

보건분야-연구자료

연구원 2001-21-60

H-RD-I-2001-21-60

화학물질의 분진독성 평가

- Reactive Red 195 염료분진 독성평가 -

한국산업안전공단

산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 2000년도 산업안전보건연구원 연구사업인 “화학물질의 분진독성평가”에 대한 최종 보고서로 제출합니다.

2000年 12月 30日

주관연구부서 : 산업화학물질연구센터

연구책임자 : 정용현

공동연구자 : 유일재, 김현영, 임철홍, 한정희, 이성배,
송경석, 장동혁, 전윤석, 이용묵, 片桐卓

요 약 문

1. **과제명** : 화학물질의 분진독성 평가
- Reactive Red 195 염료분진 독성평가
2. **연구기간** : 2000년 1월 1일- 2000년 12월 30일
3. **연구자** : 총괄연구책임자 : 정용현
공 동 연 구 자 : 유일재, 김현영, 임철홍, 한정희, 이성배,
송경석, 장동혁, 전윤석, 이용목, 片桐卓
4. **연구목적** : 염료에 대한 MSDS 실태조사 및 수용성 아조염료 Reactive Red 195에 대한 염료분진 독성평가를 통한 MSDS 독성자료 생산.
5. **연구내용** : 현재 유통되고 있는 염료 92종에 대한 MSDS 자료분석 및 Reactive Red 195 염료의 분진 특성파악과 Nose-only 급성흡입독성시험 및 whole body 아만성흡입 독성시험을 통한 염료분진 독성평가.
6. **활용계획** : 염료의 MSDS 독성자료생산 및 분진에 대한 Nose-only 급성흡입시험 및 whole body 아만성흡입시험 기법확립을 통한 염료 취급근로자의 건강확보.
7. **연구개요** : 시중에 유통되고 있는 염료 92종에 대한 분석결과, 흡입 독성시험자료는 전무한 상태였으며, 실험 중 비산이 쉽도

록 첨가제를 제외한 상태에서도 Reactive Red 195 염료 분진의 크기는 사람의 폐에 침투하기 어려운 크기인 $10\mu\text{m}$ 이상으로 판명되었으며, Nose-only 급성흡입시험결과 시험물질은 비강, 기관, 폐 등의 호흡기에 전혀 침착되어 있지 않았고, 시험기간중 임상증상관찰, 체중변화, 혈액생화학검사, 육안 및 조직병리학적 검사에서 시험물질에 의한 특별한 이상이 발견되지 않았다. 아만성흡입시험결과에서도 Nose-only 급성흡입독성시험에서와 마찬가지로 시험물질에 의한 특별한 독성은 없는 것으로 판단되었으나, 고농도투여군의 폐내 폐포조직에서 시험물질 분진이 대식세포 (macrophage)에 탐식되어 있는 것을 볼 수 있었다.

8. **중심어** : Reactive Red 195 수용성 아조염료, Nose-only 급성흡입 독성시험, 아만성흡입독성시험, 염료 MSDS

목 차

요 약 문	i
목 차	iii
그 립 목 차	v
제 1 장 서론	1
1. 연구배경	1
2. 연구목적	4
제 2 장 재료 및 방법	7
1. Nose only 급성흡입독성시험	7
가. 시험물질 및 시험동물 군구성	7
나. 동물관리 및 사육환경	8
다. 시험물질 폭로방법	9
라. 체중측정 및 임상증상관찰	10
마. 병리검사	11
바. 통계처리	12
2. 아만성독성시험	12
가. 시험물질 및 실험동물	12

나. 동물관리 및 사육환경	13
다. 시험물질 폭로방법	13
라. 흡입챔버내 환경 Monitoring	15
마. 시험물질의 군구성 및 투여농도	15
바. 체중측정 및 임상증상관찰	16
사. 병리검사	17
아. 통계처리	18
제 3장 시험결과	19
1. Nose only 급성흡입시험	19
가. 시험물질의 size별 분포 및 농도변화	19
나. 임상증상 및 체중변화	22
다. 병리검사	24
2. 아만성독성시험	31
가. 흡입챔버내 환경	31
나. 시험물질 폭로농도 monitoring	32
다. 시험물질의 입자분포도	33
라. 임상증상 및 체중변화	35
마. 병리검사	37
제 4장 결론 및 고찰	53
제 5 장 참고문헌	56

그림 목 차

Figure 1. Nose only exposure chamber	10
Figure 2. Whole body inhalation chamber	14
Figure 3. Reactive Red 195 concentration in nose only inhalation chamber for 4 hours	20
Figure 4. Changes of Concentration in inhalation chamber during the exposure	32
Figure 5. Reactive Red 195 dyes particles in the alveolar region ...	52

제 1 장 서론

1. 연구배경

노동부의 1998년도 산업재해분석자료(1)에 따르면 섬유 또는 섬유제품제조업체 수는 7,571개소이며 종사 근로자수는 297,861명으로 나타나 있으며, 1996년 광공업통계조사보고서에 의하면 우리 나라의 염료생산업체중 분산염료생산업체는 19개소, 반응성염료 생산업체는 13개소, 산성염료 생산업체는 20개소, 염기성염료 생산업체는 9개소, 형광염료 생산업체수는 7개소, 유용염료 생산업체수는 4개소, 매염염료 생산업체수는 2개소, 그리고 기타염료 생산업체수는 32개소로 나타나있다. 1999년도 산업안전보건연구원의 업종별 산업보건편람 및 표준공정분류체계개발(2)에 따르면 현재 사용되고 있는 염료는 3,500종 이상이며, 국내에서 생산되는 염료의 종류는 약 1,200여 품목이다. 한국염료안료공업협동조합의 46개 염료제조회원사 염료생산실적과 관세청 무역통계연보에 의하면 1999년 염료 총생산량은 68,836 톤, 수입염료량이 41,456 톤, 수출염료량이 27,698 톤이므로 국내 사용량은 82,556 톤이 되며 수입염료 량이 국내 사용량의 50.2%를 차지하고 있으며, 염료사용량을 종류별로 살펴보면 분산염료가 46,005톤(55.7%), 반응성염료가 14,760톤(17.9%)로 분산염료와 반응성염료가 60,765톤(73.6%)으로 염료사용량의 대부분을 차지하고 있다. 국내 1998년과 1999년도의 국내 염료생산실적(회원사)과 염료수입량, 염료수출량, 그리고 국내 염료사용량은 Table 1 과 같다.

Table 1. Amount of dye production, import, export, consumption in 1998 and 1999 (unit : ton)

	1999				1998			
	product.	import	export	consumption	product.	import	export	consumption
Direct	2,032	974	1,256	1,750	2,032	759	1,351	1,440
Acid	4,475	6,283	2,899	7,859	4,474	3,987	2,272	6,189
Basic	1,624	1,455	918	2,161	1,414	996	1,227	1,183
Mordant	81	749	27	803	94	502	46	550
Solvent	358	555	387	526	356	411	152	615
Sulphur		1,113	4	1,109	1	930	38	893
Fluorescent	8,374	830	2,288	6,916	6,926	592	1,156	6,362
Reactive	21,857	3,625	10,722	14,760	21,472	2,980	10,348	14,104
Disperse	29,921	25,278	9,194	46,005	25,771	17,605	6,493	36,883
Etc	76	594	3	667	210	462	3	669
Sum	68,836	41,456	27,698	82,556	62,753	29,224	23,087	68,888

기술표준원의 안전유해성 평가기술 세미나 자료에 따르면, 최근 독일의 대형백화점에서 내분비장애물질로 알려진 Tributyltin이 스포츠의류에서 검출되어 수거된 사건에서 보는 바와 같이 섬유제품에 의한 독성, 알레르기와 섬유제품 생산공정에서 노출되는 화학물질에 의한 발암성 등 인체에 미치는 독성과 섬유제품 제조과정에서 발생하는 환경문제에 대한 보고의 증가로 환경친화적 제품에 대한 관심이 고조되고 있다. 환경친화적 제품이란 최종섬유제품이 함유

한 인체유해물질 함유량이 기준치이하이고, 생산원료, 생산공정, 사용, 폐기 등 제품생산공정에서 발생하는 모든 과정이 환경오염을 저감시키고 취급 근로자의 안전과 건강을 고려하여 생산된 제품을 의미한다. 이러한 환경친화적 제품을 유도하기 위하여 독일을 비롯한 유럽에서는 Eco-Text Standard 100 등 에코라벨기준을 설정하여 환경친화적 섬유제품생산을 유도하고 있다. 한국생산기술연구원의 섬유제품 에코라벨의 현황 및 전망 보고서에 의하면 1998년까지 에코라벨 Eco-Text Standard 100에 참가한 섬유회사는 1,800 여 개이며 국내에서도 72개 업체가 참가하고 있고, 현재 Eco-Text Standard 100 은 최종섬유제품의 유해물질 함유기준을 평가하여 에코라벨을 인증하고 있지만 최근에는 전과정평가기법(Life Cycle Assessment) 즉, 제품 전 생산과정에 대한 인체 및 환경영향에 대한 분석까지 포함하는 방향으로 발전하고 있다. 에코라벨에서는 섬유제품에 함유되어 있는 Formaldehyde, Pentachlorophenol, Polychlorinated Biphenyl, Cr, Cu, Co, Ni , 4-Aminodiphenyl, Benzidine, 4-Chloro-o-toluidine, 2-Naphthylamine 등 유해물질에 대한 세부항목과 항목별 한계값을 설정하고 있으며, Eco-Text Standard 100에서 금지하는 염료로는 인간에 발암성이 알려진 MAK III A1 4종, 동물실험결과 발암성이 알려진 MAK III A2 10종, 발암성 의심물질로 알려진 MAK III B 7종 등 21개의 유해 아민 (arylamine)과 C.I. Acid Red 26 등 5 종류의 발암성염료 (carcinogenic dyes) 그리고 C.I. Disperse Yellow 1 등 20 종의 알레르기 유발 염료 (allergenic dyes) 등으로 table 2 와 같다.

Table 2. Inhibition dyes of Eko-tax Standard 100

Cleavable Arylamine 21 종		Carcinogens 3종	Allergens 20종
MAKIII A1: 4종 4-Aminodipheny Benzidine 4-Chloro-o-toluidine 2-Naphthylamine MAKIII A2: 10종 O-Aminoazotoluene 2-Amino-4-nitrotoluene p-Chloroaniline o-Toluidine 2,4-Toluylenediamine 3,3'-Dichlorobenzidine 3,3'-Dimethoxybenzidine 3,3'-Dimethylbenzidine	4,4'-Thiodianiline o-anisidine MAKIII B: 7종 3,3'-Dimethyl-4,4'- diaminodiphenylmethane p-Cresidine 4,4'-Methylene-bis- (2-chloroniline) 4,4'-Oxidianiline 2,4,5-Trimethylaniline 2,4-Diaminoanisole 4,4'-Diaminodiphenyl methane	C.I. Basic Red 9 C.I. Disperse Blue 1 C.I. Acid Red 26	C.I. Disperse Blue 1,3,7,26,35,102,106,124 C.I. Disperse Orange 1,3,37,76 C.I. Disperse Red 1,11,17 C.I. Disperse Yellow 1,3,9,39,49

MAK III A1 : 인간에 발암성이 알려진 화학물질

MAK III A2 : 동물실험결과 발암성이 알려진 화학물질

MAK III B : 발암성의심물질

2. 연구목적

현재 독일을 비롯한 유럽에서 환경마크 (Eco label) 규정이나 법으로 규제하고 있는 염료의 제조공정에서 사용되는 많은 화학물질 중 우리 나라의 산업안전보건법 시행령에 규정되어 있는 물질은 Benzidine과 그 염 그리고 4-Aminodiphenyl이 제조, 수입, 양도, 사용이 금지되는 유해물질로 지정되어

있고, o-Toluidine이 허가대상 유해물질로 분류되어 있으며, Benzidine, o-toluidine, Formaldehyde, PCP(Pentachlorophenol), Cr 등의 중금속 그리고 면을 취급하는 근로자에 대하여는 산업안전보건법 시행규칙에 특수건강진단 대상 유해인자로 분류하여 관리하고 있으나, 염료분진에 대한 노출기준은 정해져 있지 않다. 최근 국내의 염료제조업체도 환경친화적제품에 대한 관심이 고조되면서 염료의 제형을 파우더형에서 액제나 그레놀타입으로 제조하여 염직 제조공정의 염료배합작업에 종사하는 근로자에게 노출되는 염료분진을 줄이고 있으나, 염료공업은 장치산업이 아니고 생산설비규모가 소규모인 Batch System으로 가능해 장치산업에 비해 시설투자가 매우 적은 실정으로 염료제조과정 중 건조, 분쇄, 혼합, 포장작업에서는 염료분진이 여전히 노출되고 있다.

본 연구를 수행하기 위하여 국내 염료업체 중 생산량이 많은 대형 염료제조업체 7 업체를 선정하여 수거한 염료 MSDS 92종에 대한 독성자료를 분석한 결과 Table 3 에서 보는 바와 같이 LD50 독성자료는 50개 MSDS, IARC(International Agency for Research on Cancer) 독성자료는 1개 MSDS 에서 찾을 수 있었으나, inhalation 독성자료는 수거한 92종의 MSDS 모두에서 전무한 실정이었다.

본 연구에 사용된 염료 Reactive Red 195는 국내에서 유통되고 아조염료이다. 아조염료는 발색단 (chromophore)이 아조기 (-N=N-)를 갖는 것으로 arylamine으로 합성된다. Eco-Text Standard 100에서는 Benzidine 등 특정 아조염료가 방향족아민으로 합성된 경우, 유기체의 대사과정에서 방향족아민으로 다시 쪼개질 수 있는 잠재성 때문에 사용을 금지하고 있으며, 독일에서는 벤지딘과 유사 아민류를 이용하여 만든 염료가 방광암을 일으킬 수 있는 잠재성 때문에 1971년에 생산을 중지하였으며, 1996년부터 법으로 20 가지 방향족아민

의 사용을 금하고 있으며, 우리 나라의 환경마크에서도 독일과 같이 20 가지 방향족아민의 사용을 금하고 있으나, 유해방향족아민에 대한 인식이 매우 낮고 유해 방향족아민으로 제조되는 아조염료에 대한 법적, 제도적 장치가 미흡한 실정에 있다.

본 연구의 목적은 염료제조업체에 종사하는 근로자 및 염료취급 현장의 근로자의 건강보호를 위하여 현재 국내의 염료제조업체에서 생산되고 있으나 독성자료가 전무한 Reactive red 195 아조염료 분진에 대한 독성을 평가하여 MSDS 독성 기초자료를 생산하는데 그 목적이 있다.

Table 3. Analysis of dye toxicity information on 92 MSDS of 7 companies.

	MSDS	Rat oral LD50	IARC	Inhalation Toxicity
Reactive	45	22	0	0
Disperse	36	25	0	0
Acid	9	1	1	0
Fluorescent	2	2	0	0
Sum	92	50	1	0

제 2 장 재 료 및 방 법

1. Nose only 급성흡입독성시험

가. 시험물질 및 시험동물 군구성

본 시험에 사용된 시험물질은 모 염료회사로 부터 구입한 C.I. No. Reactive Red 195이다. 완제품 Reactive Red 195는 염료작업현장에서 염료의 비산을 막기 위하여 C.I. No. Reactive Red 195에 비산방지제 KX-100, 완충제 Sodium phosphate anhydrous, 금속이온 봉쇄제 Sodiumtripolphosphate, 축염제 Sodium sulfate anhydrous 등을 첨가하여 제조하는데, 본 연구에서는 시험물질의 흡입 폭로를 위하여 첨가제가 들어가지 않은 상태의 C.I. No. Reactive Red 195을 구입하여 사용하였다. 시험동물은 7주령의 특정병원체부재동물(Specific Pathogen Free, SPF) Sprague Dawley (SD) Rat를 대한실험동물로부터 분양 받아 Barrier system의 동물실에서 1주간 순화시킨 후, 건강하고 발육이 양호한 동물을 선정하여 사용하였다.

Table 4. Experimental design on the study of nose only inhalation toxicity of Reactive Red 195

	Dose(mg/m ³)	Sex	No.	No. of animal
Reactive Red 195	0	Male	5	C1001-C1005
		Female	5	C2001-C2005
	322	Male	5	R1001-R1005
		Female	5	R2001-R2005

나. 동물관리 및 사육환경

1주간 순화 후, 평균체중 $\pm 20\%$ g 범위 내에서 체중편차가 최소화 되도록 시험군을 구성하여 플라스틱 케이지에 2마리 혹은 3마리씩 사육하였다. 시험동물은 분진농도 class 10,000이하의 청정공기, 온도 22 ± 2 °C, 상대습도 35~60%, 환기횟수 11~12/시간, 압력 -9 ~ -11 mmAq(음압), 12시간 조명 150~300Lux 환경에서 시험하였으며, 사료는 실험동물용 멸균사료 (제일제당 주식회사)를 사용하였으며, 음수는 멸균된 정제수를 자동 급수하였다. 시험물질 폭로 중에는 사료와 음수를 공급하지 않았다.

다. 시험물질 폭로방법

시험물질폭로는 사진에서와 같이 동물고정 exposure tube에 시험동물을 투입한 후, 스크류 콘베이어, 인버트스위치, 공기유입노즐, D.C 모터, dust collector 등으로 구성된 Nose only exposure chamber내에 시험물질을 4시간 동안 1회 폭로시켰으며, 시험물질의 분진농도는 personal air sampler(MSA 484107, Pittsburgh, PA)와 필터(0.8 μ m pore size, 37mm diameter, Millipore AAWP 03700, Bedford)를 사용하여 매 시간마다 풍량 2 L/min로 15분간 측정하였으며, 분진의 크기는 Anderson sampler(Impactor Serial No. 200913, SIBATA Tech. LTD., Japan)와 Ψ 80 mm의 필터 (T60A20, pallflex products, co., Japan)를 사용하여 풍량 28.3 L/min 로 20분간 측정하였다.



Figure 1. Nose only exposure chamber

라. 체중측정 및 임상증상관찰

동물도입과 순화 후 균분리시 체중을 측정하고, 폭로 후 7일, 14일에 체중을 측정하였다. 임상증상관찰은 검역 및 순화기간은 매일 1회 모든 동물에 대해 관찰하고, 폭로 당일은 폭로시 4시간, 폭로 후 2시간 관찰하였으며, 폭로 익일부터는 매일 1회 14일간 관찰하였다.

마. 병리검사

(1) 육안검사

시험물질 폭로 후 14일간 임상관찰을 한 후 대조군 및 투여군의 모든 동물에 대하여 ethyl ether로 마취시켜 복대동맥에서 채혈한 후 생식기계, 소화기계, 호흡기계, 비뇨기계, 내분비계, 신경계, 심혈관계, 조혈기계, 감각기계 등 전 장기에 대한 육안 관찰을 하였다.

(2) 혈액 및 혈액생화학검사

모든 시험동물에 대하여 시험물질 폭로 하루 전에 절식시켰으며, 에틸에테르(ethyl ether)로 마취하고, 부검시 복대동맥에서 혈액을 채취하여 WBC (white blood cell), RBC (red blood cell), HGB (hemoglobin), HCT (hematocrit), MCV (mean corpuscular volume), MCH (mean corpuscular hemoglobin), MCHC (mean corpuscular hemoglobin concentration), PLT (platelet) 등을 혈구계수기(Sysmex F-820, Japan)을 이용하여 측정하고, 혈액생화학분석기(TBA 20FR, Japan)를 이용하여 Total protein, Blood urea nitrogen, Creatinine, Alanine aminotransferase, Aspartate aminotransferase, Alkaline phosphatase, Glucose, Total cholesterol, Albumin 등을 측정하였다.

(3) 장기중량 측정 및 병리조직검사

혈액 채취 후 모든 시험동물을 부검하여 전 장기에 대한 육안관찰을 하였다. 간장, 신장, 폐, 정소, 난소 등의 장기는 중량을 측정하였다. 채취한 모든 장기는 10 % 중성포르마린 용액에 고정하였다. 고정된 장기조직은 탈수한 후 파라

편 포매하고 마이크로톰으로 박절한 후 헤마톡시린과 에오신으로 염색하고 광학현미경으로 관찰하였다. 비강은 별도로 탈지, 탈회과정(Nagano, 1988)을 거친 후 광학현미경으로 관찰하였다. 시험물질이 호흡기계에 침착되고, 제거되는 과정을 살펴보기 위하여 위성1군으로 둔 암컷 3마리, 수컷 3마리는 시험물질 폭로 후 그 다음날 부검하였으며, 위성2군으로 둔 암컷 4마리, 수컷 4마리는 시험물질 폭로 후 7일에 부검하여, 시험물질 폭로 후 14일에 부검한 본 시험군의 호흡기계 조직 변화와 호흡기내 시험물질의 분포를 비교하여 살펴보았다.

바. 통계처리

시험결과는 평균과 표준편차를 산출하여 표시하였으며, Student's t-test를 사용하여 $P < 0.01$ 혹은 $P < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

2. 아만성독성시험

가. 시험물질 및 실험동물

시험물질은 Nose only 급성흡입독성시험과 동일하게 첨가제를 제외한 아조계 염료 C. I. No. Reactive Red 195를 모 염료회사에서 공급받아서 사용하였으며, 대조물질은 HEPA filter와 온습도 조절장치가 부착된 공조기를 통과시켜 정화된 청정 공기를 사용하였다.

실험동물은 암·수 각각 7주령의 특정병원체 부재동물 (Specific Pathogen Free, SPF) Sprague-Dawley (SD) Rats를 대한동물실험센터에서 분양 받아 barrier system의 동물실에서 2주간 순화시킨 후 건강하고 발육 양호한 동물

을 사용하였다.

나. 동물관리 및 사육환경

순화 후 체중을 지표로 하여 폭로군 별 체중 편차가 최소화 되도록 실험군을 분리하고, 1대조군과 3단계의 폭로군으로 분리한 후 4대의 흡입챔버 (inhalation chamber)내 5연식 금망 케이지를 사용하여 군별, 동물별로 각각 개별 수용하고 정화된 청정공기 (분진농도 Class 10,000이하)를 이용 온도 22 ± 3 °C, 상대습도 30-70 %, 환기회수 10-12/시간, 압력 -9~-11 mmAq (음압), 조명 150 - 300 Lux로 12시간 (오전8시-오후8시)의 사육환경에서 실험하였으며, 사료는 실험동물용 멸균사료 (제일제당 주식회사)를, 음수는 멸균 정제수를 자동급수로 하여 자유로이 섭취토록 하였다. 단, 사료공급의 경우 시험물질 폭로시간에는 공급하지 않았으며 시험물질 폭로 종료 후 사료를 공급하여 자유로이 섭취토록 하였다.

다. 시험물질 폭로방법

실험동물에 시험물질을 투여하는 방법은 그림1과 같이 내부용적 1.16 m³의 흡입챔버 (Model No. SIS-800DG, SIBATA Co., LTD, Japan)와 turn table 식 dust 발생장치 (Model No. DF-3, SIBATA Co., LTD, Japan)를 이용하여 전신폭로 하였다.

시험군별 폭로농도는 문헌조사 및 예비실험을 통하여 반복투여 농도를 설정하였다. 투여조건은 작업환경에서 근로자들의 피폭성향을 고려하여 흡입폭로에 의한 1일 6시간 주 5일로 하였으며, 4주간의 반복투여에 의한 흡입독

성을 시험하였다.

시험물질의 폭로방법은 dust feeder (Model No. DF-3, SIBATA Co., LTD, Japan)를 이용 시험물질을 분사시킨 후 일정량의 청정공기와 혼합하여 설정농도로 조절한 후 흡입 챔버내로 공급 실험동물에 전신 폭로 시켰다.



Figure 2. Whole body inhalation chamber

라. 흡입챔버내 환경 Monitoring

시험물질 폭로 중 각 군별 흡입 챔버내의 환경조건들을 monitoring하였다. 온도, 습도, 압력, 환기량의 환경조건들은 챔버내 부착된 센서와 환경제어장치 (Model No. ICS-800DG, SIBATA Tech. LTD, Japan)를 이용하여 30분에 1회 측정하고 이를 자동 기록되게 하였다. 시험물질의 농도 (mg/m^3)는 개인 시료 채취기 (GilAir, Gilian, USA)를 이용하여 37mm필터를 카세트홀더에 부착하여 챔버내 랫드의 호흡기 위치에서 평균유속 $1.2\ell/\text{min}$ 으로 40분 간격으로 공기 중 시료를 1일 2회씩 sampling하여 중량 분석법에 의해 분석하였다. 또한 시험물질의 입자 size를 알아보기 위해 Anderson sampler (Impactor Serial No. 200913, SIBATA Tech. LTD., Japan)를 이용하여 시험물질의 입자분포도를 측정하였다.

마. 실험동물의 군구성 및 투여농도

실험동물은 Table 5와 같이 암, 수 각 5마리를 한 군으로, 대조군과 10, 40, 160 mg/m^3 의 3단계의 시험물질 투여군으로 구성하고, 시험물질 투여군은 1일 6시간, 주 5일, 4주간 반복투여 하였다.

Table 5. Experimental design on the study of 4 Weeks inhalation toxicity of Reactive Red 195

Chemical	Group	Dose (mg/m ³)	Sex	N	Animal No.
Red 195	Group 0 (Control)	0	M	5	C1001-C1005
			F	5	C2001-C2005
	Group 1 (Low)	10	M	5	R1101-R1105
			F	5	R2101-R2105
	Group 2 (Medium)	40	M	5	R1201-R1205
			F	5	R2201-R2205
	Group 3 (High)	160	M	5	R1301-R1305
			F	5	R2301-R2305

M; Male, F; Female, N; Number

바. 체중측정 및 임상증상관찰

동물도입과 순화 후 군분리시 체중을 측정하고, 폭로 후 1주일마다 체중을 측정하였다. 임상증상관찰은 동물 도입 후 매일 1회 모든 동물에 대해 관찰하였다.

사. 병리검사

(1) 육안 검사

4 주간 시험물질을 폭로시킨 후 하루 동안 절식시킨 다음, 모든 동물에 대하여 ethyl ether로 마취시켜 복대동맥에서 채혈한 후 전 장기에 대한 육안 관찰을 하였다.

(2) 혈액 및 혈액생화학검사

모든 시험동물은 에틸에테르(ethyl ether)로 마취하고, 복대동맥에서 혈액을 채취하여 혈구계수기(Sysmex F-820, Japan)을 이용하여 WBC, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT 등을 측정하고, 혈액생화학분석기(TBA 20FR, Japan)를 이용하여 Total protein, Blood urea nitrogen, Creatinine, Alanine aminotransferase, Aspartate aminotransferase, Alkaline phosphatase, Glucose, Total cholesterol, Albumin 등을 측정하였다.

(3) 장기중량 측정 및 병리조직검사

모든 시험동물을 부검하여 흉선, 부신, 정소, 난소, 심장, 폐, 신장, 비장, 간장, 뇌 등의 장기중량을 측정하였다. 채취한 모든 장기는 10 % 중성포르마린 용액에 고정하였다. 고정된 장기조직은 탈수한 후 파라핀 포매하고 마이크로톰으로 박절한 후 헤마톡시린과 에오신으로 염색하고 광학현미경으로 관찰하였다. 비장은 별도로 탈지, 탈회과정을 거친 후 광학현미경으로 관찰하였다.

아. 통계처리

시험결과는 평균과 표준편차를 산출하여 표시하였으며, 일원배치분산분석 (one-way ANOVA)에서 유의성이 인정된 자료는 Dunnett 다중비교법을 이용하여 $P < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

제 3장 시험결과

1. Nose only 급성흡입시험

가. 시험물질의 size 별 분포 및 농도변화

Table 6에서 보는 바와 같이 Anderson sampler를 사용하여 풍량 28.3 L/min로 20분간 Nose only exposure chamber내 Reactive Red 195를 포집하여 size별 분포를 조사한 결과, 121.03 mg 중 119.85 mg (99%)이 3.3 μ m 이상을 나타냈다.

시험물질의 분진농도는 personal air sampler를 사용하여 매 시간마다 풍량 2 L/min로 15분간 측정한 결과, Nose only exposure chamber내 Reactive Red 195의 시간별 농도변화는 figure 5와 같이 나타났으며, TWA (Time weighted average)는 322 \pm mg/m³ 였다.

Table 6. Particle size Distribution Analysis of Reactive Red 195

Stage No. (μm)	Particle Mean (mg)	Ratio (%)	Cumulative (%)
0 [11.0-]	93.85	77.54	100.00
1 [7.00-11.0]	19.31	15.95	22.46
2 [4.70-7.00]	6.69	5.53	6.51
3 [3.30-4.70]	0.93	0.77	0.98
4 [2.10-3.30]	0.08	0.07	0.21
5 [1.10-2.10]	0.00	0.00	0.14
6 [0.65-1.10]	0.12	0.10	0.14
7 [0.43-0.65]	0.05	0.04	0.04
BUF [-0.43]	0.00	0.00	0.00

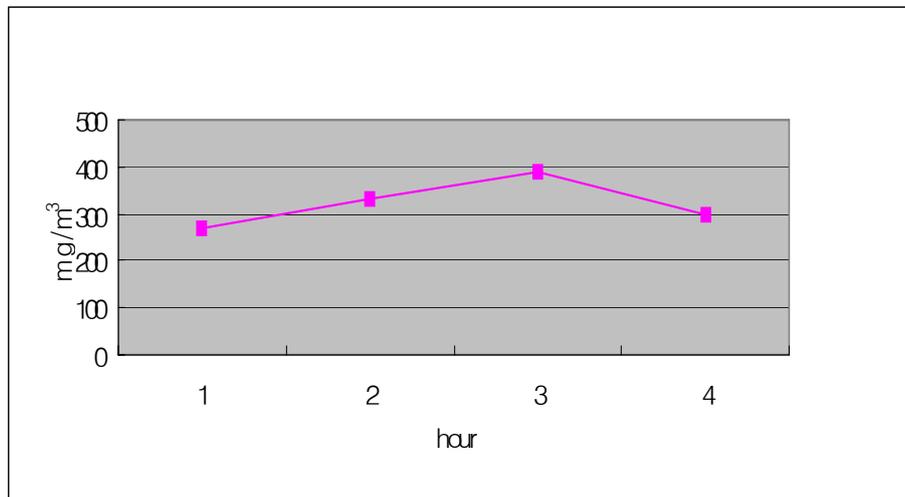


Figure 3. Reactive Red 195 concentration in nose only inhalation chamber for 4 hours

나. 실험동물의 임상증상 및 체중변화

모든 대조군과 Reactive Red 195 322mg/m³ 폭로 시험군에 대하여 시험 물질에 폭로시킨 후, 매일 1회 14일간 임상관찰을 하였으나 모든 군에서 특별한 증상을 보이는 동물이 없었다.

Table 8에서 보는 바와 같이, 모든 대조군과 Reactive Red 195 322mg/m³ 폭로 시험군에 대하여 시험물질 폭로 당일과 시험물질 폭로 후 7일과 14일에 체중을 측정하였으나 유의한 변화는 없었다.

Table 8. Changes of body weight of SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 hours (unit : g)

	Control male	Male	Control female	Female
exposure day	270.9±8.9	263.1±5.8	192.3±11.0	184.7±6.1
after 7 days	300.2±14.2	302.3±10.9	193.2±11.1	190.0±6.1
after 14 days	334.3±14.0	346.6±17.0	202.1±11.0	200.5±8.9

All value are expressed as mean S.D.

Significant difference as compared with control : * p < 0.05, ** p < 0.0

다. 병리검사

(1) 장기무게

모든 대조군과 Reactive Red 195 322mg/m³ 폭로 시험군의 정소, 난소, 폐, 신장, 간 등의 장기를 절취하여 절대장기무게를 측정하였으나, table 9에서 보는 바와 같이 유의한 변화는 없었다.

Table 10에서 보는 바와 같이, 모든 대조군과 Reactive Red 195 322mg/m³ 폭로 시험군의 정소, 난소, 폐, 간 등의 절대장기무게를 체중에 대한 장기무게의 비율로 계산한 상대장기무게에서도 유의한 변화가 없었다.

Table 9. Absolute organ weight of SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 hours (unit : mg)

	Control male	Male	Control female	Female
Testis(R)	1682±236	1665±85		
Testis(L)	1664±202	1649±65		
Ovary(R)			67.4±4.4	66.8±10.6
Ovary(L)			59.4±5.6	60.4±8.9
Lung(R)	876±71	857±109	666±76	639±26
Lung(L)	456±23	450±29	365±49	345±10
Kidney(R)	1346±121	1278±54	758±81	685±23
Kidney(L)	1360±105	1294±72	753±87	688±30
Liver	10922±937	11469±557	6245±168	5852±369

Table 10. Relative organ weight of SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 hours (unit : %)

	Control male	Male	Control female	Female
Body Weight	334.3±14.0	346.6±17.0	202.1±11.0	200.5±8.9
Testis(R)	0.50±0.05	0.48±0.02		
Testis(L)	0.50±0.04	0.48±0.01		
Ovary(R)			0.03±0.002	0.03±0.006
Ovary(L)			0.03±0.003	0.03±0.005
Lung(R)	0.26±0.01	0.25±0.03	0.33±0.026	0.32±0.011
Lung(L)	0.14±0.01	0.13±0.01	0.18±0.020	0.17±0.007
Kidney(R)	0.40±0.03	0.37±0.02	0.38±0.028	0.34±0.012
Kidney(L)	0.41±0.03	0.37±0.02	0.37±0.031	0.34±0.008
Liver	3.27±0.18	3.31±0.09	3.09±0.178	2.92±0.210

Relative organ weight = (organ weight / body weight) x 100

All value are expressed as mean S.D.

Significant difference as compared with control : * p < 0.05, ** p < 0.0

(2) 혈액 및 혈액생화학검사

모든 대조군과 시험군에 대한 백혈구(WBC), 적혈구(RBC), 헤모그로빈(HGB), 평균적혈구용적(MCV), 평균적혈구혈색소량(MCH), 평균적혈구혈색소농도(MCHC), 혈소판(PLT) 등의 혈액검사 결과 table 11에서 보는 바와 같이 유의한 변화를 보이지 않았다.

Table 12에서 보는 바와 같이 혈액생화학검사에서는 시험물질 Reactive Red 195가 322 mg/m³ 폭로된 수컷 랫드에서는 total protein과 creatinine이 유의한 증가를 보였고, total cholesterol은 유의한 감소를 보였다. 시험물질에 폭로된 암컷 랫드에서는 AST(aspartate aminotransferase)가 유의한 감소를 보였다. 다른 혈액생화학지수에서는 유의한 변화가 없었다.

Table 11. Hematological results of SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 hours

	Control male	Male	Control female	Female
WBC	8.1±2.1	7.8±1.4	6.2±1.2	4.9±0.8
RBC	7.5±0.2	7.5±0.5	7.7±0.6	7.6±0.2
HGB	14.5±0.5	14.5±0.8	15.0±0.7	14.6±0.4
HCT	42.3±2.0	42.4±2.3	42.4±2.3	41.5±1.0
MCV	56.5±1.4	56.9±2.8	55.3±2.0	53.9±1.1
MCH	19.5±0.4	19.4±1.0	19.6±0.8	19.0±0.6
MCHC	34.4±0.7	34.2±0.8	35.4±0.3	35.2±0.7
PLT	1158.4±118.9	1269.2±126.0	1281.0±73.2	1316.4±56.0

All value are expressed as mean S.D.

Significant difference as compared with control : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

WBC, white blood cell ($10^3/\mu\ell$); RBC, red blood cell ($10^6/\mu\ell$); HGB, hemoglobin ($\text{g}/\mu\ell$); HCT, hematocrit (%); MCV, mean corpuscular volume (fl); MCH, mean corpuscular hemoglobin (pg); MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dl); PLT, platelet ($10^3/\mu\ell$)

Table 12. Biochemical serum values of SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 hours

	Control male	Male	Control female	Female
TP	6.28±0.56	7.13±0.10*	7.51±0.48	7.44±0.42
BUN	17.46±2.38	19.5±2.20	19.54±3.03	20.34±2.58
CRTN	0.56±0.05	0.61±0.06*	0.64±0.05	0.66±0.03
ALT	40.8±7.89	41.2±5.07	31.0±5.10	31.2±9.04
AST	123.8±20.09	108.4±17.90	110.6±18.34	93.8±10.92*
ALP	389.2±43.02	376.6±30.71	206.8±42.08	196.0±39.19
GLU	113.8±23.29	114.8±24.76	92.4±12.90	98.0±17.59
TCHO	74.4±10.26	57.4±4.56*	86.6±13.09	84.8±23.41
ALB	3.44±0.09	3.48±0.08	3.68±0.28	3.72±0.22

All value are expressed as mean S.D.

Significant difference as compared with control : * p < 0.05, ** p < 0.01

TP, total protein (mg/dL); BUN, urea nitrogen in blood (mg/dL); CRTN, creatinine (mg/dL); ALT, alanine aminotransferase (IU/L); AST, aspartate aminotransferase (IU/L); ALP, alkaline phosphatase (IU/L); GLU, glucose (mg/dL); TCHO, total cholesterol (mg/dL); ALB, Albumin (g/dL)

Table 13. Localization of Reactive Red 195 particles in the respiratory tract of rats inhaled Reactive Red 195 for 4 hours

Day	Head airway				Tracheobronchial			Gas exchange		
	Squa	Tran	Resp	Olfa	Trac	Bronchi	Brochol	AD	AS	Al
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Squa, squamous epithelium; Tran, transitional epithelium; Resp, respiratory epithelium; Olfa, olfactory epithelium; Trac, trachea; AD, alveolar duct; AS, alveolar sac; Al, alveolar

시험물질 Reactive Red 195 322mg/m³에 노출된 랫드의 비강과 기관, 기관지, 폐에서의 clearance를 보기 위하여 시험물질 폭로 후 1일에 3마리, 7일에 4마리, 14일에 5마리를 부검하여 호흡기에 대한 조직표본을 살펴보았으나, table 13에서 보는 바와 같이 모든 호흡기관에서 시험물질 Reactive Red 195의 particle은 보이지 않았다.

(3) 육안 및 병리조직검사

Table 14와 table 15에서 보는 바와 같이 모든 대조군과 시험물질 Reactive Red 195을 322mg/m³ 폭로시킨 시험군에서 시험물질에 의한 특이한 육안소견과 병리소견이 발견되지 않았다.

Table 14. Gross Findings of necropsy in male SD rats inhaled inhaled Reactive Red 195 for 4 hours

	Control male	Male	Control female	Female
No. of males	5	5	5	5
Thymus	N	N	N	N
Adrenal	N	N	N	N
Testis	N	N		
Ovary			N	N
Heart	N	N	N	N
Lung	N	N	N	N
Kidney	N	N	N	N
Spleen	N	N	N	N
Liver	N	N	N	N
Brain	N	N	N	N

N : No gross findings

Table 15. Histopathological findings in male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 hours

	Control male	Male	Control female	Female
No. of males	5	5	5	5
Thymus	N	N	N	N
Adrenal	N	N	N	N
Testis	N	N		
Ovary			N	N
Heart	N	N	N	N
Lung	N	N	N	N
Kidney	N	N	N	N
Spleen	N	N	N	N
Liver	N	N	N	N
Brain	N	N	N	N

N : No histopathologic finding

2. 아만성독성시험

가. 흡입챔버내 환경

4주간 반복 투여기간 중 각 군의 흡입챔버내 온도, 상대습도, 압력, 환기량의 일일 평균치는 Appendix 2, 3과 같이 측정되었으며, 이를 총 평균한 결과를 Table 16에 나타내었다.

챔버내 환기량은 198.5-203.2 l/min으로 흡입챔버내 용량이 1,160 l (1 m³)를 감안하면 시간당 환기 횟수는 10.27 - 10.51회였으며 온도, 습도, 압력 등을 포함하여 각각 실험동물 시험 환경조건 (환경부, 1999)에 부합하였다.

Table 16. Environmental condition in inhalation chamber during the experiment

Items	Chamber 0 (Control)	Chamber 1 (10 mg/m ³)	Chamber 2 (40 mg/m ³)	Chamber 3 (160 mg/m ³)
T (°C)	24.5 ± 1.5	22.8 ± 1.6	22.7 ± 1.7	22.4 ± 1.7
RH (%)	46.2 ± 9.3	46.9 ± 9.7	46.9 ± 9.4	47.8 ± 9.5
P (mmH ₂ O)	-104.6 ± 2.9	-98.2 ± 8.1	-98.0 ± 7.0	-107.7 ± 19.0
R (l/min)	203.2 ± 2.1	200.3 ± 2.2	198.5 ± 2.0	200.2 ± 19.0

T; Temperature, RH; Relative Humidity, P; Pressure, R; Flow Rate
All data values are expressed as total mean (for 4 weeks) ± SD.

나. 시험물질 폭로농도 monitoring

폭로 중 각 투여군의 흡입챔버내 시험물질 농도를 일일 평균치와 폭로기간 중 총 평균 농도 변화를 Figure 4에 나타내었으며, 4주간 폭로농도의 최고치와 최저치 및 총평균을 Table 17에 표시하였다. 투여기간 중 챔버내 최고와 최저농도는 $\pm 37.99 \sim \pm 61.48$ %였으며 평균농도는 저·중·고농도 모두 공히 설정치의 3 %이내에서 시험물질이 투여되었다.

고농도의 경우 농도의 변화가 심하였으며 이는 시험물질의 흡습성 및 분진 입자들의 전하발생 등의 특성에 의해 입자간 결합이나 뭉침 현상에 기인된 것으로 판단된다.

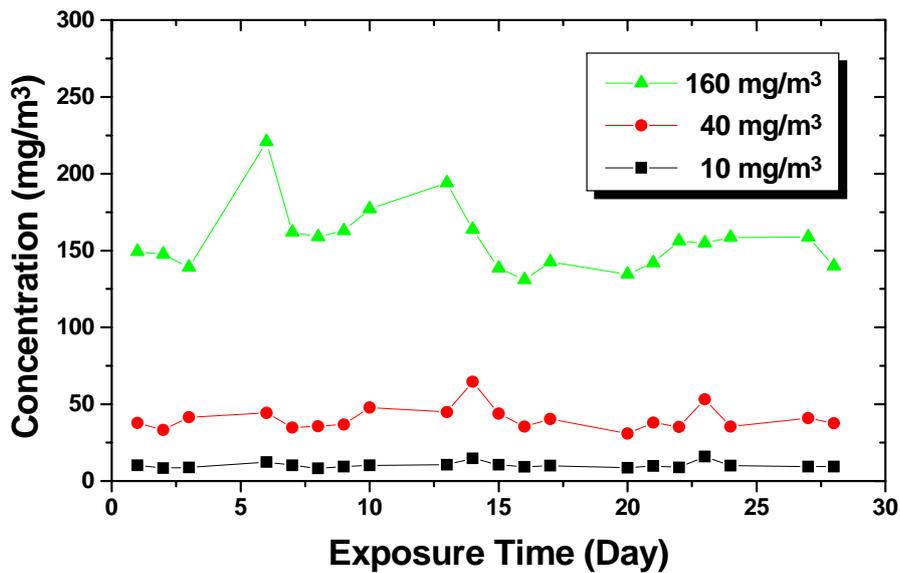


Figure 4. Concentration in inhalation chamber during the exposure of Reactive Red 195 for 4 weeks

Table 17. Concentration of Reactive Red 195 by exposure groups

Groups	Concentration (mg/m ³)			
	Establishment	Upper	Lower	Mean ± SD
Control	0	0.0	0.0	0.0 ± 0.00
Group 1	10	16.05	8.22	10.3 ± 1.99
Group 2	40	64.59	30.84	40.6 ± 7.80
Group 3	160	220.78	130.94	156.6 ± 21.38

다. 시험물질의 입자분포도

시험물질의 챔버내 입자분포도 측정을 위하여 Anderson sampler를 이용하였다. 분진의 챔버내 sampling시간은 20분, 유량은 28.3 L/min으로 설정하였으며 Ψ 80 mm의 필터 (T60A20, pallflex products, co., Japan)로 포집하여 입자분포도를 분석한 결과, Table 18에서 보는 것처럼 포집된 17.93 mg 중 17.25 mg (97.91%)이 3.3 μ m 이상으로 나타났다.

Table 18. Particle size Distribution Analysis of Reactive Red 195

Stage No. (μm)	Particle Mean (mg)	Ratio (%)	Total (%)
0 [11.0-]	8.02	45.18	100.00
1 [7.00-11.0]	4.52	25.46	54.82
2 [4.70-7.00]	3.23	18.20	29.36
3 [3.30-4.70]	1.50	8.45	11.16
4 [2.10-3.30]	0.36	2.03	2.71
5 [1.10-2.10]	0.11	0.62	0.68
6 [0.65-1.10]	0.01	0.06	0.06
7 [0.43-0.65]	0.00	0.00	0.00
BUF [-0.43]	0.00	0.00	0.00

라. 임상증상 및 체중변화

시험물질 폭로 후, 매일 1회 모든 동물에 대해 임상관찰을 하였으나 특별한 증상을 보이는 동물은 없었다. 군분리시 체중을 측정하고, 폭로 후 1주일마다 체중을 측정한 결과, table 19에서 보는 바와 같이 수컷 랫드에서는 모든 대조군과 시험군에서 유의한 변화는 보이지 않았다. 암컷 랫드에서는 table 20에서 보는 바와 같이 시험물질에 2주간, 3주간 10 mg/m³ 폭로된 군과 시험물질에 2주간, 3주간 40 mg/m³ 폭로된 군에서 유의한 변화(p<0.05)를 보였으며, 시험물질에 160 mg/m³ 폭로된 군에서는 2주, 3주, 4주차에서 유의한 변화(p<0.05)를 보였다.

Table 19. Change of body weight of male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks (Unit : g)

	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
exposure day	301.4 ± 7.0	299.4 ± 9.9	303.1 ± 6.0	302.3 ± 5.9
after 1weeks	344.4 ± 14.1	336.5 ± 11.7	349.2 ± 13.8	346.4 ± 12.0
after 2weeks	373.4 ± 18.0	358.9 ± 13.0	375.8 ± 15.6	367.2 ± 18.3
after 3weeks	406.5 ± 23.5	390.6 ± 19.8	401.4 ± 18.8	392.2 ± 23.8
after 4weeks	437.7 ± 25.3	414.4 ± 20.4	428.6 ± 30.1	416.0 ± 26.1

All values are expressed as mean ± SD

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

Table 20. Change of body weight of female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks (Unit : g)

	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
exposure day	206.6 ± 5.8	206.5 ± 5.6	206.7 ± 5.0	206.8 ± 5.3
after 1weeks	234.7 ± 5.2	232.6 ± 7.3	232.3 ± 5.9	228.5 ± 8.4
after 2weeks	245.7 ± 8.0	239.9 ± 7.0*	238.0 ± 5.5*	240.1 ± 5.6*
after 3weeks	263.4 ± 11.3	250.0 ± 5.5*	248.9 ± 5.3*	247.4 ± 7.4*
after 4weeks	273.7 ± 10.4	272.4 ± 9.6	261.6 ± 11.9	253.5 ± 11.4*

All values are expressed as mean ± SD

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

마. 병리검사

(1) 장기중량

부검 후 장기를 적출하여 각 폭로군별, 각 장기별로 평균무게(절대무게)를 측정하여 table 21 및 table 22에 표시하였다. Reactive Red 195가 10 mg/m³ 폭로된 수컷 랫드에서는 신장에서 유의한 감소를 보였고 (P<0.05), Reactive Red 195가 40 mg/m³ 폭로된 수컷 랫드에서는 폐와 신장에서 유의한 감소 (P<0.05)를 보였다. 그러나 Reactive Red 195가 160 mg/m³ 폭로된 고농도군의 수컷 랫드에서는 유의한 변화가 없었다. 암컷 랫드에서는 모든 시험군의 장기 무게에서 유의한 변화를 보이지 않았다.

Table 23에서 보는 바와 같이, 절대장기무게를 체중에 대한 장기무게의 비율로 계산한 상대장기무게에서는 Reactive Red 195가 10 mg/m³ 폭로된 수컷 랫드의 오른쪽 부신과 Reactive Red 195가 40 mg/m³ 폭로된 수컷 랫드에서는 오른쪽 폐와 왼쪽 신장에서 유의한 감소(P<0.05)를 보였으나, 고농도 폭로군인 Reactive Red 195가 160 mg/m³ 폭로된 수컷 랫드에서는 모든 장기에서 유의한 변화가 없었다. table 24에서 보는 바와 같이 모든 암컷 시험군의 랫드의 상대장기무게에서는 유의한 변화가 없었다

Table 21. Absolute organ weight of male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks (Unit : mg)

Organ	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
Thymus	566.4 ± 117.79	472.4 ± 97.08	414.0 ± 53.25	474.4 ± 108.38
Adrenal R	28.8 ± 5.07	33.2 ± 1.30	31.4 ± 4.62	31.0 ± 2.83
Adrenal L	33.8 ± 3.96	32.6 ± 3.78	33.0 ± 4.90	33.0 ± 5.66
Testis R	1743.8 ± 105.18	1794.6 ± 108.31	1675.8 ± 138.45	1681.6 ± 119.20
Testis L	1726.4 ± 170.09	1772.4 ± 89.79	1677 ± 123.31	1723.4 ± 99.58
Heart	1299.2 ± 88.94	1210.2 ± 105.41	1165.6 ± 68.89	1214.2 ± 30.43
Lung R	1109.4 ± 89.96	1036.2 ± 82.67	933.0 ± 83.33*	1037.8 ± 58.64
Lung L	547.0 ± 46.27	502.8 ± 19.84	470.2 ± 38.41*	507.8 ± 40.87
Kidney R	1436.2 ± 68.72	1270.6 ± 64.75*	1296.6 ± 41.76*	1441.4 ± 114.54
Kidney L	1431.2 ± 96.15	1245.4 ± 82.67*	1250.0 ± 70.24*	1429.6 ± 119.57
Spleen	845.6 ± 83.09	720.8 ± 110.73	711.4 ± 80.96	696.6 ± 121.19
Liver	12176 ± 1431.3	10336.2 ± 681.6	10728.4 ± 1178.1	10581.8 ± 612.1
Brain	2043.6 ± 46.54	2165.2 ± 132.02	2089.2 ± 71.15	2080.8 ± 66.42

All values are expressed as mean ± SD

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

Table 22. Absolute organ weight of female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks (Unit : mg)

Organ	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
Thymus	367.8 ± 45.85	380.4 ± 48.98	360.8 ± 52.91	370.0 ± 40.87
Adrenal R	37.4 ± 4.04	36.2 ± 4.32	37.8 ± 1.92	34.8 ± 4.38
Adrenal L	37.2 ± 6.30	34.0 ± 3.54	38.6 ± 4.56	38.2 ± 3.11
Ovary R	81.6 ± 10.01	76.6 ± 3.44	75.8 ± 11.43	79.2 ± 10.18
Ovary L	75.4 ± 11.59	70.8 ± 12.85	72.4 ± 12.18	70.0 ± 4.64
Heart	873.8 ± 63.79	829.8 ± 32.41	847.6 ± 27.68	852.4 ± 34.17
Lung R	815.0 ± 72.53	805.2 ± 81.91	773.4 ± 34.88	750.2 ± 37.01
Lung L	409.2 ± 20.57	388.2 ± 12.54	380.4 ± 28.20	409.4 ± 28.12
Kidney R	842.2 ± 57.03	835.8 ± 71.91	841.0 ± 65.30	874.0 ± 75.36
Kidney L	850.0 ± 40.03	805.8 ± 77.24	816.4 ± 34.46	842.2 ± 64.95
Spleen	542.4 ± 90.62	551.4 ± 58.87	494.6 ± 42.86	474.4 ± 9.13
Liver	7211.6 ± 760.9	7046.4 ± 376.6	7029.6 ± 562.8	6730.8 ± 241.8
Brain	1962.6 ± 113.20	1948.8 ± 103.79	1950.8 ± 22.37	1972.8 ± 90.47

All values are expressed as mean ± SD.

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

Table 23. Relative organ weight of male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks (Unit : %)

Organ	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
Body weight	437.7 ± 225.3	414.4 ± 20.4	428.6 ± 30.1	416.0 ± 26.1
Thymus	0.13 ± 0.03	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.11 ± 0.02
Adrenal R	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.00*	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Adrenal L	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Testis R	0.40 ± 0.04	0.43 ± 0.03	0.39 ± 0.03	0.41 ± 0.03
Testis L	0.40 ± 0.05	0.43 ± 0.02	0.39 ± 0.02	0.42 ± 0.02
Heart	0.30 ± 0.01	0.29 ± 0.02	0.27 ± 0.02	0.29 ± 0.01
Lung R	0.25 ± 0.03	0.25 ± 0.01	0.22 ± 0.02*	0.25 ± 0.02
Lung L	0.13 ± 0.02	0.12 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.12 ± 0.01
Kidney R	0.33 ± 0.02	0.31 ± 0.02	0.30 ± 0.02	0.35 ± 0.02
Kidney L	0.33 ± 0.02	0.30 ± 0.01	0.29 ± 0.02*	0.34 ± 0.02
Spleen	0.19 ± 0.02	0.17 ± 0.02	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.03
Liver	2.78 ± 0.22	2.19 ± 0.09	2.50 ± 0.13	2.55 ± 0.10
Brain	0.47 ± 0.02	0.52 ± 0.04	0.49 ± 0.03	0.50 ± 0.03

All values are expressed as mean ± SD.

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

Table 24. Relative organ weight of female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks (Unit : %)

Organ	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
Body weight	273.7 ± 10.4	272.4 ± 9.6	261.6 ± 11.9	253.5 ± 11.4
Thymus	0.13 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.14 ± 0.02	0.15 ± 0.01
Adrenal R	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Adrenal L	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Ovary R	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
Ovary L	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.00
Heart	0.32 ± 0.02	0.31 ± 0.02	0.32 ± 0.02	0.34 ± 0.02
Lung R	0.30 ± 0.02	0.30 ± 0.03	0.30 ± 0.02	0.30 ± 0.01
Lung L	0.15 ± 0.01	0.14 ± 0.00	0.15 ± 0.02	0.16 ± 0.01
Kidney R	0.31 ± 0.02	0.31 ± 0.02	0.32 ± 0.02	0.35 ± 0.03
Kidney L	0.30 ± 0.01	0.30 ± 0.03	0.31 ± 0.02	0.33 ± 0.03
Spleen	0.20 ± 0.30	0.20 ± 0.02	0.19 ± 0.02	0.19 ± 0.01
Liver	2.63 ± 0.18	2.59 ± 0.10	2.68 ± 0.13	2.66 ± 0.12
Brain	0.72 ± 0.02	0.72 ± 0.04	0.75 ± 0.04	0.78 ± 0.05

All values are expressed as mean ± SD.

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

(2) 혈액 및 혈액생화학검사

시험물질 Reactive Red 195 폭로를 종료하기 하루 전에 절식시킨 후, 에틸에테르(ethyl ether)로 마취하고, 복대동맥에서 혈액을 채취하여 혈액 및 혈액생화학검사를 하였다. 혈액검사 검사결과는 table 25, table 26에서 보는 바와 같이 수컷 랫드의 모든 시험군과 암컷 랫드의 모든 시험군에서 유의한 변화를 보이지 않았다.

혈액생화학검사에서는 table 27에서 보는 바와 같이 수컷 랫드의 모든 시험군에서 혈액생화학적으로 유의한 변화를 보이지 않았다. 암컷 랫드에서는 table 28에서 보는 바와 같이 Reactive Red 195가 10mg/m³ , 40mg/m³ 폭로된 암컷 랫드에서 총단백질(TP)의 유의한 감소(P<0.05)를 보였으나, 다른 혈액생화학적 지수에서는 유의한 변화를 보이지 않았다.

Table 25. Hematological results in male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
WBC	4.4 ± 1.91	6.3 ± 2.89	5.0 ± 1.30	6.2 ± 2.07
RBC	7.4 ± 0.35	7.6 ± 0.07	7.3 ± 0.32	7.8 ± 0.28
HGB	14.2 ± 0.45	14.4 ± 0.25	13.9 ± 0.60	14.8 ± 0.76
HCT	41.9 ± 1.24	42.7 ± 0.51	40.6 ± 1.63	43.2 ± 1.82
MCV	56.6 ± 1.91	56.2 ± 0.88	55.7 ± 1.24	55.2 ± 1.33
MCH	19.1 ± 0.36	18.9 ± 0.30	19.1 ± 0.58	18.9 ± 0.48
MCHC	33.8 ± 0.97	33.7 ± 0.38	34.2 ± 0.63	34.3 ± 1.19
PLT	1100.2 ± 118.27	1000 ± 89.05	1078.0 ± 132.60	1095.2 ± 65.97

All values are expressed as mean ± SD.

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

WBC, white blood cell count (10³/mm³); RBC, red blood cell count (10⁶/mm³); HGB, hemoglobin (g/dl); HCT, hematocrit (%); MCV, mean corpuscular volume (μ³); MCH, mean corpuscular hemoglobin (pg); MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration (%); PLT, platelet (10³/μ³)

Table 26. Hematological results in female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

Items	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
WBC	7.2 ± 1.54	7.4 ± 1.60	8.4 ± 2.38	7.3 ± 3.03
RBC	8.0 ± 0.33	8.3 ± 0.25	8.2 ± 0.38	7.9 ± 0.48
HGB	14.9 ± 0.43	15.2 ± 0.58	15.0 ± 0.75	14.7 ± 1.03
HCT	45.0 ± 1.60	46.0 ± 1.73	44.5 ± 2.20	44.1 ± 3.31
MCV	56.2 ± 1.81	55.5 ± 1.72	54.4 ± 0.98	55.7 ± 2.44
MCH	18.6 ± 0.43	18.4 ± 0.65	18.3 ± 0.23	18.5 ± 0.63
MCHC	33.1 ± 0.53	33.1 ± 0.52	33.6 ± 0.36	33.3 ± 0.51
PLT	1057.4 ± 109.57	1024.6 ± 35.43	1048.0 ± 57.66	988.2 ± 92.43

All values are expressed as mean ± SD.

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

WBC, white blood cell count (10³/mm³); RBC, red blood cell count (10⁶/mm³); HGB, hemoglobin (g/dl); HCT, hematocrit (%); MCV, mean corpuscular volume (μ³); MCH, mean corpuscular hemoglobin (pg); MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration (%); PLT, platelet (10³/μ³)

Table 27. Biochemical results in male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

Items	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
TP	6.0 ± 0.22	6.1 ± 0.16	6.3 ± 0.12	6.1 ± 0.33
BUN	13.0 ± 1.39	13.9 ± 1.78	15.5 ± 1.13	13.7 ± 1.99
CRTN	0.6 ± 0.04	0.6 ± 0.04	0.6 ± 0.08	0.6 ± 0.04
T-BIL	0.2 ± 0.05	0.2 ± 0.05	0.2 ± 0.04	0.2 ± 0.0
GLU	159.0 ± 14.58	149.2 ± 9.20	142.8 ± 17.96	142.2 ± 17.68
T-CHO	55.4 ± 13.11	50.4 ± 9.29	49.0 ± 6.0	47.8 ± 6.65
AST	91.6 ± 18.43	101.8 ± 13.48	107.4 ± 19.63	98.2 ± 8.20
ALT	32.6 ± 9.63	35.6 ± 5.94	41.4 ± 5.68	33.4 ± 5.50
ALP	244.0 ± 34.62	273.8 ± 51.30	298.4 ± 22.71	287.0 ± 16.58
LDH	483.8 ± 423.0	543.0 ± 324.57	593.2 ± 429.26	366.4 ± 331.38

All values are expressed as mean ± SD.

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

TP, total protein (mg/dL); BUN, urea nitrogen in blood (mg/dL); CRTN, creatinine (mg/dL); T-BIL, total bilirubin (mg/dL); GLU, glucose (mg/dL); T-CHO, total cholesterol (mg/dL); AST, aspartate aminotransferase (IU/L); ALT, alanine aminotransferase (IU/L); ALP, alkaline phosphatase (IU/L); LDH, lactic dehydrogenase (IU/L)

Table 28. Biochemical results in female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

Items	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
TP	6.9 ± 0.08	6.4 ± 0.18*	6.6 ± 0.15*	6.7 ± 0.18
BUN	14.3 ± 2.93	15.2 ± 1.81	14.3 ± 1.76	16.4 ± 2.39
CRTN	0.7 ± 0.0	0.7 ± 0.05	0.6 ± 0.05	0.6 ± 0.05
T-BIL	0.2 ± 0.04	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.04	0.2 ± 0.05
GLU	128.6 ± 13.32	132.0 ± 8.97	123.6 ± 9.99	120.6 ± 10.90
T-CHO	69.8 ± 11.39	72.0 ± 13.32	71.0 ± 12.10	65.6 ± 12.18
AST	88.8 ± 6.91	98.0 ± 18.69	82.6 ± 5.18	98.4 ± 23.78
ALT	34.2 ± 1.79	40.0 ± 8.46	31.6 ± 4.51	33.0 ± 6.36
ALP	140.0 ± 50.40	141.8 ± 28.98	147.0 ± 35.73	153.0 ± 26.82
LDH	247.4 ± 90.86	233.2 ± 121.66	207.4 ± 129.17	267.8 ± 273.67

All values are expressed as mean ± SD.

Significant differences as compared with control: * p < 0.05

TP, total protein (mg/dL); BUN, urea nitrogen in blood (mg/dL); CRTN, creatinine (mg/dL); T-BIL, total bilirubin (mg/dL); GLU, glucose (mg/dL); T-CHO, total cholesterol (mg/dL); AST, aspartate aminotransferase (IU/L); ALT, alanine aminotransferase (IU/L); ALP, alkaline phosphatase (IU/L); LDH, lactic dehydrogenase (IU/L)

(3) 육안 및 병리조직검사

Table 29와 table 30에서 보는 바와 같이, 대조군을 포함한 모든 동물의 각 장기에 대한 육안검사결과에서 시험물질에 의한 특이한 병변은 관찰되지 않았다.

병리조직검사 결과, figure 5에서 보는 바와 같이 시험물질 Reactive Red 195이 고농도로 폭로된 160mg/m³ 폭로군의 모든 시험동물의 폐에서 macrophage 가 시험물질 Reactive Red 195 particles을 탐식하고 있는 것이 몇 군데에서 발견되었으나, 병변으로 발전하지는 않은 상태로 보였고, 비강이나 기관, 기관지 등의 호흡기에서는 Reactive Red 195 particles이 전혀 보이지 않았다. table 31에서 보는 바와 같이 수컷 랫드의 경우 전군의 시험동물에서 폐의 폐포세포 증식(alveolar cells hyperplasia)이 나타났다. 이러한 현상은 대조군을 포함한 시험동물 전체에 나타나는 현상으로 미루어 시험물질에 의한 영향은 아니라고 판단되었다. 다른 장기에서도 시험물질에 의한 특이한 병변이 발견되지 않았다. table 32에서 보는 바와 같이 암컷 랫드의 경우에도 전군의 시험동물에서 폐의 폐포세포 증식(alveolar cells hyperplasia)이 나타났으나 시험물질 농도의존적이지 않고, 대조군을 포함한 전군에서 나타나는 것으로 미루어 시험물질에 의한 영향은 아니라고 판단되었다. 암컷 랫드의 경우 160 mg/m³ 폭로군의 간에서 granulation 이 1례가 나타났고, 대조군의 신장에서 mineralization 이 1례가 나타났다.

Table 29. Gross findings of necropsy in male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

Organ	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
No. of males	5	5	5	5
Thymus	N	N	N	N
Adrenal	N	N	N	N
Testis	N	N	N	N
Heart	N	N	N	N
Lung	N	N	N	N
Kidney	N	N	N	N
Spleen	N	N	N	N
Liver	N	N	N	N
Brain	N	N	N	N

N : No gross findings

Table 30. Gross findings of necropsy in female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

Organ	Group 0 (Control)	Group 1 (10 mg/m ³)	Group 2 (40 mg/m ³)	Group 3 (160 mg/m ³)
No. of female	5	5	5	5
Thymus	N	N	N	N
Adrenal	N	N	N	N
Ovary	N	N	N	N
Heart	N	N	N	N
Lung	N	N	N	N
Kidney	N	N	N	N
Spleen	N	N	N	N
Liver	N	N	N	N
Brain	N	N	N	N

N : No gross findings

Table 31. Histopathological findings in male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

	Group 0	Group 1	Group 2	Group 3
	Control	(10 mg/m ³)	(40 mg/m ³)	(160 mg/m ³)
No. of males	5	5	5	5
Brain	N	N	N	N
Pituitary	N	N	N	N
Nasal cavity	N	N	N	N
Thymus	N	N	N	N
Trachea	N	N	N	N
Lung				
- Alveolar cells hyperplasia	3/5	2/5	3/5	3/5
Esophagus	N	N	N	N
Thyroid	N	N	N	N
Parathyroid	N	N	N	N
Stomach	N	N	N	N
Heart	N	N	N	N
Liver	N	N	N	N
Spleen	N	N	N	N
Kidney	N	N	N	N
Adrenal	N	N	N	N
Testis	N	N	N	N
Epididymis	N	N	N	N
Urinary Bladder	N	N	N	N

N : No histopathological finding

Table 32. Histopathological findings in female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

	Group 0	Group 1	Group 2	Group 3
	Control	(10 mg/m ³)	(40 mg/m ³)	(160 mg/m ³)
No. of females	5	5	5	5
Brain	N	N	N	N
Pituitary	N	N	N	N
Nasal cavity	N	N	N	N
Thymus	N	N	N	N
Trachea	N	N	N	N
Lung				
- Alveolar cells hyperplasia	1/5	3/5	3/5	1/5
Esophagus	N	N	N	N
Thyroid	N	N	N	N
Parathyroid	N	N	N	N
Stomach	N	N	N	N
Heart	N	N	N	N
Liver				
- Granulation	N	N	N	1/5
Spleen	N	N	N	N
Kidney				
- Mineralization	1/5	N	N	N
Adrenal	N	N	N	N
Ovary	N	N	N	N
Uterus	N	N	N	N
Urinary Bladder	N	N	N	N

N : No histopathological finding

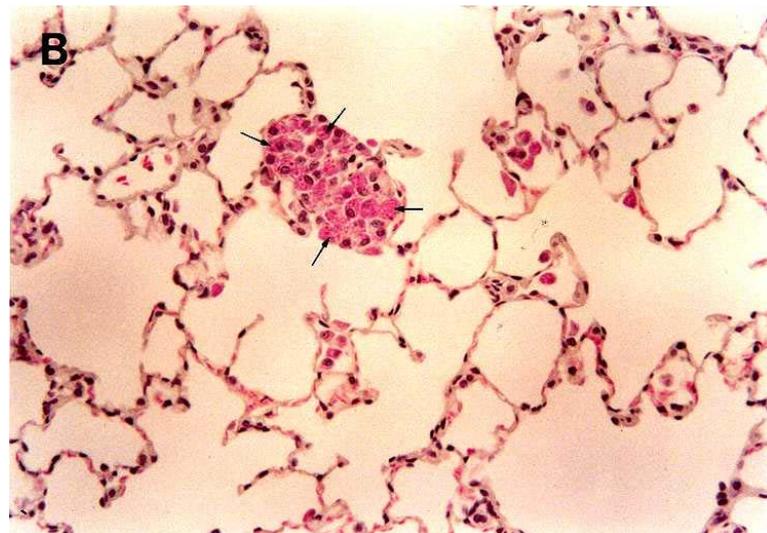
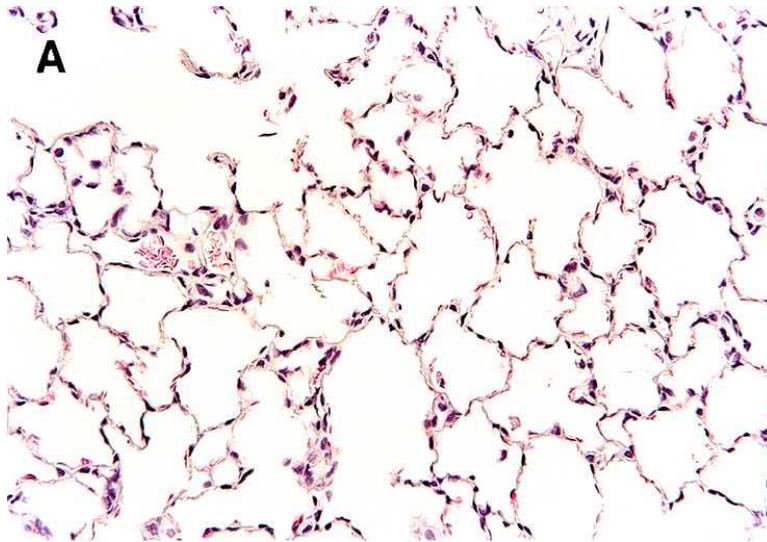


Figure 5. Reactive Red 195 dyes particles in the alveolar region. A, control(200x); B, exposed Reactive Red 195 dyes 160 mg/m³ (200x). Allows indicate alveolar macrophages. Note Reactive Red 195 dyes particles ingested alveolar macrophages at the alveolar region.

제 4장 결론 및 고찰

분진이 건강에 미치는 영향은 분진의 특성에 따라 크게 다르게 나타난다 (Liddell, 1991., 粉塵障害防止規則解説, 1999). 분진이 생체에 미치는 영향에 대한 주요 변수로는 1) 분자의 농도 2) 공기 역학적 특성 3) 입자경 분포 4) 화학조성 5) 폐내 구성 6) 결정구조 7) 기하형성 8) 표면상태 등으로 구분할 수 있다.

분진은 입자경과 밀도, 낙하속도 관계는 아래의 식과 같이 나타낼 수 있으며 밀도가 1 g/cm^3 이고, 크기가 $10 \mu\text{m}$ 일 경우 낙하속도는 대체로 3 m/sec 정도가 된다 (粉体工学概論, 1998).

$$v=3.0 \times 10^{-2} \times D^2$$

단, v 는 분자의 낙하속도 (mm/sec), D 는 공기역학적 직경 (μm)

분진은 주로 호흡기를 통하여 흡수되며, 분진의 직경 (크기)에 따라 흡수 경로 및 침착율이 변하게 된다. 사람의 비강에서는 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ 크기의 분진이 흡착되며 폐에서는 입자크기가 $0.01 \mu\text{m}$ (60%수준) $\sim 10 \mu\text{m}$ (15%수준), 기관지의 경우 $0.01 \mu\text{m}$ (30%수준) $\sim 10 \mu\text{m}$ (5%수준) 크기의 물질들이 잘 흡착된다 (ICRP, 1966., 粉体工学概論, 1998, warheit, 1993., Holt, 1987). 본 시험에 사용된 Reactive Red 195는 비산방지제 등의 첨가제를 제외한 상태에서 분진의 크기가 대부분이 $10 \mu\text{m}$ 이상이므로 이 시험물질은 사람의 비강이나 점막부에는 침착이 가능한 물질($0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 크기) 이나, 폐내에 침착될 확률은 낮

은 물질임을 알 수 있다. Stanton (1977)나 Pott (1974)는 동물실험에서 섬유상 물질의 경우 직경이 $0.25 \mu\text{m}$ 이하로써 길이가 $8 \mu\text{m}$ 이상의 가늘고 긴 섬유가 더 많은 종양을 발생시켰다고 보고한 바 있다.

분진은 주로 호흡기관을 통하여 침입하는데, 생체내 방어기전인 비강이나, 기관의 점액섬모운동에 의해 분진은 역으로 배출시키거나 비강이나 폐의 cytochrome P450 에 의해 대사되며, 침입한 분진의 화학물질이 혈액을 통하여 전신에 전달되면 화학물질의 독성에 따라 표적 장기에 영향을 미치기도 한다 (伊東信行, 1993, 前川昭彦, 林裕造, 1991).

본 연구에서 사용된 Reactive Red 195는 수용성 아조계 염료로써 일반적으로 비중이 낮아 쉽게 비산될 수 있는 물질이나 작업현장에서는 근로자들의 피폭을 최소화하기 위한 특수 열처리 및 비산 방지제 등을 첨가하여 비산이 되지 않도록 하고 있다. 특히 본 물질은 흡습성이 있어 대기중의 수분을 흡수하여 뭉치는 특성을 갖고 있어 흡입독성 시험물질로서 균일한 농도를 유지하기 위한 농도 관리에 어려움이 있었다.

Reactive Red 195를 챔버내에 균일하게 분사하기 위해서 turn table 및 air jet식 발생기 (Model No. DF-3, SIBATA Co. LTD., Japan)을 사용하였다. 대체로 챔버내 균일한 분사가 이루어 졌음을 알 수 있으나 고농도 폭로일 경우 일부 시험물질이 덩어리 모양 상태로 분사되어 농도에 큰 영향 (계획농도의 $\pm 37.99 \sim \pm 61.48 \%$)을 미쳤다. 그러나 4주간의 평균농도는 계획농도의 3 % 범위 내에서 시험물질이 시험동물에 노출되었다.

본 시험에 사용된 실험동물인 랫드는 분진의 크기가 $2.5 \mu\text{m}$ 이상이면 대부분의 입자는 폐에는 도달하지 못하고 비강이나 기관에 침착된다 (伊東信行, 1993). 랫드의 경우 비강에 침착된 분진의 clearance 속도가 2.3 mm/min 이고 (Wolff, R. K, 1992) 비강의 전장이 23mm 정도이므로 (Schreider, J. P. 1983)

10분이면 비강내에서 clearance가 일어나고, 기관에서는 clearance 속도가 1.9-5.9 mm/min 이고 (Wolff, R. K.,1992) 기관의 전장이 32mm 정도이므로 (Phalen, R. F.,1984) 5분 -15분이면 clearance 가 일어난다. 역으로 배출된 분진은 인두를 통하여 식도, 위로 들어가게 된다. 본 연구의 시험물질인 Reactive Red 195의 분진 크기는 대부분 10 μm 이상이고 4 주간 시험물질에 폭로되었으나, 시험동물의 비강이나, 기관 등에서는 시험물질의 분진이 전혀 침착되어 있지 않았다. 그 이유는 비강이나 기관의 점액섬모운동에 의해 시험물질이 15분 이내에 clearance 되어서 식도나 위로 넘어 가거나, 시험물질이 수용성이므로 즉시 녹아서 혈액으로 침투되어서 호흡기관에는 보이지 않은 것으로 판단된다. 그러나 Reactive Red 195 분진이 160 mg/m³ 폭로된 군에서는 모든 시험동물의 폐에서 Reactive Red 195 분진 macrophage에 탐식되어 있는 것을 발견할 수 있었다. 이는 고농도의 Reactive Red 195 분진 중 일부 2.5 μm 이하의 미세한 분진이 폐에까지 침투하였고, 침투된 염료분진을 macrophage가 계속 탐식하던 중 부검시까지 폐 속에 남아 있었던 것으로 판단된다. 화학물질 분진이 호흡기를 통하여 폭로되었을 때 비강에 주로 나타나는 일차성병변은 섬모의 소실, 변성, 괴사, 염증 등이고, 저농도로 폭로되었을 때에는 일차성병변의 회복되고, 상해의 정도가 강해지면 적응성 변화로 편평상피화생, 호흡상피화생, 편평상피증생 등의 조직변화가 일어나고, 장기간 폭로되면 암으로 발전된다 (伊東信行, 1993). 본 시험물질은 수용성 염료이므로 전신에 영향을 미쳤을 것으로 판단되어 모든 조직에 대한 병리조직검사 및 혈액생화학적인 검사, 임상 관찰 등을 수행하였으나 시험물질에 의한 병리 소견은 보이지 않았다.

제 5 장 참고문헌

1. 기술표준원, 화학 생물산업의 발전을 위한 안전유해성 평가기술세미나 자료, 2000.
2. 노동부, '98 산업재해분석, 1999.
3. 노동부, 산업안전보건법, 2000.
4. 통계청, 1996광공업통계조사보고서, 1997.
5. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 업종별 산업보건편람 및 표준공정분류체계개발, p.229-243, 1999.
6. 한국생산기술연구원, 섬유제품 에코라벨의 현황과 전망, 2000.
7. 한국염료안료공업협동조합, 1999년 염료생산실적, 2000
8. 화학물질 유해성 시험연구기관의 지정등에 관한 규정, 환경부, 1999.
9. 粉体工學概論, 粉体工學情報セクター, p.239-244, 1998.
10. 粉塵障害防止規則解説, 日本中央労働災害防止協會, 1999.
11. 伊東信行, 最新毒性病理學, 中山書店, p. 85-104, 1993.
12. 前川昭彦, 林裕造, 毒性病理學, 地人書館, p. 229-255, 1991.
13. Gary A. Boorman, Scot L. Eustis, et al.: Pathology of the Fischer Rat, p. 315-365.1993.
14. Holt. P. F.: "Inhalalid Dust and Disease", p.325, *John Wiley & Sons*, 1987.
15. International Commission on Radilological protection (ICRP): Health Physics, *Pergamon Press*, 12, 173, 1966.

16. Kasuke Nagano, Makoto Enomoto, Katuhiko Yamanouchi, Shigetoshi Aiso, and Taku Katagiri: Toxicologic pathology of upper respiratory tract, *J. toxicol pathol*, 1, 115-127. 1988
17. Liddell, D. and Miller, K.: "Mineral Fibers and Health", p.381, 1991.
18. Pott, F., et al.: *Environ. Health perspect.*, 9, 313, 1974.
19. Phalen, R. F., *Inhalation Studies: Foundations and Techniques*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1984.
20. Schreider, J. P., *Nasal Tumors in Animals and Man*, vol. III, *Experimental Nasal Carcinogenesis*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1983
21. Stanton, M. F., et al.: *J. Natl. Cancer Inst.*, 58, 587, 1997.
22. Warhait, E. B.: "Fiber Toxicology" *Academic Press*, p.526, 1993.
23. Wolff, R. K., *Treatise on Pulmonary Toxicology*, vol. I, *Comparative Biology of the Normal Lung*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1992

Appendix 1. Analysis of dyes toxicity information on 92 MSDS of 7 companies.

Company	Dye stuffs	C.I.Generic name	C.A.S. No.	Inhalation toxicity	Other toxicity information
RF	Rifafix Red 3BN(S)	Reactive Red 195			
RF	Rifafix Red 3BN	Reactive Red 195			
RF	Rifafix Red 3BN 150	Reactive Red 195			
RF	Rifafix Yellow 3RN	Reactive Yellow 145			
RF	Rifafix Navy Blue 2GN	Reactive Blue 253			
RF	Rifazol Black GSP 120	Reactive Black 5& mixed			
RF	Rifazol Black B 150	Reactive Black 5			
RF	Rifazol Black GR Conc(R)	Reactive Black 5 & mixed			
RF	Rifazol Black B	Reactive Black 5			
RF	Rifacion Yellow H-E4R	Reactive Yellow 84	61951-85-7		
RF	Rifacion Red H-E3B	Reactive Red 120	61951-82-4		
RF	Rifacion Navy Blue H-ER	Reactive Blue 171	77907-32-5		
RF	Rifalon Turquoise Blue S-GL200	Disperse Blue 60	12217-80-0		
RF	Rifalon Blue E-FBL	Disperse Blue 56	31810-89-6		
RF	Rifalon Navy Blue S-GL Conc	Disperse Blue 79	12239-34-8		
RF	Rifalon Navy Blue S-BGF300	Disperse Blue291-1, Orange 76			

Company	Dye stuffs	C.I.Generic name	C.A.S. No.	Inhalation toxicity	Other toxicity information
RF	Rifalon Red E-FBL200	Disperse Red 60			
RF	Rifalon Black S-XNF300	Disperse			
RF	Rifalon Navy Blue S-EF Conc	Disperse Blue 291, Orange 76			
RF	Rifalon Black S-RFD Paste	Disperse			
RF	Rifalon Black S-RH Paste	Disperse			
RF	Rifalon Black S-EX Paste 150	Disperse			
RF	Acid Fast Blue E-AGG 200	Acid Blue 40	6262-07-3		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
RF	Acid Fast Black M-B Cone	Acid Black 29	12217-14-0		
RF	Acid Fast Red S2B	Acid Red 128	6548-30-7		IARC (Group-2)
RF	Acid Fast Red E-BL	Acid Red 57	12217-34-4		
TH	Apollozol Black B-11	Reactive Black 5	17095-24-8		LD50 Oral-rat 75,000mg/kg
TH	Apollozol T/Q Blue G	Reactive Blue 21	12236-86-1		LD50 Oral-rat 13,500mg/kg
TH	Apollozol Brilliant Blue R	Reactive Blue 19	2580-78-1		LD50 Oral-rat 13,500mg/kg
TH	Apollozol Black DEP	Reactive Orange 72, Black B	71902-15-3 17095-24-8		LD50 Oral-rat 3,100mg/kg LD50 Oral-rat 14,000mg/kg
TH	Apollozol Green 6B	Reactive Blue 38	12236-90-7		LD50 Oral-rat 13,500mg/kg
TH	Apollozol Navy Blue BFG	Reactive Blue 203	147826-71-9		LD50 Oral-rat 13,500mg/kg

Company	Dye stuffs	C.I.Generic name	C.A.S. No.	Inhalation toxicity	Other toxicity information
TH	Apollozol Yellow RF	Reactive Orange 107	90597-79-8		LD50 Oral-rat 3,100mg/kg LD50 Oral-rat 14,000mg/kg
TH	Apollozol Yellow GR	Reactive Yellow 15	12226-47-0		LD50 Oral-rat 710,100mg/kg
TH	Apollozol Black DEN	Reactive Black			LD50 Oral-rat 31,000mg/kg
TH	Apollozol Black DEX Liquid	Reactive Black			LD50 Oral-rat 75,000mg/kg
TH	Apollozol Black B Liquid	Reactive Black 5	17095-24-8		LD50 Oral-rat 75,000mg/kg
TH	Apollozol Black EXR Liquid	Reactive Black			
TH	Apollozol Black FW Liquid	Reactive Black			LD50 Oral-rat 31,000mg/kg
TH	Apollozol Black FWB Liquid	Reactive Black			
TH	Apollozol Black P-BK Liquid	Reactive Black			LD50 Oral-rat 75,000mg/kg
KI	Synolon Red K-FB	Disperse Red 60	17418-58-5		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon T/Q Blue K-GLF	Disperse Blue 60	12217-80-0		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Red F3BS(S)	Disperse Red 343	99035-78-6		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Violet K-2RE	Disperse Violet 28	81-42-5		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Violet K-RLE	Disperse Violet 27	19286-75-0		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Bordeaux K-FB	Disperse Violet 26	6408-72-6		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Violet RL	Disperse Violet 28	81-42-5		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Yellow K-6GLS	Disperse Yellow 114	61968-66-9		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Yellow K-4G	Disperse Yellow 211	70528-90-4		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg

Company	Dye stuffs	C.I.Generic name	C.A.S. No.	Inhalation toxicity	Other toxicity information
KI	Synolon Red ENF	Disperse Red 60, Red 146			LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synolon Yellow ENF	Disperse Yellow 64, Yellow 54			LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synocion Blue H-EGN	Reactive Blue 198	124448-55-1		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synocion Blue H-ERD	Reactive Blue 160	71872-76-9		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synocion Red HE-3B	Reactive Red 120	61951-82-4		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	Synozol Yellow 2GE	Reactive			
KI	Synozol Yellow HF-4GL	Reactive			LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	SYNO White SNB-cone	Fluorescent Brightener	12224-07-6		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
KI	SYNO WHITE AS CONE	Fluorescent Brightener			LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLACK MAW	Disperse Blue 291-1, Violet 93, Orange 76	51868-46-3, 52697-38-8, 13301-61-6		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLACK S-EF150%	Disperse Orange 61, Blue 291-1, Violet 93	55281-26-0, 51868-46-3, 52697-38-8		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLK L-SR 150	Disperse Orange 76, Violet 93, Blue 291, Orange 73	13301-61-6, 52697-38-8, 56548-64-2, 40690-89-9		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLK CV-SE 300	Disperse Orange 31, Violet 93, Blue 291-1, Yellow 119	68391-42-4, 52697-38-8, 51868-46-3, 49744-25-4		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg

Company	Dye stuffs	C.I.Generic name	C.A.S. No.	Inhalation toxicity	Other toxicity information
LG	Lumacron Navy CVSE 300	Disperse Blue 291-1, Violet 93, Brn 19,	51868-46-3, 52697-38-8, 59709-38-5		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron Navy S-EF 300	Disperse Violet 93, Blue 291-1, Orange 61	52697-38-8, 51868-46-3, 55281-26-0		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLK L-SB 150	Disperse Orange 76, Violet 93, Blue 291, Orange 73	13301-61-6, 52697-38-8, 56548-64-2, 40690-89-9		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLK L-NP 150	Disperse Orange 76, Violet 93, Blue 291, Orange 73	13301-61-6, 52697-38-8, 56548-64-2, 40690-89-9		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLACK EXD-SF 300%	Disperse Orange 76, Blue 291-1, Violet 93,	13301-61-6, 51868-46-3, 52697-38-8		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLACK EXN-SF 300%	Disperse Blue 291-1, Violet 93, Orange 76	51868-46-3, 52697-38-8, 13301-61-6		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron Black KSL	Disperse Blue 79, Orange 30, Brown 1	12239-34-8, 5261-31-4, 23355-64-8		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron Red F3BS 100%	Disperse Red 343	68385-96-6		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron NAVY S2GL CONC	Disperse Blue 79	3618-72-2		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
LG	Lumacron BLK RD-3G	Disperse Orange 76, Violet 93, Blue 291, Red 54	13301-61-6, 52697-38-8, 56548-64-2, 6021-61-0		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg

Company	Dye stuffs	C.I.Generic name	C.A.S. No.	Inhalation toxicity	Other toxicity information
DY	Kiwalon Polyester Black MS-88	Disperse Blue 291, Orange 76			
DY	K.P. ZOL GREEN 8G	Reactive			
DY	K.P. ZOL BLACK 81	Reactive			
DY	K.P. CION Red P-4BN	Reactive 3:1			
DY	K.P. CION Yellow P-3R	Reactive Orange 12			
DY	K.P. CION Blue P-3R	Reactive Blue 49	12236-92-9		
DK	Unisol Scarlet 3GS	Reactive Red 136	32781-74-1		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
DK	Unisol Blue 3RL	Reactive Blue 50	65147-24-2		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
DK	Unifix Orange F-3GK	Reactive Orange 64	83763-57-9		LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
DK	Unisupra Yellow UF-3R 150%	Reactive Yellow 145	80175-00-2		
DK	Unisol Orange RGF	Reactive			LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
DK	Unisol NAVY Blue DB	Reactive			LD50 Oral-rat >5,000mg/kg
DK	Unisol Black GR	Reactive			
DK	Unisupra Black GSP	Reactive			
DK	Acid Red RS	Acid Red 114	3701-40-4		
DD	Acid Blue C-AGG 200%	Acid Blue 40	6424-85-7		
DD	Acid Red GRS	Acid	6459-94-5		
DD	Acid Yellow A4R	Acid Yellow 199	61931-26-8		
DD	Acid Black LD	Acid Black 172	61847-77-6		

Appendix 2. Temperature (T) and relative humidity (RH) in inhalation chamber for 4 weeks

Exposed day		Group 0 (Control)		Group 1 (10 mg/m ³)		Group 2 (40 mg/m ³)		Group 3 (160 mg/m ³)	
		T(°C)	RH(%)	T(°C)	RH(%)	T(°C)	RH(%)	T(°C)	RH(%)
1	Mean	25.6	45.7	23.9	45.9	24.2	45.7	23.9	46.25
	S.D.	0.53	4.54	1.27	5.32	1.02	5.10	1.28	5.42
2	Mean	26.2	52.6	23.7	54.1	24.1	53.4	23.5	54.5
	S.D.	0.64	2.66	1.17	4.05	0.93	4.14	1.22	4.03
3	Mean	26.3	54.0	24.1	54.9	24.5	54.3	24.0	55.2
	S.D.	0.44	3.66	1.49	3.68	1.14	3.64	1.27	3.70
4	Mean	26.7	54.9	25.4	54.7	25.5	54.5	25.0	55.3
	S.D.	0.61	2.08	1.37	1.68	1.22	1.85	1.67	1.46
5	Mean	26.9	53.8	26.4	52.9	26.4	52.6	26.2	53.1
	S.D.	0.40	1.67	0.31	1.60	0.42	1.67	0.33	1.57
6	Mean	26.6	53.7	25.1	54.0	25.2	53.9	25.1	54.7
	S.D.	0.34	2.14	1.55	3.85	1.35	4.23	1.44	4.38
7	Mean	27.3	57.5	24.7	59.7	25.1	59.4	24.5	60.2
	S.D.	0.27	1.88	1.21	2.44	0.93	2.61	1.19	2.92
8	Mean	26.8	54.8	25.3	55.0	25.2	54.8	25.1	55.7
	S.D.	0.48	2.59	1.58	2.53	1.38	2.54	1.43	2.83
9	Mean	25.6	34.0	23.0	34.9	23.2	34.9	22.7	36.0
	S.D.	0.84	9.20	1.93	9.82	1.50	9.11	1.70	9.03
10	Mean	23.8	26.3	21.3	26.7	21.8	26.9	21.4	28.3
	S.D.	0.49	3.66	1.82	4.31	1.37	4.57	1.62	4.35
11	Mean	23.3	34.7	21.8	34.7	22.0	35.0	21.3	35.7
	S.D.	0.30	4.06	1.27	4.21	1.20	3.99	1.86	4.09
12	Mean	23.1	36.9	22.6	35.8	22.8	36.1	22.7	36.5
	S.D.	0.47	6.06	0.48	6.07	0.53	5.87	0.58	5.91
13	Mean	22.6	35.6	21.1	35.5	21.4	35.7	21.1	36.3
	S.D.	0.31	5.73	1.53	5.84	1.16	5.67	1.35	5.58
14	Mean	23.5	43.1	21.2	44.2	21.2	44.0	20.9	45.2
	S.D.	0.49	5.07	1.29	5.44	0.87	5.72	1.09	5.82

Exposed day		Group 0 (Control)		Group 1 (10 mg/m ³)		Group 2 (40 mg/m ³)		Group 3 (160 mg/m ³)	
		T(°C)	RH(%)	T(°C)	RH(%)	T(°C)	RH(%)	T(°C)	RH(%)
15	Mean	24.0	47.5	21.6	49.2	21.5	48.7	21.0	50.3
	S.D.	0.31	2.99	1.12	3.61	0.82	3.21	1.10	3.97
16	Mean	23.4	49.6	20.6	52.9	20.7	52.4	20.4	54.6
	S.D.	0.41	3.61	0.95	4.50	0.62	4.80	0.83	4.40
17	Mean	23.8	51.4	21.5	53.5	21.3	53.0	20.7	54.5
	S.D.	0.39	2.83	1.00	4.08	0.75	3.96	0.96	4.05
18	Mean	23.8	45.1	22.3	45.5	22.2	45.4	22.0	46.2
	S.D.	0.51	7.95	1.47	8.60	1.16	8.07	1.27	8.41
19	Mean	24.1	42.1	23.7	41.3	23.4	41.6	23.3	42.1
	S.D.	0.48	2.30	0.43	2.22	0.33	2.00	0.47	2.05
20	Mean	24.5	58.0	23.1	58.3	23.0	58.3	22.9	58.7
	S.D.	0.60	2.96	0.92	4.52	0.61	4.47	0.76	4.48
21	Mean	25.1	61.1	22.7	63.6	22.8	63.2	22.3	64.3
	S.D.	0.35	5.11	0.85	5.76	0.66	5.54	0.82	5.98
22	Mean	25.3	59.6	22.9	61.8	22.7	61.4	22.3	62.6
	S.D.	0.49	9.92	1.12	9.67	0.82	9.66	0.83	9.73
23	Mean	23.8	33.5	21.7	34.9	21.4	35.3	21.5	36.5
	S.D.	1.12	9.36	1.62	10.34	1.27	10.59	1.76	10.01
24	Mean	23.1	41.6	21.0	42.1	20.6	42.7	20.3	43.6
	S.D.	0.80	3.53	1.01	4.29	0.97	4.63	1.35	4.52
25	Mean	23.8	47.3	22.4	47.5	21.8	47.5	21.8	48.6
	S.D.	0.52	1.64	0.94	1.16	0.83	1.24	1.05	1.22
26	Mean	23.2	43.1	23.0	41.7	22.1	42.0	22.5	42.6
	S.D.	0.30	6.83	0.32	6.84	0.38	6.68	0.38	6.89
27	Mean	22.1	35.8	20.6	35.3	20.1	36.8	20.2	37.6
	S.D.	0.65	5.18	1.35	4.97	0.69	5.56	1.16	5.70
28	Mean	22.6	40.1	20.4	41.4	20.6	42.9	19.5	43.6
	S.D.	0.85	4.82	1.79	6.86	1.44	7.30	1.72	7.03

Volume in chamber : 1,000 L

Appendix 3. Pressure (P) and Flow Rate (R) in inhalation chamber for 4 weeks
Unit : P(Pa), R(l/min)

Exposed day		Group 0 (Control)		Group 1 (10 mg/m ³)		Group 2 (40 mg/m ³)		Group 3 (160 mg/m ³)	
		P	R	P	R	P	R	P	R
1	Mean	-102.1	202.3	-88.4	200.5	-80.1	198.3	-108.5	201.9
	S.D.	0.69	0.81	16.59	1.10	15.46	0.87	22.58	1.42
2	Mean	-103.0	202.6	-88.6	200.9	-85.4	197.1	-99.4	201.3
	S.D.	0.63	0.82	15.70	1.56	15.22	1.15	24.60	1.93
3	Mean	-96.5	203.4	-86.6	200.6	-89.3	196.8	-90.8	200.8
	S.D.	24.84	1.76	16.03	1.83	17.15	1.31	19.67	2.54
4	Mean	-103.4	203.4	-95.9	198.8	-100.4	195.9	-101.4	197.6
	S.D.	0.68	0.65	0.74	0.61	0.74	0.55	0.74	0.80
5	Mean	-103.3	203.6	-95.9	198.9	-100.3	195.7	-102.1	198.0
	S.D.	0.73	0.50	0.40	0.39	0.47	0.44	0.84	0.52
6	Mean	-103.4	203.4	-86.1	200.1	-88.8	196.6	-89.6	199.2
	S.D.	0.65	0.67	16.33	1.72	17.43	1.04	19.67	1.41
7	Mean	-101.6	201.0	-85.5	199.4	-88.4	196.7	-88.2	196.4
	S.D.	1.21	1.32	15.13	1.30	15.65	1.34	17.88	1.79
8	Mean	-104.1	203.7	-86.2	199.3	-93.2	199.7	-99.5	196.1
	S.D.	1.66	1.41	16.46	1.00	15.44	3.50	31.26	196.1
9	Mean	-105.6	204.5	-87.3	198.5	-92.6	201.8	-148.7	198.5
	S.D.	0.70	0.46	15.96	0.93	16.98	1.30	4.95	4.38
10	Mean	-104.8	203.4	-93.8	199.3	-94.2	200.9	-50.0	199.0
	S.D.	2.09	2.41	18.05	1.73	16.86	1.06	0.01	1.94
11	Mean	-102.1	200.1	-109.0	201.5	-104.2	199.6	-147.8	198.2
	S.D.	0.44	0.43	0.73	0.32	0.48	0.31	6.45	1.95
12	Mean	-103.0	201.0	-109.1	201.7	-104.3	199.4	-142.7	199.6
	S.D.	0.47	0.44	0.51	0.29	0.43	0.32	14.15	0.37
13	Mean	-102.5	200.4	-98.9	202.5	-94.4	199.8	-111.5	199.1
	S.D.	1.62	1.54	17.30	1.09	16.85	1.13	66.43	3.28
14	Mean	-102.2	199.6	-95.1	200.2	-93.4	199.0	-67.4	197.6
	S.D.	0.95	0.96	18.28	1.91	17.03	1.03	39.09	2.02

Exposed day		Group 0 (Control)		Group 1 (10 mg/m ³)		Group 2 (40 mg/m ³)		Group 3 (160 mg/m ³)	
		P	R	P	R	P	R	P	R
15	Mean	-103.9	201.3	-91.2	198.0	-94.9	200.0	-90.9	197.9
	S.D.	0.70	0.56	16.47	1.16	18.19	0.93	45.95	5.24
16	Mean	-103.0	200.7	-101.0	198.2	-105.7	199.6	-99.5	199.8
	S.D.	1.69	1.58	2.64	1.38	2.24	1.16	6.17	5.36
17	Mean	-101.9	199.5	-100.1	199.0	-102.8	198.2	-100.8	202.9
	S.D.	0.49	0.61	14.43	1.12	13.77	1.63	16.08	8.15
18	Mean	-105.3	202.6	-107.5	203.1	-104.7	200.5	-117.4	210.5
	S.D.	3.44	3.60	5.63	4.93	3.04	2.83	10.01	8.45
19	Mean	-109.3	206.8	-113.5	208.5	-108.0	203.4	-108.2	202.5
	S.D.	0.61	0.62	0.48	0.59	0.49	0.80	2.32	2.24
20	Mean	-107.0	204.5	-104.4	204.8	-100.3	201.3	-99.1	202.1
	S.D.	2.58	2.36	9.33	3.50	8.98	2.13	12.60	5.53
21	Mean	-106.0	204.0	-103.0	199.8	-102.5	199.4	-103.5	200.7
	S.D.	0.58	0.45	6.13	0.33	10.05	1.28	9.70	3.58
22	Mean	-106.4	204.8	-101.8	199.8	-101.8	199.2	-108.5	200.1
	S.D.	0.33	0.72	8.10	0.44	5.54	1.27	7.22	2.01
23	Mean	-107.1	205.7	-103.1	199.5	-103.8	198.2	-106.8	201.0
	S.D.	0.72	0.66	5.24	0.50	1.94	0.76	5.17	2.88
24	Mean	-107.8	205.4	-104.5	199.3	-102.5	197.1	-103.7	199.5
	S.D.	0.57	0.66	3.43	0.62	2.48	0.59	3.62	3.17
25	Mean	-108.1	205.4	-103.3	199.2	-100.3	196.9	-108.2	200.3
	S.D.	0.51	0.50	0.66	0.51	0.80	0.40	1.92	1.06
26	Mean	-108.7	205.7	-103.1	198.8	-100.7	196.9	-110.6	201.6
	S.D.	0.50	0.51	0.43	0.49	0.71	0.62	1.51	0.98
27	Mean	-108.8	205.8	-103.0	198.8	-101.4	195.7	-108.0	204.5
	S.D.	0.85	0.85	6.11	0.90	9.46	1.03	5.65	0.97
28	Mean	-107.4	204.9	-103.1	200.3	-104.7	195.5	-102.4	200.2
	S.D.	5.51	5.27	8.08	1.06	9.42	1.18	7.68	3.11

Volume in chamber : 1,000 L

Appendix 4. Absolute organ weight of male SD rats inhaled Reactive Red 195
for 4 weeks

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
1001	449	1274	37	29	1500	1654	553	1027	1379	1441	810	10724	2073
1002	736	1215	29	20	1754	1724	587	1154	1378	1379	752	10671	1961
1003	564	1222	37	32	1964	1909	593	1246	1600	1536	954	12387	2057
1004	618	1376	30	31	1650	1657	484	1065	1421	1460	803	13494	2065
1005	465	1409	36	32	1764	1775	518	1055	1378	1365	909	13604	2062
<i>Average</i>	<i>566.4</i>	<i>1299.2</i>	<i>33.8</i>	<i>28.8</i>	<i>1726.4</i>	<i>1743.8</i>	<i>547</i>	<i>1109.4</i>	<i>1431.2</i>	<i>1436.2</i>	<i>845.6</i>	<i>12176</i>	<i>2043.6</i>
<i>S.D</i>	<i>117.79</i>	<i>88.94</i>	<i>3.96</i>	<i>5.07</i>	<i>170.09</i>	<i>105.18</i>	<i>46.27</i>	<i>89.96</i>	<i>96.15</i>	<i>68.72</i>	<i>83.09</i>	<i>1431.27</i>	<i>46.54</i>

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
1101	329	1076	35	34	1745	1722	485	913	1225	1263	628	9619	2079
1102	500	1160	28	32	1662	1754	494	1047	1223	1262	617	9710	2373
1103	599	1363	36	32	1822	1840	487	1003	1164	1192	880	10452	2035
1104	455	1232	35	35	1897	1962	528	1122	1280	1304	697	11254	2137
1105	479	1220	29	33	1736	1695	520	1096	1335	1332	782	10646	2202
<i>Average</i>	<i>472.4</i>	<i>1210.2</i>	<i>32.6</i>	<i>33.2</i>	<i>1772.4</i>	<i>1794.6</i>	<i>502.8</i>	<i>1036.2</i>	<i>1245.4</i>	<i>1270.6</i>	<i>720.8</i>	<i>10336.2</i>	<i>2165.2</i>
<i>S.D</i>	<i>97.08</i>	<i>105.41</i>	<i>3.78</i>	<i>1.30</i>	<i>89.79</i>	<i>108.31</i>	<i>19.84</i>	<i>82.67</i>	<i>64.75</i>	<i>52.90</i>	<i>110.73</i>	<i>681.59</i>	<i>132.02</i>

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
1201	369	1192	26	25	1468	1456	413	811	1213	1271	614	9363	2056
1202	418	1078	36	34	1739	1790	471	1027	1195	1318	702	9618	2012
1203	488	1125	35	37	1766	1734	457	900	1195	1242	716	12077	2057
1204	357	1173	38	32	1663	1626	509	940	1296	1302	687	11292	2129
1205	438	1260	30	29	1749	1773	501	987	1351	1350	838	11292	2192
<i>Average</i>	<i>414</i>	<i>1165.6</i>	<i>33</i>	<i>31.4</i>	<i>1677</i>	<i>1675.8</i>	<i>470.2</i>	<i>933</i>	<i>1250</i>	<i>1296.6</i>	<i>711.4</i>	<i>10728.4</i>	<i>2089.2</i>
<i>S.D</i>	<i>53.25</i>	<i>68.89</i>	<i>4.90</i>	<i>4.62</i>	<i>123.31</i>	<i>138.45</i>	<i>38.41</i>	<i>83.33</i>	<i>70.24</i>	<i>41.76</i>	<i>80.96</i>	<i>1178.06</i>	<i>71.15</i>

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
1301	380	1164	28	28	1598	1634	488	1020	1234	1312	842	9578	2010
1302	476	1212	28	28	1729	1699	483	1048	1430	1343	585	10640	2088
1303	634	1243	40	34	1693	1543	520	1124	1431	1494	676	10869	2042
1304	369	1232	38	33	1722	1664	474	961	1535	1592	579	10604	2078
1305	513	1220	31	32	1875	1868	574	1036	1518	1466	801	11218	2186
<i>Average</i>	<i>474.4</i>	<i>1214.2</i>	<i>33</i>	<i>31</i>	<i>1723.4</i>	<i>1681.6</i>	<i>507.8</i>	<i>1037.8</i>	<i>1429.6</i>	<i>1441.4</i>	<i>696.6</i>	<i>10581.8</i>	<i>2080.8</i>
<i>S.D</i>	<i>108.38</i>	<i>30.43</i>	<i>5.66</i>	<i>2.83</i>	<i>99.58</i>	<i>119.20</i>	<i>40.87</i>	<i>58.64</i>	<i>119.57</i>	<i>114.54</i>	<i>121.19</i>	<i>612.11</i>	<i>66.42</i>

Appendix 5. Absolute organ weight of female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
2001	351	781	38	39	55	70	397	762	815	753	437	6587	1831
2002	436	943	28	31	82	75	379	751	826	839	483	7366	1937
2003	352	843	40	37	81	95	424	860	829	858	546	6661	1957
2004	314	916	35	38	82	80	419	920	912	911	674	8456	2144
2005	386	886	45	42	77	88	427	782	868	850	572	6988	1944
<i>Average</i>	<i>367.8</i>	<i>873.8</i>	<i>37.2</i>	<i>37.4</i>	<i>75.4</i>	<i>81.6</i>	<i>409.2</i>	<i>815</i>	<i>850</i>	<i>842.2</i>	<i>542.4</i>	<i>7211.6</i>	<i>1962.6</i>
<i>S.D</i>	<i>45.85</i>	<i>63.79</i>	<i>6.30</i>	<i>4.04</i>	<i>11.59</i>	<i>10.01</i>	<i>20.57</i>	<i>72.53</i>	<i>40.03</i>	<i>57.03</i>	<i>90.62</i>	<i>760.86</i>	<i>113.20</i>

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
2101	440	865	36	33	55	76	389	750	880	915	600	7686	1928
2102	322	859	37	43	80	80	377	717	861	846	487	6682	1847
2103	421	801	34	36	69	71	405	880	842	871	511	6951	2019
2104	367	830	28	37	63	78	395	903	735	825	625	6954	1861
2105	352	794	35	32	87	78	375	776	711	722	534	6959	2089
<i>Average</i>	<i>380.4</i>	<i>829.8</i>	<i>34</i>	<i>36.2</i>	<i>70.8</i>	<i>76.6</i>	<i>388.2</i>	<i>805.2</i>	<i>805.8</i>	<i>835.8</i>	<i>551.4</i>	<i>7046.4</i>	<i>1948.8</i>
<i>S.D</i>	<i>48.98</i>	<i>32.41</i>	<i>3.54</i>	<i>4.32</i>	<i>12.85</i>	<i>3.44</i>	<i>12.54</i>	<i>81.91</i>	<i>77.24</i>	<i>71.91</i>	<i>58.87</i>	<i>376.55</i>	<i>103.79</i>

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
2201	302	839	40	38	84	73	374	743	868	920	431	7338	1941
2202	441	876	36	37	68	69	336	749	811	896	494	7505	1922
2203	377	822	46	41	69	72	404	787	830	831	486	6268	1951
2204	329	823	35	37	56	96	383	828	780	780	514	7446	1983
2205	355	878	36	36	85	69	405	760	793	778	548	6591	1957
<i>Average</i>	<i>360.8</i>	<i>847.6</i>	<i>38.6</i>	<i>37.8</i>	<i>72.4</i>	<i>75.8</i>	<i>380.4</i>	<i>773.4</i>	<i>816.4</i>	<i>841.0</i>	<i>494.6</i>	<i>7029.6</i>	<i>1950.8</i>
<i>S.D</i>	<i>52.91</i>	<i>27.68</i>	<i>4.56</i>	<i>1.92</i>	<i>12.18</i>	<i>11.43</i>	<i>28.20</i>	<i>34.88</i>	<i>34.46</i>	<i>65.30</i>	<i>42.86</i>	<i>562.79</i>	<i>22.37</i>

No.	Thymus	Heart	Adrenal L	Adrenal R	Testis L	Testis R	Lung L	Lung R	Kidney L	Kidney R	Spleen	Liver	Brain
2301	325	797	35	33	70	66	365	775	768	788	482	6508	2007
2302	364	872	39	37	64	89	400	722	839	871	485	6443	1961
2303	337	886	40	37	70	75	434	701	947	966	474	6998	2022
2304	413	847	42	39	77	90	430	788	829	814	467	6839	1822
2305	411	860	35	28	69	76	418	765	828	931	464	6866	2052
<i>Average</i>	<i>370</i>	<i>852.4</i>	<i>38.2</i>	<i>34.8</i>	<i>70</i>	<i>79.2</i>	<i>409.4</i>	<i>750.2</i>	<i>842.2</i>	<i>874</i>	<i>474.4</i>	<i>6730.8</i>	<i>1972.8</i>
<i>S.D</i>	<i>40.87</i>	<i>34.17</i>	<i>3.11</i>	<i>4.38</i>	<i>4.64</i>	<i>10.18</i>	<i>28.12</i>	<i>37.01</i>	<i>64.95</i>	<i>75.36</i>	<i>9.13</i>	<i>241.79</i>	<i>90.47</i>

Appendix 6. Hematological results of male SD rats inhaled Reactive Red 195
for 4 weeks

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
1001	8.8	8.22	15.1	44.6	54.3	18.4	33.9	1108
1002	8.5	8.32	15.5	47.6	57.2	18.6	32.6	1054
1003	5	8.15	14.8	45.1	55.3	18.2	32.8	893
1004	7.2	7.5	14.5	44.1	58.8	19.3	32.9	1040
1005	6.6	7.86	14.5	43.4	55.2	18.4	33.4	1192
<i>Average</i>	<i>7.22</i>	<i>8.01</i>	<i>14.88</i>	<i>44.96</i>	<i>56.16</i>	<i>18.58</i>	<i>33.12</i>	<i>1057.40</i>
<i>S.D.</i>	<i>1.54</i>	<i>0.33</i>	<i>0.43</i>	<i>1.60</i>	<i>1.81</i>	<i>0.43</i>	<i>0.53</i>	<i>109.57</i>

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
1101	5.7	8.27	15.4	45.6	55.1	18.6	33.8	1075
1102	7.8	8.29	15.5	46.4	56	18.7	33.4	1038
1103	6.2	7.92	14.3	43.4	54.8	18.1	32.9	980
1104	7.4	8.62	15	46.2	53.6	17.4	32.5	1007
1105	9.8	8.28	15.8	48.2	58.2	19.1	32.8	1023
<i>Average</i>	<i>7.38</i>	<i>8.28</i>	<i>15.20</i>	<i>45.96</i>	<i>55.54</i>	<i>18.38</i>	<i>33.08</i>	<i>1024.60</i>
<i>S.D.</i>	<i>1.60</i>	<i>0.25</i>	<i>0.58</i>	<i>1.73</i>	<i>1.72</i>	<i>0.65</i>	<i>0.52</i>	<i>35.43</i>

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
1201	8.1	8.22	14.7	43.8	53.3	17.9	33.6	1057
1202	8.9	8.59	15.9	47.6	55.4	18.5	33.4	1013
1203	6	7.71	14.2	42.8	55.5	18.4	33.2	971
1204	6.7	7.88	14.4	42.4	53.8	18.3	34	1119
1205	12.1	8.47	15.6	45.9	54.2	18.4	34	1080
<i>Average</i>	<i>8.36</i>	<i>8.17</i>	<i>14.96</i>	<i>44.50</i>	<i>54.44</i>	<i>18.30</i>	<i>33.64</i>	<i>1048.00</i>
<i>S.D.</i>	<i>2.38</i>	<i>0.38</i>	<i>0.75</i>	<i>2.20</i>	<i>0.98</i>	<i>0.23</i>	<i>0.36</i>	<i>57.66</i>

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
1301	5.3	8.07	15.3	46.7	57.9	19	32.8	943
1302	5.2	7.1	12.9	38.5	54.2	18.2	33.5	868
1303	8.4	8.25	14.6	44	53.3	17.7	33.2	1016
1304	5.3	8.26	15.3	45	54.5	18.5	34	996
1305	12.1	7.87	15.2	46.3	58.8	19.3	32.8	1118
<i>Average</i>	<i>7.26</i>	<i>7.91</i>	<i>14.66</i>	<i>44.10</i>	<i>55.74</i>	<i>18.54</i>	<i>33.26</i>	<i>988.20</i>
<i>S.D.</i>	<i>3.03</i>	<i>0.48</i>	<i>1.03</i>	<i>3.31</i>	<i>2.44</i>	<i>0.63</i>	<i>0.51</i>	<i>92.43</i>

Appendix 7. Hematological results of female SD rats inhaled Reactive Red 195
for 4 weeks

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
2001	4.5	7.59	14.4	42.2	55.6	19	34.1	1041
2002	5.9	6.94	13.7	41	59.1	19.7	33.4	1055
2003	6.6	7.87	14.8	43.4	55.1	18.8	34.1	1281
2004	2	7.31	13.8	42.6	58.3	18.9	32.4	976
2005	3.1	7.31	14.1	40.3	55.1	19.3	35	1148
<i>Average</i>	<i>4.42</i>	<i>7.40</i>	<i>14.16</i>	<i>41.90</i>	<i>56.64</i>	<i>19.14</i>	<i>33.80</i>	<i>1100.20</i>
<i>S.D.</i>	<i>1.91</i>	<i>0.35</i>	<i>0.45</i>	<i>1.24</i>	<i>1.91</i>	<i>0.36</i>	<i>0.97</i>	<i>118.27</i>

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
2101	10.8	7.62	14.8	43.5	57.1	19.4	34	985
2102	7.5	7.49	14.1	42.6	56.9	18.8	33.1	1138
2103	5.1	7.57	14.4	42.7	56.4	19	33.7	1005
2104	4.6	7.6	14.4	42.5	55.9	18.9	33.9	982
2105	3.6	7.67	14.3	42.1	54.9	18.6	34	890
<i>Average</i>	<i>6.32</i>	<i>7.59</i>	<i>14.4</i>	<i>42.68</i>	<i>56.24</i>	<i>18.94</i>	<i>33.74</i>	<i>1000</i>
<i>S.D.</i>	<i>2.89</i>	<i>0.07</i>	<i>0.25</i>	<i>0.51</i>	<i>0.88</i>	<i>0.30</i>	<i>0.38</i>	<i>89.05</i>

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
2201	6.6	7.66	14.1	41.4	54	18.4	34.1	1012
2202	5.7	6.98	13.8	39.5	56.6	19.8	34.9	1208
2203	4.8	7.36	14.1	40.5	55	19.2	34.8	969
2204	4.8	6.92	12.9	38.6	55.8	18.6	33.4	966
2205	3.1	7.49	14.5	42.8	57.1	19.4	33.9	1235
<i>Average</i>	<i>5.00</i>	<i>7.28</i>	<i>13.88</i>	<i>40.56</i>	<i>55.70</i>	<i>19.08</i>	<i>34.22</i>	<i>1078.00</i>
<i>S.D.</i>	<i>1.30</i>	<i>0.32</i>	<i>0.60</i>	<i>1.63</i>	<i>1.24</i>	<i>0.58</i>	<i>0.63</i>	<i>132.60</i>

No.	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT
2301	8.9	7.97	15	42.2	52.9	18.8	35.5	1019
2302	6.5	8.08	15.7	45.4	56.2	19.4	34.6	1059
2303	3.9	7.4	13.6	41.2	55.7	18.4	33	1190
2304	7.3	7.68	14.9	42.3	55.1	19.4	35.2	1080
2305	4.4	8.01	14.8	44.8	55.9	18.5	33	1128
<i>Average</i>	<i>6.20</i>	<i>7.83</i>	<i>14.80</i>	<i>43.18</i>	<i>55.16</i>	<i>18.90</i>	<i>34.26</i>	<i>1095.20</i>
<i>S.D.</i>	<i>2.07</i>	<i>0.28</i>	<i>0.76</i>	<i>1.82</i>	<i>1.33</i>	<i>0.48</i>	<i>1.19</i>	<i>65.97</i>

Appendix 8. Biochemical serum values of male SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
1001	5.7	12.8	0.6	0.2	27	65	189	187	141	45
1002	6	14.9	0.5	0.2	25	110	1136	258	160	74
1003	6	11.5	0.6	0.1	25	83	136	237	149	64
1004	6.3	13.8	0.6	0.2	41	93	682	264	167	50
1005	6.1	11.9	0.6	0.1	45	107	276	274	178	44
<i>Average</i>	<i>6.02</i>	<i>12.98</i>	<i>0.58</i>	<i>0.16</i>	<i>32.60</i>	<i>91.60</i>	<i>483.80</i>	<i>244.00</i>	<i>159.00</i>	<i>55.40</i>
<i>S.D</i>	<i>0.22</i>	<i>1.39</i>	<i>0.04</i>	<i>0.05</i>	<i>9.63</i>	<i>18.43</i>	<i>423.00</i>	<i>34.62</i>	<i>14.58</i>	<i>13.11</i>

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
1101	6.3	15.5	0.6	0.2	43	92	274	216	145	54
1102	5.9	15.6	0.6	0.2	40	115	1018	246	137	51
1103	6	11.6	0.6	0.1	33	118	502	348	162	60
1104	6.2	14.1	0.7	0.2	28	93	693	300	150	35
1105	6.2	12.5	0.6	0.1	34	91	228	259	152	52
<i>Average</i>	<i>6.12</i>	<i>13.86</i>	<i>0.62</i>	<i>0.16</i>	<i>35.60</i>	<i>101.80</i>	<i>543.00</i>	<i>273.80</i>	<i>149.20</i>	<i>50.40</i>
<i>S.D</i>	<i>0.16</i>	<i>1.78</i>	<i>0.04</i>	<i>0.05</i>	<i>5.94</i>	<i>13.48</i>	<i>324.57</i>	<i>51.30</i>	<i>9.20</i>	<i>9.29</i>

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
1201	6.4	17.5	0.7	0.2	43	121	400	336	147	44
1202	6.1	14.7	0.6	0.2	48	126	1279	275	126	50
1203	6.4	15.4	0.7	0.2	36	100	430	289	160	50
1204	6.3	14.9	0.6	0.2	45	113	701	295	159	43
1205	6.3	15.2	0.5	0.1	35	77	156	297	122	58
<i>Average</i>	<i>6.30</i>	<i>15.54</i>	<i>0.62</i>	<i>0.18</i>	<i>41.40</i>	<i>107.40</i>	<i>593.20</i>	<i>298.40</i>	<i>142.80</i>	<i>49.00</i>
<i>S.D</i>	<i>0.12</i>	<i>1.13</i>	<i>0.08</i>	<i>0.04</i>	<i>5.68</i>	<i>19.63</i>	<i>429.26</i>	<i>22.71</i>	<i>17.96</i>	<i>6.00</i>

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
1301	6.3	13.4	0.6	0.2	39	96	216	266	157	42
1302	6.1	11.9	0.6	0.2	28	105	161	307	140	56
1303	6.1	16.4	0.6	0.2	36	88	124	278	140	51
1304	5.5	11.9	0.7	0.2	27	108	927	284	159	40
1305	6.3	15.1	0.6	0.2	37	94	404	300	115	50
<i>Average</i>	<i>6.06</i>	<i>13.74</i>	<i>0.62</i>	<i>0.20</i>	<i>33.40</i>	<i>98.20</i>	<i>366.40</i>	<i>287.00</i>	<i>142.20</i>	<i>47.80</i>
<i>S.D</i>	<i>0.33</i>	<i>1.99</i>	<i>0.04</i>	<i>0.00</i>	<i>5.50</i>	<i>8.20</i>	<i>331.38</i>	<i>16.58</i>	<i>17.68</i>	<i>6.65</i>

Appendix 9. Biochemical serum values of female SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
2001	7	12.1	0.7	0.2	33	87	207	98	122	74
2002	6.8	16.3	0.7	0.2	33	86	225	103	135	73
2003	6.8	17.7	0.7	0.2	33	86	211	109	120	60
2004	6.9	10.6	0.7	0.2	37	84	186	198	117	85
2005	6.9	14.7	0.7	0.1	35	101	408	192	149	57
<i>Average</i>	<i>6.88</i>	<i>14.28</i>	<i>0.70</i>	<i>0.18</i>	<i>34.20</i>	<i>88.80</i>	<i>247.40</i>	<i>140.00</i>	<i>128.60</i>	<i>69.80</i>
<i>S.D</i>	<i>0.08</i>	<i>2.93</i>	<i>0.00</i>	<i>0.04</i>	<i>1.79</i>	<i>6.91</i>	<i>90.86</i>	<i>50.40</i>	<i>13.32</i>	<i>11.39</i>

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
2101	6.2	16.6	0.6	0.2	36	91	174	135	140	61
2102	6.5	12.4	0.6	0.2	55	131	201	183	130	92
2103	6.4	15.1	0.7	0.2	38	90	199	111	119	60
2104	6.7	15.1	0.7	0.2	36	84	145	141	141	78
2105	6.4	17	0.7	0.2	35	97	447	139	130	69
<i>Average</i>	<i>6.44</i>	<i>15.24</i>	<i>0.66</i>	<i>0.20</i>	<i>40.00</i>	<i>98.60</i>	<i>233.20</i>	<i>141.80</i>	<i>132.00</i>	<i>72.00</i>
<i>S.D</i>	<i>0.18</i>	<i>1.81</i>	<i>0.05</i>	<i>0.00</i>	<i>8.46</i>	<i>18.69</i>	<i>121.66</i>	<i>25.98</i>	<i>8.97</i>	<i>13.32</i>

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
2201	6.5	14.1	0.6	0.2	32	82	182	133	123	73
2202	6.8	12.5	0.6	0.2	30	74	130	108	122	90
2203	6.5	17.1	0.7	0.2	39	87	129	142	111	71
2204	6.4	14.5	0.7	0.2	27	84	161	205	139	61
2205	6.6	13.2	0.6	0.1	30	86	435	147	123	60
<i>Average</i>	<i>6.56</i>	<i>14.28</i>	<i>0.64</i>	<i>0.18</i>	<i>31.60</i>	<i>82.60</i>	<i>207.40</i>	<i>147.00</i>	<i>123.60</i>	<i>71.00</i>
<i>S.D</i>	<i>0.15</i>	<i>1.76</i>	<i>0.05</i>	<i>0.04</i>	<i>4.51</i>	<i>5.18</i>	<i>129.17</i>	<i>35.73</i>	<i>9.99</i>	<i>12.10</i>

No.	TP	BUN	Creatinine	T-Bilirubin	GPT	GOT	LDH	ALP	Glucose	T-Cholesterol
2301	6.8	20.5	0.7	0.3	39	101	133	137	123	74
2302	6.4	14.8	0.6	0.3	39	130	227	154	105	67
2303	6.8	16.3	0.6	0.2	24	74	104	150	117	60
2304	6.8	15.6	0.7	0.2	30	76	125	127	123	79
2305	6.6	14.7	0.6	0.2	33	111	750	197	135	48
<i>Average</i>	<i>6.68</i>	<i>16.38</i>	<i>0.64</i>	<i>0.24</i>	<i>33.00</i>	<i>98.40</i>	<i>267.80</i>	<i>153.00</i>	<i>120.60</i>	<i>65.60</i>
<i>S.D</i>	<i>0.18</i>	<i>2.39</i>	<i>0.05</i>	<i>0.05</i>	<i>6.36</i>	<i>23.78</i>	<i>273.67</i>	<i>26.82</i>	<i>10.90</i>	<i>12.18</i>

Appendix 10. Gross findings of necropsy in SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

	경소	경소상체	발광	부신	신장	비장	이자	간장	위	폐	기관	감상선	부감상선	흉선	비강	뇌하수체	뇌
1001	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1002	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1003	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1004	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1101	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1102	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1103	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1104	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1105	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1201	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1202	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1203	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1204	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1205	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1301	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1302	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1303	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1304	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1305	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

	난소	자궁	발광	부신	신장	비장	이자	간장	위	폐	기관	감상선	부감상선	흉선	비강	뇌하수체	뇌
2001	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2002	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2003	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2004	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2101	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2102	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2103	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2104	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2105	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2201	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2202	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2203	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2204	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2205	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2301	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2302	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2303	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2304	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2305	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Appendix 11. Histopathological findings of necropsy in SD rats inhaled Reactive Red 195 for 4 weeks

	경소	경소상체	발광	부신	신장	비장	이자	간장	위	폐	기관	감상선	부갑상선	흉선	비강	뇌하수체	뇌
1001	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1002	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1003	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1004	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1101	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1102	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1103	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1104	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1105	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1201	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1202	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1203	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1204	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1205	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1301	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1302	N	N	N	N	N	N	N	N	Granulation	N	N	N	N	N	N	N	N
1303	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
1304	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1305	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N

	난소	자궁	발광	부신	신장	비장	이자	간장	위	폐	기관	감상선	부갑상선	흉선	비강	뇌하수체	뇌
2001	N	N	N	N	Mineralization	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
2002	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2003	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2004	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2101	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
2102	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
2103	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2104	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
2105	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2201	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
2202	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2203	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
2204	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2205	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N
2301	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2302	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2303	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2304	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2305	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Hyperplasia	N	N	N	N	N	N	N

화학물질의 분진독성 평가
-Reactive Red 195 염료분진 독성평가-
(연구원 2001-21-60)

발 행 일 : 2000년 12월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 정 호 근

연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업화학물질연구센터 기술직 3급 정용현

발 행 처 : 한국산업안전공단 산업안전보건연구원

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4

전 화 : (032) 5100 - 842

F A X : (032) 5180 - 867
