할 수가 있다. 그러한 형은 급성 鉛疝痛, 급성 鉛胸痛이 있으나 드물다.

이들은 중독학적으로는 아급성중독이라 호칭하는 것이 정당할 것이다. 또한 그 본질은 수

십일 내지 수개월에서 성립되는 통상적 만성중독과 틀린 것은 없다. 만성폭로에 겹쳐서 급격히 연흡수가 증가할 때에도 수 일에서 급성발증할 때가 있다. 이러한 예는 많다.

① 빈 혈

빈혈은 연중독에서 제일 많이 보는 증후이다. 시간적으로는 의외로 빨리 일어날 수 있다. 상당한 연폭로가 있는 작업에 처음으로 취업하면 작업자의 대부분은 수일 내지 수 주간이란 단기간에 경도의 빈혈이 되나 그대로 같은 정도의 연에 폭로를 계속해도 빈혈은 회복되어진다. 수개월내지 수 년지나면 서서히 다시 경도의 빈혈이 되는 자가 나타나나 빈혈의 정도는 그리 진행치 않고 약간 낮은 level에서 安定된 대로 자각증상도 없이 이행하는 것이 많다. 폭로가 심해도 빈혈 그 자체에 의한 자각증상이 나타날 정도로 진행되는 것은 적다. Hb 농도로서는 8~128/100ml 정도까지이다.

빈혈의 형은 초기에는 小赤血球性 低色素性이나 만성으로 경과할 때는 正赤血球性 正色素性일 때가 많다.

② Hb 합성에의 영향

연에 의한 생체 영향중 鉛 그 자체를 각종 장기중 농도의 증가를 除하면 Hb합성에 관여하는 酵素係에의 영향이 현재까지 알고 있는것 중 제일 예민한 것이다. Hb합성의 많은 단계가 영향을 받고 있는 것을 알고 있으나 그중에서도 제일 예민하게 조해되는 효소는 “테루타아미노레부린酸” 脫水酵素(ALA dehydrase, ALA-D)와 Hb합성효소(hemesynthetase)이다. 또한 律速효소인 ALA dihydrase 酸, 合成酵素(ALA synthetase)는 연에 의해 Hb합성이 감소하면 feedback 기구가 활동하여 활성이 증가하며 대상적으로 전체의 Hb합성량을 유지하는 것이 된다. 그 결과 빈혈보다 앞서 鉛copro 및 ALA의 배설증가 혈청ALA 상승 말초혈 적혈구의 Protoporphyl-

in IX 의 증가가 일어난다.

뇨 Copro 와 뇨 ALA 의 배설은 혈중연 35~50 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도의 농도로부터 증가하기 시작 50~70 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 부근에서 증가 경향은 현저하게 된다. 그러나 개인차가 큰 집단으로 보면 혈중연 50 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 의 群에서는 50%가 뇨중 ALA 50mg/l 이상의 ALA 배설을 제시할 것이다.

말초 적혈구중의 Protoporphylin은 여자 및 소아에서는 혈중연 25~30 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 성인남자에서는 30~40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 로써 증가하기 시작한다.

말초 적혈구중의 ALA-D 조해는 현재까지 알고 있는 제일 예민한 생체작용이며 혈중연 10~20 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 부근에서 보이기 시작하며 70~90 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 에서는 거의 완전한 조해가 된다.

개체차는 비교적 적다. 그러나 말초 적혈구중의 ALA는 벌써 Hb합성에 관여치 않으므로 이 활성조해는 직접 건강부담을 의미하는 것은 아니다. 근소한 혈중연의 상승도 예민하게 반영하는 것으로 극히 저농도의 연폭로의 지표로서 유용하다고 생각되어 있다. 표적 장기인 골수에서의 ALA-D 및 Hb합성효소의 조해(阻害)는 혈중연 40~90 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 에서 볼 수 있다고한다.

결국 연폭로의 지표로써 사용하고 있는 Hb대사의 변화를 예민한 순으로 나열하면,

말초 적혈구 ALA-D 저하, 말초 적혈구 Protoporphylin IX 증가, 뇨중 ALA 및 copro 증가로 된다. 폭로 Level 이 낮을 때에는 예민한 지표인 말초혈 ALA-D 가 소용되나 통상적 직업적인 폭로의 정도를 평가하기에는 말초혈 Protoporphylin 뇨 ALA 등 쪽이 적합할 때가 많다.

③ 소화기에의 영향

위장장애는 빈혈의 다음으로 많은 병형이며 식욕부진, 변비, 선통발작 등의 증상을 나타내며 선통발작이 연작업자에서 일어날 때는 연중독의 진단을 내리는 데 용이할 것이다. 전구증상으로써 변비가 계속되며, 점점 심하게 되든가, 전신의

탈력감, 피로하기 쉽다 등을 호소하는 예가 많다. 선통발작 자체는 극렬하며 환자는 안면이 창백하고 냉한을 나타내며 이빨을 꼭 깨물고 신음소리를 낸다. 혈압은 상승하고 치료치 않으면 자연 소멸하면서도 수일 내지 1주간은 지속한다. 이러한 발작을 일으킬 수 있는 혈중농도는 150 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 을 초과한다고 추정된다.

최근에는 거의 볼 수 없다. 그러나 연에 의한 변비는 적지 않다. 허용농도를 많이 초과하는 환경에서 처음으로 취업자는 즉시 변비경향으로 되고 수주간에서 자연히 회복하는 예가 있다. 장기간에 걸쳐 계속되는 이상한 변비는 혈중연이 100 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 를 초과치 않으면 일어나지 않는다. 방치하면 선통의 급성발증이 되는 위험이 있다. 경도의 소화기증상으로는 식욕부진 상복부 불쾌감 정도의 변비 설사 등이 있다.

연작업에 종사하고 있으면 작업이 끝날 때는 금속미를 뿜 甘味를 자각할 때가 있다. 이것은 상기도에서 포착된 연 화합물 자체의 미각이며 혈중농도와는 무관하다고 사료된다. 그러나 단시간이라도 고농도의 연을 흡입하고 있다는 것을 시사하는 것으로 폭로의 지표로써 보탬이 될 때가 있다.

齒根의 靑紫色의 點狀着色은 硫化鉛의 沈着에 의한 것이며 소위 鉛緣이라 하며 중독의 증후라고 했으나 口腔위생의 不良함에 依存하는 것도 많다. 최근에는 그리 볼 수 없다.

④ 中樞神經系에의 영향

급성 鉛胸症은 극히 심한 연 흡수가 있을때에만 발증하는 형이며 운동실조, 혼수, 경련을 주종으로 하여 치명율이 높다. 소아의 연중독에서는 급성뇌증과 후유증이 제일 중요하며 미국에서는 含鉛 Paint 를 애용한 과거의 생활양식과 시가지의 Slum 화 가옥의 노후화에 의거 다수의 소아연뇌증이 발생되어 큰 문제가 되고있다.

뇌증환자의 대부분은 반복하는 심한 경련 또

는 혼수상태에서 병원을 방문한다. 그러나 전구 증상으로 수 일 또는 수 주간 전부터 침착치 못하고 화를 잘 내고 焦心, 集中困難, 기억력저하 등의 정신증상이나 식욕부진, 복통, 오심, 구토, 변비 등의 소화기증상이 보이며 안색도 나쁘게 된다. 중독증상이 나타날 때까지의 기간은 흡수속도에 의해 당연히 틀리며 통상 3 개월 이상 걸린다고 되어 있으나 수 주내지 1~2 개월내에 뇌증이 발증할 때도 있다. 소아에서 연뇌증의 혈중연은 100~800 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 평균 330 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도였다. 급성 연뇌증의 본태는 뇌의 세소혈관벽 투과성의 항진 및 파탄에 기이한 허혈성괴사의 다발과 뇌압 상승으로 고료되고 있다.

두통, 구토, 경련, 혼수 등의 심한 증상은 뇌압 항진에 의한 부분이 많다. 치명율은 60~70% 이나 “기레-트”제에 의한 치료를 하면 5% 정도로 내릴 수가 있다. 그러나 생존한 소아의 적어도 25%가 심한 후유증을 남긴다.

그 증상은 광범할 뇌실질 장애에 기인한 것이며 타 원인에 의한 뇌장애와의 구별은 할 수 없다. 아주 심할 때는 경련발작의 빈발, 백치, 장님으로 된다. 대부분 지능저하가 심하며 운동기능에도 이상이 인정되었다.

행동변화로서는 적의가 충만한 공격적 성격을 나타낼 때가 많고 망나니 아이가 되어 사회에서 부터 탈락된다.

연뇌증은 성인에서는 희귀하게 볼 뿐 최근에는 연을 대량 포함한 밀조주의 음용에 의한 예가 보고되는 정도이다. 중추신경계의 연에 대한 감수성이 연령에 따라 다르다고 해석되어 있다.

⑤ 말초신경계의 영향

연에 의한 말초신경마비는 전에 연작업자에서 다발하였으나 최근에는 거의 볼 수 없는 증형으로 되었다. 조악한 작업환경이 적어짐에 의한 것일 것이다.

전형적인 증례는 사용 빈도가 높은 伸筋群의

운동마비이며 지각장애는 거의 없다. 신경 지배에 일치하지 않고 잘 사용되는 근육이 침범되는 경향이 있으므로 근육의 피로가 관여하고 있는 것 같다. 정확한 마비가 되기 전에 근과 관절의 경한 동통, 압통, 피로하기 쉽고 적은 Tremor 등이 인지된다.

마비는 성립하기도 치유하기도 시간이 걸리지만 조기에 발견하여 치료를 가하면 완전히 회복할 수 있다. 전기생리학적 방법을 사용하면 자각증상을 호소치 않은 연작업자에 말초신경의 전도속도 지연을 증명할 수 있다. 量-反應관계로 보면 혈중연 80~120 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도에서는 매우 명확하게 지연할 때가 많다. 또한 더욱 낮은 혈중연 (40~60 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도) 에서도 극히 경도나마 ‘전도속도의 지연이 있다는 보고도 있으나 아직 정설로 되어 있지 않다. 그 외 장기간의 현저한 연폭로와 下部운동 “뉴-론” 질환과의 관계를 시사하는 성적도 있으나 일반적으로 인정된 견해로는 되어 있지 않다.

⑥ 신장에의 영향

과거에는 연작업자에서 만성 간질성신염을 일으켜 신기능저하 혈압상승을 거쳐 위축신에 의한 뇨독증으로 사망하는 증례가 적지 않았다. 그러나 최근에는 이런 종류의 병형은 볼 수 없게 되었다.

대략 고농도 또한 장기간의 연폭로가 없는 데서의 병형은 섭립치 않은 것 같다. 사구체기능의 저하는 혈중연 120 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도로 연흡수자의 수 %가 야기된다고 추측되어 있으나 그리 확실치 않다. 타의 중금속과 같이 아미노산뇨, Fanconi 증후군등을 나타내는 近位尿細管障害도 일으킨다고 한다. 量-반응관계는 아직 확실치 않으나 혈중연 60 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이하에서 야기되지 않는다. 이 형의 장애는 아급성이며 장애가 현저치 않으면 가역성이 강하다. 그러나 고도의 폭로가 계속되면 서서히 사구체, 신동맥의 경화,

간질의 섬유화 등이 일어나며 비가역성으로 되어 신기능부전으로 진행되는 것은 있을 수 있다고 생각된다. 명확한 Fanconi 증후군은 혈중연 150 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 을 초과 급성뇌증을 발증한 소아의 약 1/3 에서 볼 수 있었다.

고도의 연폭로를 받고 있는 작업자에 통풍(痛風)이 많은 것이 시사되어 연통풍이라 불렀다. 통풍까지는 가지 않아도 뇨세관으로 부터의 分泌장애라고 생각하고 있는 정도의 고노산혈증은 혈중연 60 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 을 초과하면 인지된다고 본다.

형태학적으로 보면 연흡수의 비교적 조기로부터 벌써 近位尿細管에 고농도의 연을 포함한 核內封入體가 보여 흡수가 고도이면 상피세포의 "Mitochondria" 의 변형 붕괴 세포의 괴사 재생상 등이 인지된다. 核內封入體에 들어간 연은 불활성이며 연에 대한 생체의 방어기구로써 작용하고 있지 않은가하고 생각하는 가설도 있다.

이 현상의 량-반응관계는 아직 확실치 않다. 사람에서 혈중연 40~80 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 에 출현된다고 하나 혈중연 100 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 전후의 단기간의 폭로자만이 인지된다는 보고도 있다.

⑦ 기타의 영향

순환기계통의 영향으로써 고농도 또한 장기의 연폭로를 받은 작업자에 뇌혈관장애에 의한 사망율이 높았다는 보고도 있다.

그러나 이 연구에는 방법론상의 문제가 없는 것은 아니고 현재로써는 고혈압, 동맥경화 등의 만성혈관장애가 일어날 수 있다고 하여도 20년 을 초과 또한 고농도의 연에 계속적으로 폭로될 때이며 Control 된 연작업 조건에서는 야기치 않는다고 생각되고 있다.

여자 연작업자에 불임증, 유산, 사산이 많다는 것이 초기의 연구문헌에서 가끔 지적되었으나, 1950년대 이후에는 볼 수 없었다.

여자가 고농도의 폭로를 받을 때에 일어날 수

있는 장애라고 생각되어 주의를 하여야 할 것이다.

⑧ 자각증상

연에 의해 제일 예민하게 영향을 받는 장기는, 혈액 및 조혈기이다. 폭로가 현저하면 빈혈이 일어난다. 그러나 빈혈에 대한 생체의 적응능력은 극히 크다. 어느 정도의 빈혈이 있어도 자각증상은 잘 일어나지 않은 것이 보통이다.

전술한 것과 같이 연에 의한 빈혈은 重症에 도달치 않음으로 빈혈 그 자체에 의한 자각증상이 연작업자에 나타나는 것은 적다. 비교적 빨리 나타나는 증상은 소화기에 관한 증상이다. 소화기에의 영향의 項目에 기재한 것과 같이 정도의 변비, 식욕부진, 상복부 불쾌감 등은 나타나기 쉽다. 폭로가 현저하면 완고한 변비, 복부의 선통발작으로 진행한다. 이러한 증상은 근래에는 좀처럼 볼 수 없다. 선통을 일으킬 정도의 연흡수가 있으면 전구적으로 전신의 易疲勞感, 脫力感 등을 호소할 때가 많다. 말초신경장애로서의 병형은 독특한 운동마비이나 그 증상이 확실하기 전에 筋과 관절의 경한 동통, 압통, 피로하기 쉬운 것, Tremor 등을 호소할 때가 있다. 그러나 이런 종류의 증상은 筋肉勞作을 주로 하는 작업자에 잘 보이는 것으로 연에 의한 것인지 아닌지를 판단하려면 폭로정도를 고려치 않을 수 없다. 두통, 불면, 흥분 등이 중추신경계의 증상으로써 나타난다고 하고 있으나 무기연에서는 극히 높은 농도의 폭로를 장시간 받았을 때에만 한한다.

량-반응관계에서 보면 혈중연 50~60 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도까지는 연에 의한 자각증상은 나타나지 않는다는 역학적 연구가 있다. 어느 정도의 농도를 넘으면 자각증상이 나타나기 시작하는 지의 명확한 연구는 아직 없으나 종래 많은 연구자가 혈중연 60~80 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도까지는 許容된다고 판단한 것은 하나의 기준으로서 參考할 수 있다고

생각된다. 그리고 전술한 것과 같이 연에 의한 완고한 변비는 혈중연 100 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이상, 선통발작은 150 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이상, 소아의 연뇌증은 100~800 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 평균 330 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도 등의 추정치가 있다.

有 機 鉛

무기연 중독과 달리 중추신경계의 증상이 제일 강하게 나타나며 조혈기에의 영향은 거의 없든가 있어도 정도이다.

소화기계의 증상은 호소가 많다.

중증 중독시는 어지러움, 頭重, 두통, 불면, 식욕부진 등을 초발증상으로 하고 수일중에 정신 흥분, 환각, 망상, 전신경련 등을 일으켜 급속히 악화되어 혼수, 전신쇠약을 거쳐 사망한다.

통상 중독증상으로서 잘 볼 수 있는 것은 불면, 악몽다몽, 초조감, 행동過多等이다.

그 외 소화기증상으로서 식욕부진 구토, 경한 설사 복통등도 잘 일으킨다.

검사 소견으로서는 안면창백 Tremor 건반사 항진 혈압 저하가 인지될 때가 많다.

체중감소 체온강하, 맥박수 감소도 진단의 참고가 된다. 尿中の Copro 및 δ ALA의 배설은 거의 변화가 없거나 경도의 상승을 나타내는데에 불과할 때가 많다. 말초적혈구의 δ ALA 脫

水酵素活性의 저하는 인지된다.

그 외 噁氣(Yawn) 口內異物感 知覺異常, 권태감, 盜汗, 어지러움, 頭重, 두통, 기억력감퇴 언어지체(delay), 우울감, 인두, 후두협착감, 흉부압박감 등 여러 가지 증상을 호소할 때가 있다.

許 容 基 準

無機鉛化合物 許容농도 (Fume 및 분진연으로서)

한 국	TWA-0.15mg/m ³ STEL-0.45mg/m ³
일 본	0.15mg/m ³
미 국	TWA -0.15mg/m ³ STEL-0.45mg/m ³
독 일	0.2mg/m ³

有機鉛化合物 (經皮흡수)

한 국	TWA-0.15mg/m ³ STEL-0.3mg/m ³
일 본	0.075mg/m ³
미 국	TWA-0.100mg/m ³ STEL-0.3mg/m ³
독 일	0.075mg/m ³

註 : 기레 - 트제 (中毒치료劑)

- ① BAL
- ② CaEDTA- (注射) 부라이안, (腸溶皮錠內服) 산구레부돈E錠
- ③ D-Penicillamine