



低濃度の鉛폭로시 발생할 수 있는 生體反應

—日本産業衛生學會 有害作業健康診斷 檢討委員會 中間答申—

順天鄉大學教授 南澤昇 訳

이 번역을 함에 있어 연중독 문제가 고전적으로 산업의학자들의 큰 관심사의 하나였으며 최근에는 우리 나라에서 아직도 상상을 초월하는 연오염작업장들에서 중독환자들이 발생하고 있는 실정인 것으로 안다. 지난 9월 이 원문을 입수한지 6개월이 지난 요즘 우리 대한산업보건협회가 새로운 도약을 위한 근로자 건강 진단에서 보다 충실한 작업환경 조사와 유해작업장 근로자의 특수건강진단에 도움이 되기를 바라며, 완전하지 않은 번역을 하게 됨을 미안하게 생각합니다. 회원 여러분의 참고 있으시기를 바라며 오역, 기타 잘못된 점들이 있으면 알려주시기 바라면서 저농도의 연폭로시 발생할 수 있는 생체반응 들에 대하여 우리 나라 여러 선후배 선생님들의 일고의 도움이 되기를 바랍니다.

유해작업 건강진단 검토위원회는 1984년의 건강진단 검토위원회 답신을 받고 새로이 설치되었다. 이 답신에서 특수건강진단의 범규제에 대하여 설문조사를 한 결과 부분적 개정을 요함이 설문조사회답자 388 명의 59%, 특수건강진단의 일원화

실시 긍정이 62%, 특수건강진단 실시의 경우 산업의 자유재량의 필요성긍정이 92%, 학회권장 지침에의 기대가 95%의 고율로 나타난 것이 밝혀졌다. 그러나 특수건강진단이라고 해도 현행법규에서 실제 70여종이나 존재하고 있어서 구체

적 논의를 하기에는 초점을 집약할 필요가 있다.

본 위원회에서는 우선 연건진에 대한 권장지침을 정리하기로 하였다.

I. 연건진에 관한 경위

연중독은 역사적으로 아주 오래 되었고 증상도 다채로운 대표적 고전적 직업병이다. 일본에서의 의학적 조사연구 보고는 1931년경부터 시작되어 인쇄공, 축전지공, 鉛鑛夫 등의 실태가 소개되어 왔다. 전후에는 이와 같은 실상에 대한 연의 생체독성기전의 해명방향으로 관심이 쏠려 수많은 지식들이 축적되었다. 그러나 연직장의 환경개선은 지지부진한 가운데 연중독의 발생은 계속 줄을 잇고 있었다.

노동위생 행정상의 대응책으로서 1951년 연중독연구반, 1952년에는 鉛 恕限度 연구반이 설치되어, 1956년에는 노동기준국장 通達 「특수건진지도지침에 대하여」로서 연취급작업이 대상에 포함되었다. 1958년에는 「노동환경측정지침」에 관계한 通達이 나왔으며 1960년에 연중독예방에 관한 연구반, 유해업무에 관한 연구반이 설치되었다. 이 결과 1963년에는 특수건진의 내용개정 건강관리구분 건진사후조치가 실시되었다. 勞災認定에 관하여는 1959년, 1971년에 각각 개정되었다.

이와 같은 행정조치로서도 아직 만전을 기하지 못한 상황아래서 노동성은 단독규제의 검토를 시작하여 1967년에 중앙노동기준심의회답신을 받고 연중독예방규칙을 노동성령으로서 공포하였다. 그후 동규칙은 1972년 노동안전위생법의 특별규칙으로서 노동성령 37호로서 발족하였다. 본 규칙을 작성함에 있어서 일본산업위생학회의 회원 및 위원회가 작용한 지도적 역할은 대단히 컸다고 자부하는 바이다. 1945년대 후반부터 1965년대 전반에는 연중독에 관한 학회

보고를 기반으로 하여 1952년 연중독연구위원회, 1958년에는 특수건강진단 검토위원회의 분과위원회로서 연위원회가 설립되었으며 1960년에는 직업병 특수건강항목에 관한 노동성자문에 대한 답신이 제출되었다. 학회는 이후 1963년 6월에 일본산업위생협회자료 No. 4로서 특수건강진단의 手技를 인쇄하였다. 그러나 이 수기방법에서는 일반적인 screening 방법으로 인한 검사가 아니며 법규 또는 노동성의 지시에 의한 것을 주체로 하여 여기에서 특수건강항목검토위원회가 답신한 항목을 가미하여 일반검사를 분류하고 있다.

노동성은 기술한 바와 같이 1963년에 건강진단에 의거한 건강관리지침을 시도하였으나 이 경우에도 행정담당자와 학회원간의 질의응답이 교환되었다. 또 1965년에는 「직업병의 건강진단과 사후조치」에서 정리된 의견서가 학회의 관동지방회 談話會의 이름으로 공표되었으며 참고자료로서 일독의 가치가 있다.

현재 본 학회원이 연건진을 담당하는 경우에는 이와 같은 경로로서 정리된 연중독예방규칙에 따라 실시하도록 되어 있다. 본 규칙으로 인한 행정효과는 환경劣惡한 연직장의 격감으로 실증되었다. 그 결과 명확한 연중독을 선별할 수 있는 현행의 연건진항목은 연직장의 실상에 반드시 적용하였다고는 말하기 어렵게 되었다. 본 위원회의 전신인 건강진단검토위원회답신(1974년)에서는 특수건진은 환경측정과 분리되어서는 존재할 가치가 없다고 지적하였으며 연건진도 역시 이점이 입증되고 있다.

예컨대 연건진은 연작업자가 연중독에 걸리는 위험율을 예측진단함과 동시에 조기발견, 치료를 산업의가 의학적 지식과 양심에 따라 실시하는 목적을 가지고 있는 것으로 행정 및 기업내시책 하에서 건진항목까지 일률적으로 규정할 수 있는 것은 아니다.

본 위원회는 학회의 과거 활동을 평가하는 한

편 연건진에 관한 현상으로서의 일부의 책임을 자인하면서 여러가지 각도에서 논의하였다.

II. 건강진단 항목과 그 의의

보통의 연중독에 관한 건강진단(연건진)은 과거에는 주증상으로 鉛顔貌(鉛蒼白), 鉛仙痛, 신근마비, 빈혈등이 추가 되고 있었는데 최근에는 다음과 같은 항목이 증시되고 있다.

- 1) 문진
- 2) 혈중 연량(PbB)
- 3) 뇨중 연량(PbU)
- 4) 빈혈
- 5) 말초혈중의 호염기점적혈구수 및 망상적혈구(다염성적혈구)수
- 6) 뇨중 ALA
- 7) 뇨중 Coproporphyrin
- 8) 적혈구 유리 Protoporphyrin(FEP)
- 9) 적혈구 Delta Aminolevulinic Acid 탈수효소활성(ALAD)
- 10) 신경계 장애
- 11) 신 장애

등이 실시되고 있다. 여기에서 이 항목들의 취합선택과 상호연관성등을 검토하기 전에 우선 각 검사항목에 대한 의의를 쓰고자 한다.

1) 문진

연장해의 자각증상에 대하여는 문제가 제기된다. 전술한 바와 같이 연에 의한 특이적 증상, 타각적 소견은 근래의 노동환경이나 인체로의 연 흡수에서 推察하면 아주 희귀한 정후로 되고 있다.

따라서 과거의 자각적, 타각적 증상으로 연장해를 진단하는 것은 곤란하다고 말하지 않을 수 없다. 최근에는 연장해의 자각증상에 관한 논문은 적으며 특이적 증상등도 혈중연등의 양과 관계를 본것으로 일반적으로는 자각증상등은 연건

강진단에 있어서의 조기발견의 지표로서 인정을 받지 못하고 있는 것으로 생각된다.

이와 같은 사실들을 고려하더라도 더욱 문진을 필요한 이유는 우선 건강진단에 있어서 산업의와 被驗者의 접촉은 불가결하며, 제검사를 하기 전에 문진을 하는 의의는 크다. 이를테면, 제검사에서 이상이 없어도 연폭로 또는 연취급하는 작업자의 불안에서 발생하는 자각증상을 청취하여 적절한 지도를 실시해야만 한다. 다음으로는 저농도, 장기간 폭로에서 Subclinical 한 자각증상발현이 있지 않겠는가 하는 점이며 또한 자각증상의 청취는 연건진을 통한 다른 직업성 또는 일반환자의 진단에 도움이 된다. 결국 연건진은 결코 연장해를 살피는 목적으로 하는 것만이 아니며, 작업자의 일반적건강상태의 파악에 도움이 되는 경우도 있다. 현행의 연중독예방규칙에 나열된 자타각증상은 현재로서는 연장해의 진단에 직접 연관을 짓기는 어렵다고 생각되나 상술한 것과 같은 의의는 있다고 생각된다.

한편 연건진의 실정은, 자각증상 등의 청취는 시간적 제약도 있어서 설문지 방식등이 사용되고 있으나 형식적인 일면도 부정 못하는 실정이다.

또 실제적으로 산업의가 문진을 실시하고 각기 증상들을 근로자에게 질문으로서 파악할 경우 여러가지 증상들이 타질환, 노령화, 기타 작업조건, 생활조건등으로 인한 것으로 인정되는 수가 많다.

또한 연으로 인한 것이라고 생각되는 근로자에 대하여도 결국은 2차검사인 혈중연등의 측정을 하고 이상이 없으면 연으로 인한 것이 아니라고 판단해서 근로자에게 설명하는 실정이다.

이상과 같은 관점에서 연장해의 검사로서 혈중연등이 도입된 경우 연건진에 대한 문진을 보다 효과적으로 하기 위해서 문진표의 작성시 다음의 여러가지 항목을 고려하면 좋을 것으로 사료된다.

①과거(채용시 또는 건강진단시까지)의 연

作業歷을 청취한다. 작업환경농도등을 알 수 있다면 더욱 좋다.

②건강진단시의 작업환경농도는 불명이라도 작업조건, 작업내용을 청취한다.

③건강진단시의 자각증상의 유무 그 내용에 대하여는 산업의의 판단 또는 그 역량에 맡기나 연중독의 특이적 증상에 대하여는 문진표에 기재하고 잊지 않도록 청취한다.

④기왕력, 생활력, 생활조건 여러가지의 작업조건등에 대하여 청취하는 것이 바람직하나 이런 것들은 일반건강진단표와의 병용을 생각함이 좋을 것으로 사료된다.

⑤ 사후조치 통계적 처리의 편리성을 고려한다.

⑥ 건강상태의 시간적인 경과를 알기 쉽게 함이 바람직하다.

연진진용 문진표의 양식과 크기는 기타의 건강진단용으로 전용하여도 무방하다. 또 여기에다 약간의 수정을 가하면 기타의 유해작업 건강진단의 경우에도 같은 표로 작성할 수 있으며 물질에 따라서는 병용도 할 수 있다. 이것들을 개인마다 보관하면 개인의 건강정보로서 활용할 수 있으며 경과관찰도 가능하다. 그러나 현실적으로는 기록만 할 뿐 활용되는 경우가 적다. 또 문진표의 경우 양식과 크기의 제한이 있으므로 폭로조건이나 근로자의 생활조건, 즉 통근시간 운행실행의 유무등 중요한 건강영향요인으로 생각되는 사항의 기재란이 충분하게 확보되고 있지 않다. 이것들은 좀더 큰 문진표로 만든다든가 환경조건등은 별도로 조사한다. 또 alcohol의 경우 ① 마시지 않음 ② 거의 마시지 않음 ③ 반년전에 금주 ④ 주 3회이상 ⑤ 주 4회이상 ⑥ 매일 마심 등의 항목을 작성하고 코드번호를 기입하고 기입란의 유효이용을 도모하는 방법으로 해결한다. 또 채용시에는 아직 채용이 결정되지 않은 경우도 있으므로 별도용지를 사용하는 것도 하나의 방법이다.

이상과 같이 문제점이 많으나 적어도 문진에

관하여는 일반건강진단과 연진진을 구별하지 말고 같이 실시하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

2) 혈중연량(PbB)

PbB는 생체내 연의 동적평형상태를 반영하는 우수한 지표로 되고 있다.

이것은 연작업자의 PbB는 연작업에 종사하여 시간이 경과하면 폭로상태와 같은 수준에 도달하고 그후 일정폭로상태에서 거의 이 수준을 유지하기 때문이다. 물론 연환경을 직접 수치로 제시하는 것은 공기중의 연량이지만 그 연으로 인한 영향요인은 수없이 많으며 변화도 현저하다. 따라서 폭로 및 흡수량과 생체반응의 관련성을 알리는 지표로서 PbB가 가장 적절하다고 생각된다.

이들테면 PbB는 연폭로가 저하한 경우 또는 연작업에서 손을 뗀 경우에도 상당한 기간 높은 수준을 유지한다는 것으로 알려지고 있다. 이 경우에 PbB가 어느 수준을 제시하는 기간에는 과거의 폭로상태, 폭로기간에 의하여 변화한다. 또 과거의 연폭로상태를 정확하게 추정못하는 경우라도 일단 측정하여 높은 수치인 경우에는 과거에 폭로되었다는 것이 증명되며 그 양이 높으면 높을수록 폭로도 많았을 것으로 추정할 수 있다.

각종의 연구에 의하면 ALAD활동의 40% 저하는 PbB 10~20 $\mu\text{g}/\text{dl}$, FEP 80~100 $\mu\text{g}/\text{dl}$ PCV 이상의 증가는 PbB 20~30 $\mu\text{g}/\text{dl}$, ALAU와 CPU의 이상배설은 PbB 30~40 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 말초신경전도속도의 지연은 PbB 40~50 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 에서부터 출현된다고 한다.

이와같이 PbB를 측정하여 생체의 악영향을 파악하여 그 시점에서 배치전환, 작업환경의 조사, 폭로의 억제, 건강의 감시등의 여러가지 대책을 강구하면 연의 영향을 방지할 수 있는 것으로 안다. 따라서 PbB는 건진항목으로서 중요한 뿐 아니라 항상 정확한 측정치를 취할 수 있는 조치가 필요하며 측정할 경우에는 엄중한 정도관리가 필요하다.

3) 뇨중 연량(PbU)

PbU는 PbB와 같이 연폭로의 지표로서 사용되고 있다. 그러나 PbU는 많은 변동요인에 의하여 변화가 심하며 PbB와 비교하면 반드시 개인폭로의 좋은 지표라고 할 수는 없다. 그러나 집단폭로에 대하여는 어느 정도 이 수치가 중요하다는 사실은 이미 알려져 있다.

따라서 PbB를 구하기 힘들때는 PbU를 가지고 대응하는 경우도 있다.

4) 빈혈

연중독에 빈혈의 증상이 수반되는 것은 이미 잘 알고 있는 사실이다. 옛날부터 빈혈은 연건진항목의 하나로서 취급되고 있었다.

연으로 인한 빈혈은 그 원인으로서 연으로 인한 porphyrin hem 대사장애, 적혈구의 용혈, 적혈구성숙과정에 있어서의 리보핵산(RNA) 대사장애등에 의한 저색소성 빈혈이다.

연작업자에게서 빈혈이 발견되면 그 빈혈이 연으로 인한 것인지를 감별해야 되지만 그것을 위하여는 말초혈액중의 호염기성점적혈구수(basophilic stippled erythrocyte) 또는 망적혈구(다염성적혈구)수의 증가, 기타 연검사의 결과등을 종합함으로써 판단해야 한다. 그러나 이 감별은 반드시 집단진진에 필요한 것은 아니다.

현재 연중독에방규칙에서는 빈혈을 검사항목으로 취급하고 있지만 연에 의해 나타나는 빈혈은 PbB에서 70 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 정도로부터 나오기 시작한다고 되어 있으나 고농도연 폭로가 적어지는 일본에서는 빈혈을 알기 위한 검사의 가치는 적어졌다고 말할 수가 있다.

빈혈이라는 것은 통상 적혈구수 또는 혈색소량이 감소되고 있는 경우를 말한다. 따라서 검사는 적혈구수, 혈색소량, hematocrit(Ht) 치나 전혈비중등을 말하게 된다.

실제로 항상 실시되는 검사에 있어서 Ht 치의

계측을 wintrobe 법이나 모세관법 대신에 거의가 혈구계수기로 측정함으로써 적혈구등의 계수와 동시에 알 수 있게 되었다. 이 계수기에 의한 Ht 치는 wintrobe 법이나 모세관법등의 遠沈法과 상관이 있다고는 하나 진짜 Ht 치와의 사이에 차가 있음도 자주 볼 수 있다. 전혈비중은 혈장 및 적혈구의 변화로 인한 영향을 받으나 주로 적혈구수와 적혈구의 무게로 인한 영향도 있다는 것도 생각할 수 있다. 그리고 적혈구 비중은 혈색소량의 다소에 따라서 영향을 받으므로 혈색소량이 감소되면 전혈비중도 저하된다. 따라서 전혈비중 측정에 사용되는 황산동법에는 다소의 기술적 문제점을 지적할 수도 있으나 또 다른 면을 볼 때는 산업의학적 견지로서는 그 실용성이 평가되는 경우는 적지 않은 것으로 안다.

5) 호염기성적혈구 및 망상적혈구

연작업자의 말초혈중에 호염기성점적혈구가 증가하는 것은 잘 알려져 있는 사실이다. basophilic stippled erythrocyte는 연이 골수에 있는 적혈구의 성숙과정을 장애하기 때문에 Mitochondria와 赤芽球세포질의 Liposome이 적혈구의 단계에 남게 되며 이것이 응집되어 Methylene blue, Toluidine blue 등의 염기성의 색소에 염색되는 과립으로 된다.

한편 망상적혈구는 고정시키지 말고 Brilliant cresyl blue, Azer III, Nile blue 등의 색소로 초생체염색을 하면 이들의 색소로서 염색되는 망상물질을 가진 적혈구이다.

망상적혈구도 Mitochondria를 가지고 있으며 망상물질은 세포질의 RNA에서 생성되고 있다. 이 망상물질은 소포체가 변성되어 떨어져 나가면서 작은 과립체가 되고 적혈구내에 존재하고 있는 것이 초생체염색으로 염색하는 과정에서 응집되어 망상물질로 된 것으로 알려지고 있다.

연작업자에게서는 이 적혈구의 증가도 인정되고 있다.

그러나 basophilic stippled erythrocyte의 검출에는 Gimze 염색, Manson-Schwarz 염색봉사 - Methylene blue에 의한 염색, 형광염색 (acrylic orange에 의한 염색) 등 여러가지 염색법에 채용되어 왔으나 이와 같은 염색법에 따라서 그 검출율의 큰 차이가 나타나며 또 통상검경과 암시야검경에 따라서도 검출률이 다르다는 것이 명백해지고 있다. 본 적혈구는 연빈혈의 前驅 지표로 생각되어 왔으므로 저농도 연폭로상태의 검사법으로서는 porphyrin대사계의 유력한 검사가 개발보급된 현재 이와같은 염색법등이 번잡하다는 점에서 거의 이용되고 있지 않다.

6) Urinary amino levulinic acid, ALAU

ALA는 Glycine(+) Succinyl CoA에다 ALA 합성효소 (ALA synthetase)가 작용하여 생합성된다. 그러나 그 과정에는 赤芽球의 Mitochondria의 존재가 필수조건이므로 ALA의 대부분은 골수의 적아구속에서 생합성되고 있다.

ALAU는 PbB 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하에서는 현저한 증가는 볼 수 없으며 PbB 45 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상으로 되면 급속한 증가를 나타내며, ALAU 5mg/1 이상을 제시하는 물질이 증가한다. 그러나 ALAU와 PbB와의 상관은 PbB 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상의 대상에 대하여도 그리 높지 못하며 그 상관계수는 $r = 0.5 \sim 0.7$ 이다.

ALAU의 무작용 범위는 ALAU 5mg/1 기준을 택하면 거의 PbB 30 ~ 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 되고 있으며 여자는 이것보다 약간 낮다는 보고도 있다. 이상 ALAU는 연에 의한 porphyrin heme 대사계가 장애되어 ALA의 합성촉진과 ALAD의 저해결과를 가져오며 연에 의한 장해지표로서의 특이성은 높다고 할 수 있다.

7) Urinary coproporphyrin, CPU

CPU도 ALAU와 같이 porphyrin 대사장애의

결과 생기는 것이지만 CP의 요증으로의 배설에는 간, 신장의 배설기능이 관여하고 있으며 연에 대한 특이성은 ALAU만큼 높지는 않으나 간염, 기타의 간장애나 肝實質障害를 초래하는 각종 화학물질, alcohol, 경구 피임약등의 성혼문 각종 혈액질환등으로서 중등도의 증가는 용이하게 일어날 수 있다.

CPU는 ALAU의 그것과 거의 비슷한 PbB 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 약간 증가하기 시작하고 PbB 100 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상에서는 약 반수에서 증가가 나타나며 PbB 60 ~ 70 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상으로 되면 거의 대부분의 대상자들이 100mg/dl을 넘는다고 보고되고 있으나 PbB 70 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 라도 CPU 100mg/1 이하인 경우도 약간 볼 수 있으나 PbB 80 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상으로 되면 거의 전원이 CPU 100mg/1 이상으로 된다고 보고되고 있다.

더욱 연진진시에 CPU의 증가를 볼 경우 그 증가가 연으로 인한 것인지의 감별은 전술한 바와 같이 대단히 필요하게 된다. 특히 연폭로가 저하된 현재로서는 연에 의한 CPU의 증가도 아주 현저하게 나타나는 것은 아닌 것으로 되었다.

이런 점들은 CPU 증가가 있는 경우 그것이 연에 의한 것인지를 결정함에 있어 매우 어렵게 되었다는 것을 의미한다.

또 CPU의 측정에 여러가지 문제가 있다. 실제 요중에 배출되는 것은 환원형의 coproporphyrinogen이므로 측정하는데 있어 coproporphyrin으로 전환시켜야 된다. 또 대부분의 측정에서는 추출기술을 사용하고 있기 때문에 추출이 완전히 되고 있는지의 여부의 문제도 있다. 또 현재도 정성법을 사용하고 있는 기관도 있으나 이 경우에는 vitamin B₁, B₂, B₁₂ 등의 vitamin, urochrome 등의 형광에 의해서 CP의 형광이 방해되어 정확한 측정치를 가질 수 없다는 문제도 있다.

Coproporphyrin과 α -Aminolevulin 산을 연폭로지표로서 비교한다면 모두가 연에 의해서 요

중배설이 증가함으로 연폭로의 지표로서 사용할 수 있다는 것은 명백한 사실이다. 그러나 정량을 실시한다면 ALAU가 선택적이라는 경우가 많은 현상이다.

WHO의 Criteria document는 연중독의 진단에 사용되는 검사법으로서 CPU와 ALAU의 한 가지만을 추천하는 것은 피하며 양자택일 또는 같이 검사하는 것이 바람직하다고 하고 있다.

ALAU가 CPU보다 조기에 증가를 가져온다는 문헌은 이 방면의 연구보고로서는 초기의 것으로, 변화가 나타나는 지속의 차는 거의 없다는 문헌들이 많다. 이것은 CPU와 ALAU는 연폭로 또는 중독의 전과정에 있어서 거의 같은 태도를 취하면서 증감한다고 말하고 있다. 그러나 PbB를 추정한다는 점으로 성적을 정리한다면 ALAB와 ALAU는 거의 같은 정도로 유효하며 CPU는 이 양자보다 약간 뒤떨어져 있다.

또 어떤 보고에서는 CPU의 연특이성은 ALAU보다 낮고 예민도, 기타 점을 고려하더라도 CPU를 채용함으로써 얻어지는 것은 아무것도 없다고 기술하고 있다.

이상 ALAU와 CPU의 비교점에 대한 최근의 문헌을 概觀한다면, 특이성, 정상인에 있어서의 개인간의 변동의 차의 크기, PbB를 추정하는 효율의 양호점등을 본다면 ALAU가 우수하며, CPU는 단순한 측정의 간편성, 민속성, 경제성 및 건강교육효과에 있어서 우수하다고 결론지을 수 있다.

8) FEP (Free erythrocyte protoporphyrin) 및 Znpp(Zinc protoporphyrin)

적혈구유리 protoporphyrin 및 아연 protoporphyrin 연중독에서 혈중 protoporphyrin이 증가하는 것은 1930년부터 알려지고 있으며 일부의 연구자에 의해서 연의 골수영향을 알려주는 지표로서 사용되고 있다. 그러나 정량에 5~10 ml의 전혈이 필요하며 정량법도 번잡함으로 그리 보급되지 못하였으며 오히려 ALAU, CPU보

다 이점이 적다고 지적되고 있다. 1970년대에 와서 분광형광분석법의 진보에 따라 20~50 μ l의 미량혈액을 사용한 FEP의 미량정량이 가능해지면서 FEP가 PbB 30~40 μ g/dl 부근에서 PbB의 증가와 아주 좋은 정상관을 가르키며 특히 만성적인 연의 영향을 알려주는 좋은 지표로서 넓게 사용되어 왔다.

혈액중의 protoporphyrin은 그 90% 이상이 적혈구중에 포함되어 있으며, 이것은 모두 Free Type protoporphyrin으로서 존재한다고 생각되고 있다. 그러나 근년에 와서 골수성 protoporphyrin 증(EPP), 연중독, 철결핍성 빈혈의 혈중 porphyrin의 형광 spectrum의 相違에서 EPP에서는 유리형의 FP가 증가하나, 연중독과 철결핍성빈혈에서 증가하는 protoporphyrin은 유리형이 아니고 아연과 합성한 아연 protoporphyrin(ZnP)이라는 것이 발견되었다.

이 ZnP는 산성하에서 쉽게 Zn과 PP가 해리하기 때문에 혈액을 산성용매로 추출한 경우에는 모두가 PP로서 검출되나 혈액중에는 ZnP와 PP가 존재하고 있기 때문에 중성용매로 추출하면 양자를 별도로 정량할 수가 있다.

이 FEP중에 포함된 ZnP의 양은 정상인에서는 약 80%인데 연작업자는 혈중연량이 증가하기 시작하면 이 포함량도 많아져 90%, 95%까지도 된다. 그러나 혈중연량이 급속도로 증가하게 되면 FEP도 증가하게 되나 FEP중에 포함된 ZnP의 양은 증가하지 않으며, FEP가 500 μ g/dl, PCV 이상이 되면 ZnP는 FEP의 1/2정도 밖에 되지 않는다. 이 결과 연에 의한 FEP의 증가와 ZnP의 증가는 반드시 평행하지 않는다는 것을 알게 되었다. 이상과 같은 사실로서 연건진에서 ZnP의 측정에 중점을 두게된 시대도 있었으나 최근에는 오히려 FEP의 측정에 중점을 두는 학자들이 많아지기 시작하였다.

FEP, ZnP의 증가에 대한 PbB의 무작용 Level은 성인남자 25~30 μ g/dl, 여자와 소

아에서 25 ~ 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 PbB, Level 부터 증가하기 시작하여 PbB, 100 ~ 120 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 까지 FEP 및 ZnP의 대수치는 PbB와 좋은 상관관을 가지며 상관계수 $r=0.7 \sim 0.9$ 전후의 수가 보고되고 있다. 우리나라에서도 남자 연작업자에 대하여 $r = 0.62 \sim 0.78$, 여자 연작업자에 대해서 0.58의 수치가 보고되었다.

한편 10 주간의 휴업투쟁을 한 연정련작업자 46명에 대하여 작업재개후 50주에 걸쳐서 PbB와 FEP의 경과를 보면 PbB는 휴업전의 평균 약 57 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 가 10주의 휴업으로 37 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 떨어지고 작업재개 10주 이후에 45 ~ 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 과 거의 비슷한 수치를 가지게 되었다. 이와는 반대로 FEP는 작업재개 6주 후까지 떨어지고 그후 증가하기 시작하였으나 일정한 높은 수치까지는 약 35주 이후에 나타났다. 이와 같은 FEP와 ZnP의 증가는 완만하고 PbB의 급격한 변동에 대응하는 빠른 변동은 볼 수 없으며, 이 점에서 FEP와 ZnP는 만성연폭로의 좋은 지표라고 말할 수 있다.

FEP와 ZnP는 연폭로정지후 3 ~ 24개월, 또는 수년에 걸쳐 높은 수치를 나타내고 있으며 EDTA에 의한 유발요증연량과 좋은 상관을 가지고 있다고 보고되고 있다.

FEP의 형광도를 직접 측정하고 ZnP 또는 FEP의 혈중농도를 측정할 수 있다는 hemato-fluorometer가 미국 3사에서 개발되어 현재 넓게 사용되기 시작하였다.

이 hemato-fluorometer는 간편성, 신속성의 점에서 현장진진에서는 아주 유용하지만 아직도 검토할 점이 있다고 생각된다. 즉 3社の hemato-fluorometer 중 1社は 측정치를 FEP로 표시하고 있으나 他2社は 구조상에서는 FEP를 측정하고 그 측정치는, 연작업자의 혈액중의 FEP는 모두가 ZnP라고 생각하여 이 수치에다 PP와 ZnP의 분자량의 비를 기계적으로 승하여 FEP와 ZnP로 환산하여 표시하고 있다.

따라서 전혈을 산성용매로 추출하여 형광광도법에 의한 FEP양을 측정하든지 중성용매로 추출하여 형광광도법에 의한 PP 및 ZnP를 측정(이 PP와 ZnP를 합친 것이 FEP)하여 FEP, PP 또는 ZnP를 $\mu\text{g}/\text{dl}$ PCV, $\mu\text{g}/\text{gHb}$ 또는 $\mu\text{g}/\text{dl}$ Blood로 표시한 수치가 평가지표에 최적인 것으로 생각된다.

일본인 남자 작업자의 FEP치와 연비폭로자의 평균치는 26.4 $\mu\text{g}/\text{dl}$ PCV이다. 더우기 우리나라의 연비폭로자의 상한 FEP치 약 80 $\mu\text{g}/\text{dl}$ · PVC는 서구인 정상남자의 상한치 80 $\mu\text{g}/\text{dl}$ · PVC와 거의 일치하고 있다.

현재 FEP의 표준측정은 아직 확립되고 있지 않으며 현단위도 $\mu\text{g}/\text{dl}$ · PVC, $\mu\text{g}/\text{dl}$ · 전혈, $\mu\text{g}/\text{g}$ · Hb와 통일되고 있지 않다. 그러나 Screening level 및 장해판정 level로서는 제가의 보고를 고려하여 FEP 100 또는 150 $\mu\text{g}/\text{dl}$ · PCV를 Screening level에 200 $\mu\text{g}/\text{dl}$ · PCV를 장해판정 Level로 취하는 것도 좋은 것으로 생각된다.

그러나 ACGI에서는 1985 ~ 1986년의 Biological Exposure Indices 중에서 Zinc protoporphyrin in blood로서

250 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ erythrocytes or
100 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ blood

라는 수치를 warning level로서 제시하고 있다. 다시 말해서 이것은 Ht 치의 40%로서 양자의 수치간을 조사하고 있는 것이다.

연진진에 있어서 최근에 Wintrobe 법 또는 모세관법에 의하여 Ht 치를 측정하는 것은 거의 없어지고 거의 대부분의 Ht 치는 혈구계수기등으로 측정된 수치인 것으로 생각된다. 따라서 $\mu\text{g}/\text{dl}$ · PCV의 측정치를 알기 위해서는 미리 Ht 치를 wintrobe 법등으로 측정해 내야 한다. 따라서 전혈량으로서 측정치를 내는 $\mu\text{g}/\text{dl}$ blood는 이와 같은 방법이 필요없으므로 보다 합리적이라고 생각된다. < 다음호에 계속 >