

직업적 디메틸아세트아미드(Dimethylacetamide) 노출에 의해 집단적으로 발생한 독성간염

순천향대학교 의과대학 구미병원 산업의학과

최태성 · 우극현 · 김진석 · 박완섭 · 함정오 · 정상재 · 유재영

— Abstract —

Toxic Hepatitis Induced by Occupational Dimethylacetamide Exposure

Tae Sung Choi, Kuck Hyeun Woo, Jin Seok Kim
Wan Seup Park, Jung Ho Ham, Sang Je Jung, Jae Young Yu

Department of Occupational and Environmental Medicine, Soonchunhyang University

Dimethylacetamide is widely used in the production of plastics, resins, synthetic fibers, and gums and in purification and crystallization processes. Inhalation of the vapor or skin absorption of the liquid of dimethylacetamide(DMAC) can cause liver damage.

Toxic hepatitis possibly attributable to DMAC exposure occurred in seven works among 178 employees who had worked on a new spandex-fiber production line. A large amount of DMAC is used as a spinning solvent for synthetic fibers in the factory. The patients were aged 23-47 years old and composed of five males and two females. They were involved in the process of polymerization(1 patient), spinning(1), take-up(4) and packaging(1). The mean duration of exposure was 10 weeks. They experienced fatigue, dizziness and jaundice. The patients showed elevated total bilirubin, alanine aminotransferase(ALT), and aspartate aminotransferase(AST) levels. The serologic test for viral hepatitis A, B and C were negative, as were the abdominal ultrasonographic scans. Based on the presumptive diagnosis of DMAC-induced toxic hepatitis, they were removed from the workplaces. One or two months after removal from the work, the transaminase levels returned to normal. The patients had no history of significant alcohol use, blood transfusion, recent medication, and drug abuse. As a result, authors could not find any attributable cause of toxic hepatitis but the toxicity by DMAC exposure.

Key Words : Toxic hepatitis, Dimethylacetamide

서 론

디메틸아세트아미드(Dimethylacetamide, DMAC,

CAS No. 127-19-5)는 생선 비린내 나는 무색 액체로 극성 및 비극성물질에 잘 녹으며, 수지류에 대한 용해성이 뛰어난 성질 때문에 합성섬유, 필름제조, 및 섬유 코팅 등에 사용되고 있다(Clayton 등, 1994). 분자식

〈접수일 : 2001년 3월 19일, 채택일 : 2001년 5월 23일〉

교신저자 : 최 태 성(Tel : 053-463-7151 교환 341) E-mail : ohchoi@chollian.net

은 C₄H₉NO로 분자량은 87.12 M.W이다. DMAC는 호흡기와 피부접촉에 의해서 체내로 흡수된다. 작업장 노출 기준으로 미국산업위생가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH, 2000)에서는 TLV-TWA 10 ppm, 36 mg/m³(피부)으로 정하고있다.

DMAC에 노출된 근로자들에게서 식후 불쾌감, 무력증, 두통, 식욕저하, 변비, 현기증, 무기력 등의 증상이 관찰되었고(Weiss 등, 1962), DMAC의 생체에 미치는 독 작용은 여러 동물실험에서 간독성이 있는 것으로 보고되었다(Kennedy, 1986a; Kennedy, 1986b; Clayton 등, 1994). 그리고, 인체에서도 DMAC에 의한 손상 중 가장 민감한 기관은 간으로 알려져 있다(Spies 등, 1995b).

DMAC는 화학적 구조와 물리적 성질이 디메틸포름아미드(Dimethylformamide, DMF)와 유사하고, 간에 대한 독성도 유사하다고 알려져 있다(Kennedy, 1986b). DMF에 의한 전격성 간염으로 사망 사례가 외국은 물론 국내에서도 보고되었고(김수근 등, 1995; 허정호 등, 1999), 국내에서도 DMF에 대한 사용실태와 간에 대한 영향 등에 대해 다수의 연구가 보고되었다(강성규 등, 1991; 김기웅 등, 1999; 한국산업안전공단, 1999). 하지만, 유사한 독성을 가진 DMAC에 대해서는 우리나라 노동부는 유해 물질로만 규정하였을 뿐, 특수건강진단 및 작업환경측정 법적 대상 물질에는 제외되어있다. 국내에서는 김수근(1994)에 의해 DMAC에 의한 독성간염 증례보고 1례와 한국산업안전공단(1999)에 의해 전국적인 노출 실태조사가 실시된 적이 있지만, DMAC의 독성 여부 또는 실제로 간에 미치는 영향에 대한 본격적인 연구가 없는 실정이다.

저자들은 DMAC에 노출된 후 집단적으로 발생한 독성 간염 7례를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고한다.

증례군

OO회사 스파텍스 섬유 제조공정에 근무하는 생산직 근로자 178명 중 2000년 3월부터 2000년 8월까지 간장질환으로 7명이 입원치료를 받았다. 이 회사의 스파텍스 제조공정은 2000년 2월 신설되어 가동을 시작하였다. 환자들의 평균연령은 32(23~47)세이며, 남자가 5명, 여자가 2명이었다. 근무 부서는 중합 1명, 방사 1명, 권취 4명, 그리고 포장 1명이며, 평균 근무기간은 10(6~15)주였다(Table 1).

7명중 먼저 발생한 4명은 주관적인 증상으로 병원을 방문하여 독성간염으로 진단 받았다. 이들 4명의 주 호소 증상은 2명은 심한 피로감, 한 명은 어지럼증, 나머지 한 명은 황달 소견이었다. 나머지 3명은 환자들이 발생 후 사업장 자체적으로 실시한 정기 추적 검사에서 발견되었다.

과거 직력상 모두 간 독성 물질로 추정되는 화학물질을 취급하는 공장에서 근무한 적은 없었다. 알코올성 간염을 일으킬 만큼의 의미 있는 음주력을 가진 사람은 없었으며, 독성간염의 원인이 될만한 약물 복용력을 가진 환자들도 없었다. 과거력 상 모두 특이한 것은 없었고, 7명중 5명에서는 과거 간 효소 수치를 확인할 수 있었는데, 5명의 AST, ALT, 및 V-GTP 수치는 모두 정상범위였다. 나머지 환례 2명은 협력업체 직원으로 채용 시 건강진단을 실시하지 않았고, 발병 당시까지 간기능 검사를 실시한 적이 없어 과거 검사 결과를 확인할 수 없었다.

Table 1. General characteristics of the patients

No	Age	Sex	Department	Duration of exposure (weeks)	Initial symptom	Alcohol consumption (g/week)	Smoking
Patient 1	34	M	take-up	15	fatigue	<30	Yes
Patient 2	23	M	take-up	6	fatigue	<30	Yes
Patient 3	40	M	take-up	10	dizziness	<30	No
Patient 4	25	M	polymerization	13	jaundice	0	Yes
Patient 5	26	F	take-up	11	—	0	No
Patient 6	31	M	spinning	10	—	<30	Yes
Patient 7	47	F	packaging	7	—	0	No

내원 당시 활력징후인 혈압, 체온, 맥박 및 호흡수는 모두 정상이었다. 이학적 검사상 모두 황달이 관찰되었고, 피부발진과 같은 특이 소견은 모두 없었다. 검사실 소견에서 모두 AST는 200 IU/L 이상(226~1801 IU/L), ALT는 400 IU/L 이상(420~2396 IU/L) 증가되어 있었고, 그중 3명이 ALT가 1000 IU/L이 넘는 중등도 이상의 독성 간염의 소견을 보였다. γ -GTP 최저 85 IU/L에서 최고 336 IU/L, 총빌리루빈도 최저 1.5 mg/dl에서 최고 24 mg/dl까지 모두 각각 증가되었다. 총단백 최저 5.3 g/dl에서 최고 6.2 g/dl, 알부민 최저 2.7 g/dl에서 최고 3.7 g/dl으로 각각 감소되었다(Table 2, 3)

간염 바이러스 표지자는 검사에서 HBsAg(-), IgM anti-HBc(-), anti-HCV(-), IgM anti-HAV(-)로 모두 음성소견을 보였다. 간 초음파 검사에서는 모두 특이소견이 없었다. 모두 간 조직 생검은 실시하지 못하였다.

입원 후 보존적인 치료로 모두 급속히 호전되었다(Fig 1, 2). 가장 먼저 발생했던 1명은 퇴원하여 회

복된 후 여전히 DMAC에 간헐적인 노출이 가능한 공무 부서에서 계속 근무하다가 다시 독성 간염이 재발되어 입원하였고, 퇴원 후 비노출 부서로 작업 전환되었다. 그 외 환례들은 퇴원 후 DMAC에 전혀 노출되지 않는 부서로 전환되었다. 이후 모든 증례들에 대한 계속적인 추적 검사상 AST, ALT가 정상화되었고, 정상화되는데 걸린 기간은 1~2개월 소요되었다(Fig 1, 2)

작업장 조사

OO회사 사업장은 스판텍스 섬유를 제조하는 공장으로 2000년 2월 신설하여 가동하기 시작하였고, 생산직원수는 178명이었고, 그중 중합 22명, 방사12명, 권취 42명, 선별 27명 그리고 포장 29명, 그 외 지원부서이다. 중합은 주간근무이고, 방사, 선별, 포장은 2교대, 그리고 권취는 3교대 근무이다.

스판텍스 섬유는 천연고무와 같은 탄성을 갖는 섬유로 코르셋, 브레지어, 편성물 및 타이즈, 스타킹, 스웨터 등의 니트분야에 널리 사용된다. 스판텍스 섬유는 85 % 이상의 폴리우레탄 부분을 함유하고 있어야 한다(안무영, 2000). 스판텍스 섬유는 Polyol의 일종인 Polytetramethyleneglycol과 Diisocyanate의 일종인 methanediphenyl 4,4'-diisocyanate를 반응시켜

Table 2. The transaminase(AST/ALT) levels tested for pre-placement and on admission.

	Pre-placement	On Admission
	AST/ALT(IU/L)	AST/ALT(IU/L)
Patient 1	3 / 10	660 / 1,417
Patient 2	21 / 19	1,801 / 2,396
Patient 3	15 / 16	536 / 420
Patient 4	19 / 18	437 / 900
Patient 5	-	685 / 1,105
Patient 6	19 / 17	514 / 519
Patient 7	-	226 / 490

Table 4. Dimethylacetamide concentrations in air

	2000.5	2000.10
	DMAC(ppm)	DMAC(ppm)
Polymerization	2.28(0.81- 3.75)	0.73
Spinning	43.58(7.07-80.10)	Trace
Take-up	16.24(8.67-21.33)	2.72(0.94-6.72)
Packaging	Trace	0.64(0.48-0.80)

Table 3. The liver function test results(on admission to the hospital)

	γ -GTP (IU/L)	Total-bilirubin (mg/dl)	Direct-bilirubin (mg/dl)	Total protein (g/dl)	Albumin (g/dl)	HAV-Ab (IgM)	HBsAg	HCV Ab
Patient 1	233	24.0	19.1	5.9	3.5	-	-	-
Patient 2	127	6.0	3.5	5.9	3.5	-	-	-
Patient 3	155	3.3	2.4	5.2	2.9	-	-	-
Patient 4	85	5.6	3.9	6.2	3.5	-	-	-
Patient 5	162	1.5	0.7	5.3	2.7	-	-	-
Patient 6	336	2.6	1.2	5.9	3.7	-	-	-
Patient 7	103	7.7	4.5	5.9	3.5	-	-	-

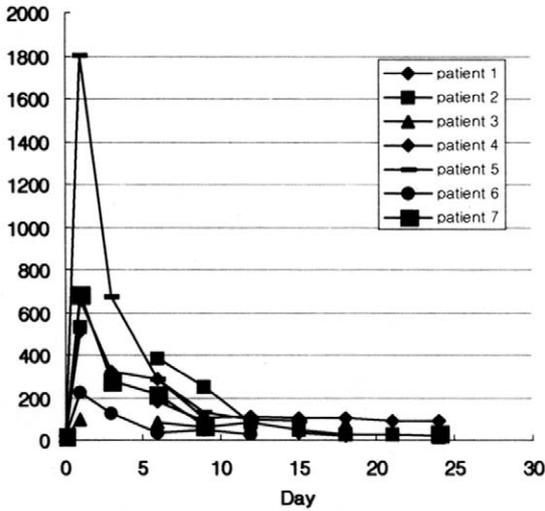


Figure 1. The result of serial AST tests for the seven patients.

중합체를 형성하며, 사슬 연장제인 Diamine 계열의 Ethylenediamine 또는 Propylenediamine을 사용하여 요소결합 형태의 중합체를 형성한다. 요소 결합 형태의 경우 용융 방사가 불가능하며 용액방사만 가능하므로 극성용제(DMAC, DMF)를 사용하여 건식 또는 습식 방사를 하여 섬유화 한다(한국산업안전공단, 1999). 이 사업장에서는 DMAC를 이용한 건식 방사 공정을 채택하고 있다. 방사를 위한 DMAC에 용해된 고분자 용액은 연결된 관을 통해 자동으로 방사조로 이동되는데, 이 관이 방사조와 연결되는 부위는 토출 관과 구급으로 구성되며 수시로 분리하여 세척한다. 방사조를 거쳐 나온 섬유는 연신 처리 후 권취공정에서 적절한 크기로 감아서 포장되어 출하된다.

노출에 대한 평가를 위해 2000년 5월 DMAC 기중 농도 측정을 실시하였다. 시료 채취와 분석은 NIOSH에서 추천하는 공정시험법 Method 2004에 따라 시행하였다. 개인용 저 유량 공기 포집 펌프는 항압 모드로 하였고, 포집관에는 실리카겔관을 부착하여 포집하였다. 튜브별로 시료채취 전후에 공기유량을 보정하였다. 시료는 모두 근로자의 호흡 위치에서 측정하였으며, 시료 분석에 사용한 가스크로마토그래피는 HITACHI사 G-3000을 사용하였다. 측정 결과 중합 2.28(0.81~3.75) ppm, 방사 45.58(7.07~80.10) ppm, 권취 16.24(8.67~21.33) ppm 그리고 포장에서는 미 검출로 각각 측정되었다. 방사 및 권취에서

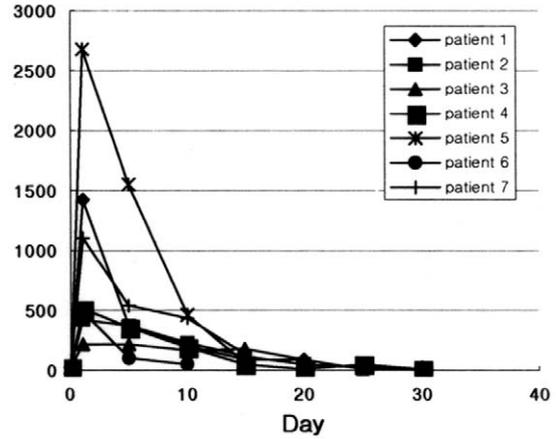


Figure 2. The result of serial ALT tests for the seven patients

노출기준인 10 ppm을 초과하였고, 중합 및 포장에서는 노출 기준 이하였다. 이후 사업장 전체 환기량의 증대, 국소 배기 시설의 보강 및 방사 유속 조절 등의 작업환경 개선을 실시한 이후 2000년 10월에 재 측정을 하였다. 재 측정된 결과 중합 0.73 ppm, 방사 미 검출, 권취 2.27(0.94~6.72) ppm 그리고 포장 0.64(0.48~0.80) ppm으로 모든 곳에서 노출기준 10 ppm 이하였다.

고 찰

DMAC에 의한 간장장애는 동물실험이나 임상적 조사 보고에 의해 알려져 있다(Horn, 1961; Borm 등, 1987; 김수근 등, 1994; Clayton 등, 1994). Horn(1961)의 연구결과에 의하면 개와 쥐를 40 ppm 농도의 DMAC에 6개월간 1주일에 5일씩, 매일 6시간씩 노출시켜도 전혀 간장장애를 일으키지 않았으나, 195 ppm의 농도에서는 간에 국소 괴사가 발생하였으며, 액상의 DMAC를 4.0 ml/kg을 개의 피부에 6주 동안 도포 한 결과, 간에 심한 지방침윤을 관찰할 수 있었다. 또 다른 연구에서는 DMAC를 투여 받은 개나 쥐의 간, 비장, 고환 및 골수에서 병리적 변화조건과 함께 간기능의 이상을 동반하였다(Kennedy, 1986b). 직업적으로 2년에서 10년 동안 DMAC에 노출되고 있는 41명의 근로자를 대상으로 한 연구에서 9명이 BSP(Bromosulphophthalein) retention이 증가되었고, 간 비대로 진단된 근로자가 14명이었다

(Corsi, 1971). DMAC에 노출된 이후 근로자가 느끼는 주관적인 증상은 식후불쾌감, 무력증, 두통, 식욕저하, 변비, 현기증, 무기력 등이다. 이러한 증상은 노출기간과 상관 관계가 있었다(Weiss 등, 1962). 또 다른 연구에서는 반복적으로 20~25 ppm 기중 농도의 DMAC에 노출된 근로자들에게서 황달이 발생하였다고 보고하였다(ACGIH, 1991). 본 증례군에서는 심한 피로감, 어지럼증, 황달 등의 증상을 호소하였다. 최근 Spies 등(1995b)의 연구에서 DMAC에 노출된 근로자들에 대한 1년 동안 추적 관찰한 간기능 검사(ALT, AST, γ -GTP, total bilirubin) 결과 대조군과의 차이가 없었다. 이는 이전 연구들은 대부분 기중농도가 노출기준 10 ppm을 초과했으나, 이 연구에서는 기중농도가 간헐적인 노출기준 초과는 있었지만, 대부분의 작업시간동안 노출기준 이하였다. 그리고, DMAC에 의한 독성간염이 노출된 이후 대부분 초기에 발생하는데, 이 연구에서는 노출 기간에 대한 자료가 없었으며, 또한, 1년 동안의 추적검사만으로 DMAC에 의한 만성적인 간독성에 대해서 어떠한 결론을 내리기는 어렵다.

체내로 흡수된 DMAC는 간에서 대사되어 소변으로 N-methylacetamide(NMAC), acetamide(ACET)로 대사되어서 요중으로 배설되며 미량의 DMAC는 대사되지 않고 요로 배설된다(Barnes 등, 1972). 가장 일차적인 대사물질은 NMAC로 알려져있고, ACGIH에서는 DMAC에 대한 요중 NMAC의 생물학적인 노출기준을 30 mg/g creatinine으로 정하고 있다(Clayton 등, 1994). 본 증례들에서는 요중 NMAC에 대한 직접적인 조사는 실시할 수 없었다.

산업장에서 잘 알려진 간독성 물질로는 사염화탄소, 클로로포름, 황인 등이 있다. 현재 직업성 간 질환은 보기 드물고 발생률이나 자연사가 거의 알려진 것이 없다. 간은 산업장에서 사용하는 화학물질을 해독 및 배설하는 중요기관인 동시에 표적장기이다. 하지만, 간에 특이한 병변을 일으키는 몇몇 화학물질을 제외하고는 산업현장에서 화학물질에 의해서 생기는 간손상은 임상적 또는 형태학적으로 알코올이나 약물, 또는 바이러스에 의한 손상과 감별하는 것이 어렵다(Braunwald, 2001; Ladou, 1997). 따라서, 직업성 간 질환을 진단 할 때에는 직업력과 취급물질에 대한 조사, 임상증상과 검사결과, 동료 근로자들을 대상으로 한 역학적인 자료 등을 통하여

추론적인 진단(presumptive diagnosis)을 할 수밖에 없다. 독성간염의 발병기전은 화학물질이나 대사산물의 독성에 의하거나 개인의 감수성에 의한 특이체질(idiosyncrasy)반응에 의하는 것으로 알려져 있다. 특이체질 반응인 경우 간 손상은 산발적으로 예기치 않게 발생하고, 실험적으로 재현성이 낮고, 용량존성이 없고, 감각이 일어날 만한 시간 즉 2~5주 정도의 기간이 경과한 후에 나타난다(김수근 등, 1995; LaDou, 1997; 채회복 등, 1999; Braunwald, 2001). 그리고, 재 노출되었을 때 다시 독성간염이 재발될 수도 있으며, 또한 특이 체질에 의한 간 부전은 사망률이 80%이상으로 치명적이다(Lee WM, 1995; Braunwald 등, 2001).

현재까지 DMAC에 의한 독성간염의 발병기전은 정확하게 알려져 있지 않다. 본 증례군을 통해 관찰할 수 있듯이 노출된 근로자 중 일부분에서만 독성간염이 발생하였고, 다른 부서에 비해 노출 농도가 낮은 포장 부서에서도 발병하였고, 노출기간이 최소한 2주가 경과되어야 하고, 재 노출 시 독성간염이 재발한 사실 등으로 보아 개인의 감수성에 의한 특이체질 반응이 발병기전에 중요한 인자로 추정한다.

본 증례들 모두 DMAC에 노출되었고, 독성간염을 일으킬 정도의 음주력이나, 최근의 약물 복용은 없었다. 그리고, 2명을 제외한 나머지 증례에서는 이전에 실시한 검사에서 AST, ALT, γ -GTP 수치가 모두 정상 범위였다. 검사실 소견상 6명은 AST/ALT의 비가 1이하로 독성간염의 소견을 보였다. 나머지 환례 1명의 간 효소 검사결과는 AST 536 IU/L, ALT 420 IU/L, γ -GTP가 155 IU/L이나, 알코올성 간염을 의심할 다른 증거는 없었다. 모든 환례에서 HBsAg, HBcAb(IgM), HAV-Ab(IgM), HCV-Ab는 음성으로 바이러스에 의한 간질환을 배제할 수 있었다. 그리고, 특히 초기에 발생한 1명은 회복되어 퇴원한 뒤에 복귀하여 DMAC에 재 노출되었을 때 독성 간염이 재발되었다. 작업장에서 사용된 다른 화학 물질 중 DMAC를 제외하고는 독성간염을 일으킬 다른 물질은 사용되지 않았다. 처음 환자가 발생한 후 실시한 작업환경 측정에서 중합과 포장에서는 기중농도가 노출기준 10 ppm 이하였지만, 방사 및 권취에서는 각각 43.58(7.07~80.10) ppm, 16.24(8.67~21.33) ppm으로 노출 기준을 초과하였다. 이러한 사실들을 종합해 볼 때 저자들은 본 증

례들은 DMAC에 의한 독성간염으로 추정하였다.

한국산업안전공단(1999)에서 실시한 작업환경실태 조사보고에 의하면 DMAC를 사용하는 사업장은 3개, 작업 중 DMAC가 발생하는 사업장은 25개, 그리고 노출 근로자 수는 691명으로 보고하고 있다. DMAC는 DMF와 물성이 비슷하여 같은 목적으로 사용되어지고 있다. 또한 최근 국내에서 DMF에 의한 전격성 간염으로 인한 사망사고(김수근 등, 1995; 허정호 등, 1999) 및 집단적인 독성간염 발생 이후 DMF에 대한 관리가 강화되었고(한국산업안전공단, 1999), DMF에 비해 가격이 저렴한 장점 때문에 DMAC를 DMF 대체 물질로 사용하는 사업장도 생겨나고 있다. 따라서, DMAC를 사용하는 사업장 및 노출 근로자들이 더 증가했을 것으로 추정된다. 하지만, DMF와 유사한 독성을 가진 DMAC에 대해서는 우리나라 노동부는 유해 물질로만 규정하였을 뿐, 특수건강진단 및 작업환경측정 법적 대상 물질에는 제외되어있다. 그래서, DMAC를 사용하는 대부분의 사업장은 법적 대상 물질이 아니기 때문에 정기적인 작업환경 측정을 통한 노출에 대한 평가나 노출 근로자들에 대한 정기 건강진단을 실시하지 않는다. 하지만, DMAC에 의해 발생하는 독성간염은 대부분 노출초기에 발생하기 때문에 신규 노출자에 대한 배치 전 건강검진 및 배치 후 주기적인 검사를 통해 간장 질환자를 조기에 발견하여 관리하면, 심각한 독성간염을 예방할 수 있을 것이다. 따라서, DMAC에 노출되는 근로자들에 대한 법적 규제 및 안전에 대한 대책이 마련되어야 할 것이다.

요 약

목적 : DMAC에 노출된 후 집단적으로 발생한 독성 간염 7례보고.

방법 : 2000년 2월 신설된 스파덱스 섬유제조 공장에 근무하는 생산직 근로자 178명중 2000년 2월 부터 8월까지 7명이 간장질환이 발생하였다. 환례들의 나이는 23~47세였고, 남자 5명, 여자 2명이었다. 이들에 대해 혈액검사, 간 초음파 검사 등의 임상검사와 작업장 조사를 실시하였다.

결과 : 근무 부서는 중합 1명, 방사 1명, 권취 4명, 그리고 포장 1명이며 평균근무기간은 10주였다. 주 호소 증상은 심한 피로감, 어지럼증 및 황달이었고, 검사실 소견상 독성간염의 소견을 보였다. A,

B 및 C형 간염 표지자 검사는 모두 음성이었고, 간 초음파 소견상 특이 소견이 없었다. 문진 상 알코올성 간염을 일으킬 정도의 음주력이나 최근 약물 복용력을 가지고 있는 환례는 없었다. 입원 후 보존적인 치료로 모두 급속히 호전되었다. 초기에 발생했던 환례에서 퇴원후 DMAC에 재 노출되어 독성 간염이 재발되었다. 이후 모든 환례들은 퇴원 후 DMAC 비노출 부서로 전환하였고, 퇴원후 지속적인 추적검사에서 간 효소 수치가 완전히 정상화되었고, 정상화되는 기간은 1~2개월 정도 소요되었다.

결론 : 환례들의 임상증상, 검사결과, 노출력 및 과거력상 DMAC에 의한 독성간염으로 추정된다.

참고문헌

- 강성규, 장재연, 이경용, 정호근. 디메틸포름아미드에 의한 간기능 장애에 관한 연구. 대한산업의학회지 1991;3(1): 58-64.
- 김기용, 최병순, 강성규, 문영한. 합성피혁제조업체 근로자들에 있어서 N-methylformamide 배설속도에 관한 연구. 대한산업의학회지 1999;11(1):106-112.
- 김수근, 최영호. 작업장에서 디메틸아세트아미드에 폭로되어 발생한 독성간염 1례. 산업보건 1994;72:2-6.
- 김수근, 이수근, 정규철. 디메틸포름아미드 폭로가 원인으로 추정되는 전격성간염 1예. 대한산업의학회지1995;7(1): 186-190.
- 노동부고시 제97-65호, 화학물질 및 물리적인자의 노출기준, 1998.
- 안영무. 섬유학. 서울:학문사, 2000.
- 채희복, 김진아, 이경수, 박선미, 윤태영 등. Trichloroethylene에 의한 급성간염 1예. 대한간학회지. 1999; 5(1):59-64.
- 허정호, 이경일, 한상길, 김형진, 배용목 등. Dimethylformamide에 의한 전격성 간염1예. 대한소화기학회지 1999;34:547-550.
- 한국산업안전공단. 우리나라 Dimethylformamide 노출 실태 및 건강장해에 관한 조사보고서. 1999.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2000 TLVs and BEIs. Cincinnati OH, USA, ACGIH, 2000.
- Barnes JR, Ranta KE. The metabolism of DMF and DMAC. Toxicol Appl Pharmacol. 1972;23: 271-276.
- Baum SL, Suruda AJ. Toxic hepatitis from Dimethylacetamide. Int J Occup Environ Health. 1997;3(1):1-4.
- Borm PJA, DeJong L, Vliegen A. Environmental

- and biological monitoring workers occupationally exposed to dimethylacetamide: *J Occup Med.* 1987;29:898-903.
- Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL et al. *Harrison's principles of internal medicine.* 15th ed. McGraw-Hill Companies. 2001.
- Clayton GD, Clayton FE. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology.* Volume 2, 4th ed, 2E, New York:Wiley:1994.
- Corsi GC. Dimethylacetamide-induced occupational disease with particular attention to hepatic functions : *Med Lav.* 1971;62:28-42.
- Horn HJ. Toxicology of dimethylacetamide. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1961;3:12-24.
- Kennedy GL. Biologic effects of acetamide, formamide, and their monomethyl and dimethyl derivatives. *Crit Rev Toxicol.* 1986a;17:129-182.
- Kennedy GL, Sherman H. Acute and subchronic toxicity of dimethylformamide and dimethylacetamide following various routes of administration. *Drug Chem Toxicol.* 1986b;9(2):147-170.
- LaDou J. *Occupational and environmental medicine.* 2nd ed. Stamford: Prentice Hall International Inc. 1997.
- Lee WM. Drug-induced hepatotoxicity: *N Engl J Med.* 1995;333(17):1118-1127.
- Spies GJ, Rhyne RH, Evans RA, Wetzel KE, Ragland D et al. Monitoring acrylic fiber workers for liver function and exposure to dimethylacetamide: 1. assessing exposure to dimethylacetamide by air and biological monitoring: *J Occup Environ Med.* 1995a;37:1093-1101.
- Spies GJ, Rhyne RH, Evans RA, Wetzel KE, Ragland D et al. Monitoring acrylic fiber workers for liver function and exposure to dimethylacetamide: 2. serum clinical chemistry results of dimethylacetamide-exposed workers: *J Occup Environ Med.* 1995b;37:1102-1107.
- Weiss AJ, Mancall EL, Koltjes JA, White JC, Jackson LG. Dimethylacetamide: a hitherto unrecognized hallucinogenic agent. *Science.* 1962;136:151-152.