

보건분야-연구자료
연구원 2001-20-59
HS-R-1 2001-20-59

절삭유의 피부독성 연구

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 『절삭유의 피부독성 연구』에 대한 최종 보고서로 제출합니다.

2000년 12월 30일

연구주관부서 : 산업안전보건연구원 산업화학물질연구센터

총괄연구책임자 : 임 철 홍

공동연구자 : 김 현 영

장 동 혁

요 약 문

1. 과제명 : 절삭유의 피부독성 연구
2. 연구기간 : 2000년 1월 2일 - 2000년 12월 30일
3. 연구자 : 총괄연구책임자 : 임 철홍 (선임연구원)
공 동 연 구 자 : 김 현영 (책임연구원)
장 동혁 (연구보조원)

4. 연구목적

근로자에게 다양하게 나타나는 직업성 피부질환의 원인에 대한 정보를 제공하기 위하여 동물시험을 통한 피부독성을 연구하였다.

5. 연구내용

- MSN 120, Houghto RU 50A, Cimperial 1010 3종류의 절삭유에 대한 급성 피부자극성 시험 및 2주반복 피부자극성 시험

- 작업장에서 사용된 MSN 120, Houghto RU 50A, Cimperial 1010 3종류의 절삭유에 대한 피부자극성 시험 및 2주반복 피부자극성 시험

6. 활용계획

실험동물을 통한 절삭유의 피부독성을 연구하여 절삭유의 피부유해성을 예측하고 직업병 등이 발생시 이의 원인 규명을 위한 자료로 활용

7. 연구개요

산업현장에서 사용되고 있는 절삭유의 피부독성을 연구하기 위하여 Cimperial 1010, Houghto RU 50A, MSN 120 3종류의 절삭유에 대하여 사용되지 않은 절삭유와 작업장에서 직접 사용된 절삭유에 대하여 피부독성 급성 및 2주반복 피부자극시험을 실시하였다. 시험결과 3종류의 사용되지 않은 절삭유는 모두 급성피부자극성이 없는 것으로 나타났으며, 작업장에서 사용된 절삭유도 3종류 모두 급성피부자극성이 없는 것으로 나타났다. 2부반복 피부자극시험결과 Cimperial 1010과 MSN 120은 투여 6일부터 홍반 및 부종이 관찰되어 중정도의 피부자극을 일으키는 것으로 나타났다. 작업장에서 사용된 절삭유에 대해서도 피부자극정도가 유사하게 나타나 2종류의 절삭유 모두 중정도의 피부자극성이 평가되었다. Houghto RU 50A를 2주반복 피부자극시험시 작업장에서 사용된 절삭유에서 4마리중 1마리에서 약한 피부자극성이 나타났으나 평가결과 피부자극이 없는 것으로 나타났다. 작업장에서 사용된 절삭유에서는 철, 망간, 아연, 납 등이 검출되었지만 절삭유의 급성 및 2주반복 피부자극성에는 큰 영향을 주지 못한 것으로 나타났다. 이상의 시험결과 실험한 3종류의 절삭유는 모두 급성피부자극성은 나타나지 않았으나 2종류에서 1주이상 피부자극시 피부자극이 나타남을 알 수 있었다. 따라서 절삭유 등 장기간 피부에 접촉하여 피부의 손상을 줄 가능성이 있는 물질의 피부독성 평가에는 급성 뿐만 아니라 만성적인 피부자극시험이 필요함을 알 수 있었다.

8. 중심어

- 절삭유, Cimperial 1010, Houghto RU 50A, MSN 120, 급성피부자극시험, 반복피부자극시험

목 차

요 약 문	i
목 차	iv
제 1 장 서론	1
1. 절삭유의 정의	1
가. 절삭유의 분류	3
나. 절삭유의 제조와 사용현황	8
다. 절삭유의 노출 및 유해성	10
2. 연구목적	14
제 2 장 재료 및 방법	16
1. 시험물질	16
2. 실험동물	16
가. 실험동물 선정	16
나. 사육환경	17
3. 시험물질 투여	17

가. 급성피부자극 시험	17
나. 반복 피부자극시험	18
4. 실험방법	19
가. pH 측정	19
나. 적용부위의 관찰	19
다. 병리조직 관찰	20
리. 피부자극성의 평가	20
제 3 장 시험결과	23
1. pH	23
2. 급성피부자극	24
3. 반복피부자극	28
제 4 장 고 찰	32
제 5 장 결 론	35
제 6 장 참고문헌	36

제 1 장 서 론

1. 절삭유의 정의

금속가공유는 금속을 가공하는 과정에서 가공을 돕기 위하여 사용되는 유제를 말하는 데 특히 절삭유는 절삭공구와 가공금속간의 마찰을 줄이고, 마멸과 마모를 줄이고, 가공표면의 특성을 좋게 하고, 표면에 유착되거나 녹아 붙는 것을 줄이고 열을 감소시키며, 절삭된 토막이나 조각, 미세한 가루, 잔여물 등을 씻어내고 2차적으로 가공된 표면의 부식을 방지하고 뜨거워진 가공표면을 냉각시켜 취급을 용이하게 하는 기능을 하는 유제를 말한다.

절삭유는 이러한 기능을 하기 위하여 기유에 여러 가지 기능을 가진 첨가제를 첨가하여 사용한다. 절삭유는 일반적으로 탄소수가 15 - 35인 포화탄화수소가 주성분인 기유를 사용하는 데 탄소원자의 배열과 결합상태에 따라 파라핀계, 나프텐계, 방향족계로 나뉜다. 파라핀계는 탄소원자가 사슬모양으로 배열되고 수소원자가 탄소원자에 포화된 상태로 점도지수와 유동성이 높으며 열적 화학적으로 안정되어 산화안정성이 우수하다. 나프텐계 기유는 탄소원자가 고리모양으로 배열되고 수소원자에 의해 탄소원자가 포화된 상태이며 탄소고리의 탄소수는 대부분 C5 또는 C6로 우수한 저온유동성을 가지며 동일한 탄소수의 파라핀계 기유보다 비점이 높고 비중이 크며 점도지수는 중간정도이다. 방향족계 기유는 나프텐계 기유와 비슷한 구조이나 벤젠고리나 축합환이 포함된 불포화 상태이며 전단안정성 및 열안정성이 우수하고 점도지수 및 유동성

은 사슬의 길이에 의존하지만 산화성이 떨어져 기유로서는 거의 사용되지 않는다.

첨가제는 기능에 따라 20가지의 정도로 분리할 수 있으며 많이 사용되는 것은 극압첨가제, 유성제, 유화제, 용접방지제, 소포제, 산화방지제, 부식방지제, 방부제 등이 있다.

극압첨가제는 반응성 황, 염소 또는 인을 포함하는 물질을 말하며, 황, 염소 또는 인이 칩의 표면뿐만 아니라 상당한 깊이까지 반응하여 전단역의 전단강도를 감소시킨다. 극압첨가제의 의한 에너지 감소는 50 - 80% 정도이며 따라서 모서리 생성이 억제되며 가공의 정도가 향상되며 공구의 수명을 연장시킬 수 있다. 지방유에 염소나 유황을 반응시키면 유성제의 작용을 가진 극압첨가제가 되며 최근에는 염소의 제거가 강하게 요구되기 때문에 높은 슬폰화된 극압첨가제가 소개되고 있다.

유성제는 하중을 견디는 내하중력이나 절삭능력을 증가시키기 위하여 광유에 첨가되는 기름, 지방, 왁스 성분 및 합성물질 등을 말한다. 지방유는 대표적인 유성제로서 대부분의 비수용성 절삭유에 사용되며, 에스테르유는 합성유성 첨가제로 지방유, 지방산, 복합 알코올 등으로 지방유에 비하면 점도가 낮고 칩투성이 우수한 성질을 가지고 있다. 지방산 유도체는 비수용성 절삭유 뿐만 수용성 절삭유제에도 사용되는 데 지방산의 알칼리비누, 아민비누, 아미드 등의 유도체는 유화제와 방청제 기능을 동시에 가지고 있다.

유화제는 물과 기름의 균형을 유지하여 교질상태를 형성한다. 유화제는 지용성과 수용성을 동시에 가지는 분자구조로 일반적으로 사용되는 것은 황화된 석유 또는 카복실산과 같은 물질에 표면에 음이온을 가진 물질이다. 황화석유는 미생물이 잘 번식하는 pH 7 또는 8에서 유화되는 성질을 가진다. 카복실산 유도체를 기초로한 알칼리 유화제는 미생물이 잘 번식하지 않고 부식방지제가

작용하는 데 적당한 pH 9-10정도에서 잘 유화된다. 카복실산 유화제는 카복실산과 가정소다와 다양한 아민과 반응하여 만들어진다.

알콜, 글리콜 또는 글리콜에스테르가 많이 사용되는 결합제는 절삭유를 더 안정시키고 에멀전 형성에 도움을 준다.

카르복실산에 기초를 둔 물질은 물이 첨가되면 거품이 잘 발생하여 실리콘 또는 왁스 기포방지제가 필요하다.

수용성 절삭유는 녹발생을 방지하기 위하여 부식방지제를 첨가하는 데, 과거에는 mercaptobenzothiazole을 사용하였으나 일반적으로 alkanolamine을 사용한다.

산화방지제는 산화중합에 의해 사용중인 유제의 점도가 증가되거나 검화되어 기계의 점동부분이 무거워지는 것을 방지하기 위해 사용된다. 특히, 지방유나 염소화 지방유가 많이 함유된 유제는 산화 중합을 일으키기 쉬우므로 이러한 유제에는 없어서는 안될 첨가제이다. 유황계 극압첨가제는 산화방지제의 작용도 있으므로 산화방지제를 사용하지 않을 경우도 많다.

염소계 극압첨가제가 많이 함유된 유제에서는 탈염소에 기인하는 녹이 문제가 될 경우가 있어 녹의 발생방지에 방청첨가제나 중화제가 첨가된다. 중화제는 염기성 석유 술폰산 염이나 아민 화합물이 3% 이하에서 사용되며 동 및 동합금의 부식 방지에는 벤조트리아졸이나 메르캅토 벤조티아졸이 1%이하로 사용된다.

염료는 미적 이유에서 첨가하기도 한다.

가. 절삭유의 분류

절삭유는 일반적으로 비수용성 절삭유, 수용성 절삭유, 합성유 및 반합성류의

4가지로 분류할 수 있다.

(1) 비수용성 절삭유

비수용성 절삭유의 주요 기능은 윤활기능, 가공표면 마무리 향상, 녹 방지 등이다. 주로 사용되는 광유는 잘 정제된 나프텐계열과 파라핀계열의 오일이며, 일반적인 조성은 <표 1-1>과 같다. 비수용성 절삭유는 광유, 유제, 극압첨가제를 주성분으로 하며 필요에 따라 방청첨가제나 산화방지제 등의 첨가제가 가해진다. 지방성 오일과 황 첨가제가 포함된 비수용성 절삭유는 윤활성이 좋고 황-염소화가 포함된 종류는 넓은 온도범위에 걸쳐 항 용접 기능을 가진다.

<표 1-1> 비수용성 절삭유의 일반조성

구성성분	기 능	조 성
광유	윤활제	60 - 100%
항용접제	용접방지	0-20%
유성제	표면장력감소	0-10%
기포방지제	기포방지	0-500ppm
부식방지제	녹방지	0-10%
극압첨가제	경계윤활제	0-95%

(2) 수용성 절삭유

수용성 절삭유는 냉각, 절삭용구와 가공표면의 용접현상방지, 고온에서의 마모방지와 잔열로 인한 뒤틀림 방지 등의 목적으로 사용된다. 수용성 절삭유는 대체로 비수용성에서 사용되는 나프텐계 및 파라핀계 오일보다 잘 정제된 기유를 사용직전에 60 - 85% 정도의 물로 희석하여 사용한다. 수용성 절삭유에

서 유제의 사용농도는 일반적으로 1 - 10% 이며 따라서 수용성 절삭유는 주 용매인 물이 절삭유의 성능에 큰 역할을 한다. 물은 냉각제로서는 우수하지만 금속을 녹슬게 하며 습윤성과 윤활성은 오일에 비해 떨어진다. 수용성 절삭유는 물의 이러한 단점을 보완하기 위하여 방청첨가제, 계면활성제 등을 첨가하여 윤활성을 높이고 있다. 수용성 절삭유는 물의 성질에 의해 인화되지 않고 끈적거리지 않아 작업환경이 깨끗하지만 부패하는 단점이 있다.

수용성 절삭유는 유화유형과 용해형의 2가지로 나눌수 있다. 유화형은 일반적으로 원액중의 수분함량이 10% 이하이고 유화제 분량은 15 - 35%정도이다. 유화형은 기름방울이 물에 부유한 형태를 띠는 데 사용되는 광유는 보통급 윤활유로 윤활성을 좋게 하기 위해 일부를 지방유나 극압첨가제로 바꾸는 경우도 있다. 용해형은 사용하는 계면활성제의 종류는 유화형과 같으나 피유화제량에 비해서 유화제인 계면활성제의 양이 대단히 많기 때문에 희석액은 콜로이드 모양의 미립자가 된다. 희석액의 안정성, 침투성, 세정성은 우수하지만 거품이 일기 쉽고 거품이 잘 없어지지 않는 결점이 있다. 수용성 절삭유의 일반조성은 아래와 같다.

<표 1-2> 수용성 절삭유의 일반조성

구성성분	기 능	조 성
광유	윤활	60-85%
유화제	유화	5-20%
킬레이트화제	킬레이트제	0-1%
결합제	중합제	1-3%
항용접제	항용접기능	0-20%
유성제	표면장력 감소	5-20%
기포방지제	기포방지제	0-500ppm
알칼리감소제	알칼리성 감소	2-5%
염료	누설확인	0-500ppm
부식방지제	부식방지	3-10%
항균제	항균능	0-2%
극압첨가제	경계윤활제	0-20%

(3) 합성유

광유는 아무리 정제를 잘해도 원유의 종류, 정제방법 등에 따라 조성이 달라 지지만 합성유는 필요한 성분만 계획적으로 합성하여 만들기 때문에 특정한 화학구조를 가지고 있다. 경우에 따라서는 입자가 작아서 입사빔을 거의 전부 투과시켜 투명한 것을 합성유, 입자의 크기가 중간정도로서 다소 흐릿한 투명 용액을 준합성유로 구분하기도 한다. 합성유는 냉각제와 윤활제 작용을 한다. 가장 간단한 합성유는 무기염 또는 유기염을 물에 녹임으로써 만들 수 있는데 녹을 방지하고 열 제거에는 좋지만 윤활능력은 떨어지며 탄화수소, 유기에스테르, 폴리글리콜, 인산에스테르 등과 합성윤활액 등으로 만들어진 합성유는

안정하며 항생능력이 있으며 높은 속도에서 효과적인 냉각능력을 제공한다. 합성유에 대한 일반조성은 아래와 같다.

<표 1-3> 합성유의 일반조성

구성성분	기능	조성
유화제	유화	5-10%
킬레이트화제	킬레이트제	0-1%
결합제	중합제	1-3%
항영접제	항용접기능	0-10%
유성제	표면장력 감소	10-20%
기포방지제	기포방지제	0-500ppm
알칼리성감소제	알칼리성 감소	2-5%
연료	누설확인	0-500ppm
부식방지제	부식방지	10-20%
항균제	항생기능	0-2%
극압첨가제	경계윤활제	0-10%

(4) 준합성유

준합성유는 일반적으로 지방산과 황, 염소, 인 계열의 극압첨가제로 이루어지며 유화유형 수용성 절삭유보다 오일의 양이 작고 유화제 또는 계면활성제의 양이 많다. 준합성유는 수용성오일과 같이 취급되기도 하는 데 합성유와는 달리 적은 양의 광유와 윤활성을 향상시켜주는 첨가제를 포함하고 있다. 준합성

유는 유화유형과 합성유의 장점을 서로 조합한 것이기 때문에 선호되고 있으며 극압효과와 경계윤활 효과를 부여하는 염소, 황, 인의 첨가제를 함유하며 이들 첨가제의 작용으로 난삭, 난연삭의 경우에도 사용할 수 있다. 준합성유의 일반적인 조성은 아래와 같다.

<표 1-4> 준합성유의 일반조성

구성성분	기능	조성
광유	윤활	5-30%
유화제	유화	5-10%
킬레이트화제	킬레이트화	0-1%
결합제	중합제	1-3%
항용접제	항용접	0-10%
유성제	표면장력 감소	10-20%
기포방지제	기포방지	0-500ppm
알칼리감소제	알칼리성 감소	2-5%
염료	누설확인	0-500ppm
부식방지제	부식방지	10-20%
항균제	항균	0-2%
극압첨가제	경계윤활	0-10%

나. 절삭유의 제조와 사용현황

금속가공유는 산업혁명기부터 사용되기 시작하였다. 초기에는 고래기름 등 생

물체 추출 윤활유를 사용하였으나 악취, 부패, 높은 온도등의 문제점 등으로 1900년대 초부터 원유의 정제과정에서 나온 오일로 대체되었다. 물은 1883년 절삭의 속도를 증가시키기 위하여 처음 사용되었다. 윤활기능과 금속의 녹을 방지하기 위하여 지방유와 소다가 첨가되었는 데 이후 수용성 절삭유의 기능을 향상시키기 위하여 많은 첨가 기술이 개발되어 1940년대에 이후에는 많은 작업장에서 비수용성 절삭유를 수용성 절삭유로 대체하게 되었고 1970년대 중반부터 합성유가 광범위하게 사용되기 시작하였다. 1980년 Bigda & Associates의 조사에 따르면 비수용성 절삭유는 45%, 수용성 절삭유는 50% 합성유는 4-5% 사용되고 있으며 비수용성 절삭유는 파라핀계가 85% 나프텐계가 15%정도로 각각 사용되고 있다.

현재 국내에는 약 40개의 절삭유 생산업체가 있는 것으로 보고되고 있다 (95년 현재). 금속가공유는 전체 윤활유 중 약 9% 정도의 비중을 차지하며 절삭유는 금속가공유 중 30 - 40 %의 비율을 차지한다. 국내에서 연도별 절삭유의 사용량은 <표 1-5>에 나타내었다.

<표 1-5> 연도별 절삭유의 사용현황

	94년		95년		96년		97년	
	판매량	점유율	판매량	점유율	판매량	점유율	판매량	점유율
절삭유	23,868	36.1	25,318	33.2	28,532	33.8	26,584	30.1
압연유	12,606	19.1	13,994	18.4	16,358	19.4	26,082	29.5
열처리유	4,488	6.8	4,397	5.8	4,321	5.1	4,800	5.4
방청유	10,187	15.4	13,519	17.7	10,543	12.5	11,178	12.7
기타	14,943	22.6	18,994	24.9	24,655	29.2	19,695	22.3
소계	66,092	100.0	76,222	100.0	84,409	100.0	88,349	100.0

다. 절삭유의 노출 및 유해성

NIOSH는 1980년에 약 육백만명의 미국 노동자들이 광물유에 노출되고 있으며 이중 약 백만명이 절삭유에 노출된다고 하였다. 절삭유에 대한 근로자의 노출은 직접접촉, 오일미스트에 의한 흡입, 경구를 통한 흡수등이 있다. 일반적으로 알려진 건강장해는 피부접촉에 의한 피부염이 주로 보고되었으며 최근에는 오일미스트에 의한 호흡기장애도 문제가 되고 있다.

(1) 암

40년대 이후 절삭유의 노출과 피부암에 대한 연구결과가 조사되었다. 피부암은 주로 비수용성 절삭유에서 주로 관찰되었으며 최근에는 정제법의 발달로 다핵방향족 탄화수소가 감소되어 피부암에 대한 위험도는 감소하고 있다고 보고되고 있다.

(2) 호흡계 영향

절삭유의 에어로졸에 반복적으로 노출되면 지질성 폐렴, 과민성 폐렴, 천식, 급성기도자극, 만성기관지염을 포함한 다양한 비악성 호흡기계 양상들과 연관되어 있고 폐기능 손상에 영향을 준다.

(3) 피부장해

절삭유는 절삭성능을 증가시키기 위하여 많은 첨가제를 첨가하기 때문에 여러가지 물질의 복합적인 요인에 의해 피부독성을 일으킨다. 특히 수용성 절삭유에는 광유뿐만 아니라 유화제, 향균제, 부식방지제, 극압첨가제, 결합제, 기포방지제, 염료등이 첨가된다. 절삭유의 사람피부에 대한 장애는 <표 1-6>에 나타내었다.

<표 1-6> 절삭유의 피부에 대한 영향

	피부에 대한 영향	피부염을 일으키는 위치
비 수용성 절삭유	Folliculitis, oil-induced acne Perifollicular inflammation Furunculosis Mechanical injury from metal fragments	Hands, face, thighs, forearms
수용성 절삭유	Primary irritant dermatitis Allergic contact dermatitis Secondary bacterial dermatitis Secondary bacterial infection Mechanical injury from metal fragment	hands, face, thighs, forearms

수용성 절삭유에 의한 접촉성 피부염은 50 - 80%가 습진에 의하며 첨가물의 성질, 첨가물의 농도, 노출시간, 사람의 나이, 피부형태, 사전노출여부, 다른 피부병의 유무, 개인 위생에 의해 다르게 나타난다. 수용성 절삭유는 일반적으로 알칼리성을 띠는 데 비누와 비슷하여 케라틴을 분해하고, 피부의 수분을 제거하여 건조시키고 피부를 갈라지게 하여 습진을 일으킨다. 개인위생이 불량하면 접촉성피부염의 발생확률은 높아진다.

알러지성 접촉피부염은 절삭유를 사용하는 작업자의 20 - 50% 정도의 습진을 일으키는 원인이 된다. 금속은 알러지성 접촉피부염의 중요한 요소가 되는

데 경질의 금속합금을 절삭하는 데 사용된 절삭유에는 코발트가 많이 포함되어 있다. Potassium dichromate, 코발트, 니켈은 일반적으로 감작성이 있는 것으로 알려져 있다. 부식방지제로 이용되는 Ethylenediamine, 유황과 결합하여 극압에서 절삭유의 기능을 향상시키는 Dipentene, 기타 향균제(cresol, bisphenol, hexachlorophrene, chlorinated phenol) 등도 알러지 반응을 일으키는 물질로 알려져 있다. <표 1-7>은 알러지성 접촉피부염을 일으키는 물질을 나타내었다. 포름알데히드 유리 향균제는 높은 pH에서 항상 포름알데히드를 유리하는 것이 아니기 때문에 포름알데히드 유리 향균제의 알러지성 접촉피부염에 대한 메카니즘은 현재 명확하지는 않다.

<표 1-7> 알러지성 접촉염을 일으키는 물질들

Chemicals	%
Metals	
Chrome	16
Cobalt	11.3
Nickel	3.9
Rubber accelerators	
Thiuram	5.2
MBT	
Formaldehyde	3.9
Lanolin	4.3
Colophony	3.4
Ethylenediamine	3.4
Turpentine	2.1
Balsam of Peru	2.1
Cytox 3522	-
Preventol D2	-
Grotan Bk	-
Kathon 893	-
Dipentene	-

2. 연구목적

직업성 피부질환은 선진국에서는 전체 직업성 질환의 20 - 60%를 차지하는 많은 질환으로 미국의 경우 직업성질환의 40 - 50%를 직업성 질환이 차지하고 있다. 우리나라는 매년 10건 정도의 직업성 피부질환 유소견자가 보고되고

있지만 몇몇의 연구에 의하면 우리나라에서도 직업성 피부질환에 대한 발생수준이 높은 것으로 조사되었다. 예를 들면 자동차 제조공장 절삭유 취급근로자를 대상으로 한 연구에 의하면 667명중 227명이 피부증상을 호소하는 것으로 나타나 직업성이 의심되는 피부질환에 이환되어 있는 것으로 나타났다.

절삭유는 절삭작업시 발생하는 절삭저항 절삭열 등을 완화시키기 위하여 광범위하게 사용되고 있으며 대부분의 절삭작업은 고속회전체에 의해 끼임 방지 등의 공정특성상 보호장갑을 사용할 수 없어 절삭유 취급 작업자는 대부분 직접 절삭유에 노출되고 있어 작업장에서 나타나는 접촉성 피부염 및 알러지성 피부염은 대부분 절삭유를 취급하는 작업자에서 나타나고 있다.

따라서 본 연구는 산업현장에서 근로자에게서 다양하게 나타나는 직업성 피부질환에 대한 정확한 정보를 주고 피부질환을 예방하고 치료할 수 있는 수단으로 동물실험을 통한 절삭유의 피부자극성에 대한 정보를 제공하여 산업체 근로자들의 작업환경 개선 및 안전관리 측면에서 정보를 제공하고자 실시하였다.

제 2 장 재료 및 방법

1. 시험물질

시험물질로 수용성 절삭유인 Cimperial 1010, Houghto RU 50A와 비수용성 절삭유인 MSN 120을 선정하였다. 또한 본 연구에서는 작업장에서 사용된 절삭유의 피부독성을 비교 평가하기 위하여 작업장에서 사용된 절삭유를 작업장에서 직접 회수하여 사용되지 않은 절삭유와 같이 피부독성시험을 실시하였다.

2. 실험동물

가. 실험동물 선정

실험동물은 기니픽을 사용하였다. 귀니픽은 피부감작성 및 피부자극성 시험에 많이 사용되는 종으로 시험결과의 해석 및 평가가 용이하여 선택되었다. 본 실험에는 250 - 350 g(5- 6주령)의 수컷 귀니픽을 계통과학에서 분양받아 350 - 450 g의 동물을 실험에 사용하였다. 입수일로부터 약 1주간 순화기간을 거쳐 건강한 동물을 선발한 후 경배부를 제모하여 피부를 확인한 후 피부에 이상이 없는 동물만 시험에 이용하였다.

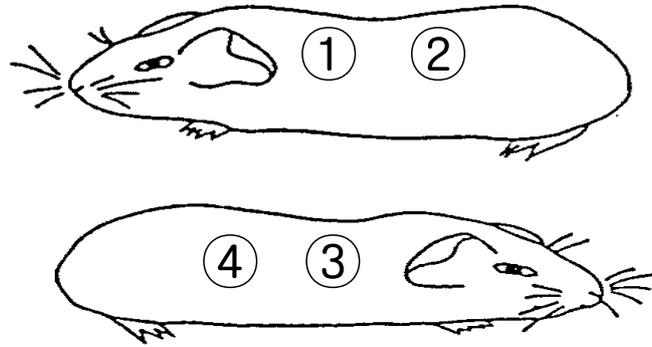
나. 사육환경

실험동물은 온도 23 ± 3 °C, 상대습도 40 -70 %, 환기회수 11-15회/시간, 조도 150 - 300 럭스, 12시간(오전8시, 오후 8시)간격으로 밤낮이 설정된 사육실에서 사육되었다. 순화, 검역기간 중에는 폴리카보네이트 케이지에 3마리씩 군식으로 사육하였고 시험기간 중에는 개별로 사육하였다. 사육기간 동안 고품사료(퓨리나코리아 주식회사)를 공급하였고 자외선 살균기로 소독된 물을 자유섭취시켰다.

3. 시험물질 투여

가. 급성피부자극 시험

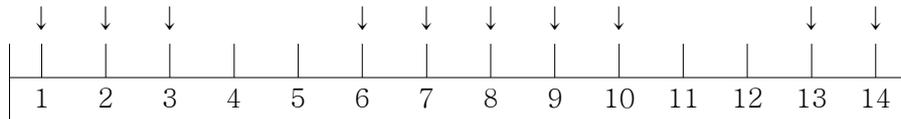
절사유를 투여하기 위하여 귀니픽의 경배부위를 제모하였다. 제모된 부위는 <그림 2-1>과 같이 ①, ②, ③, ④로 분리하여 각각 2 x 2 cm의 면적을 할당하였다. 시험물질 투여를 위하여 ①과 ②번 위치에는 사용하지 절삭유를 ③과 ④위치에는 작업장에서 사용한 절삭유를 상처난 부위에 대한 절삭유의 피부자극성을 시험하기 위하여 ②과 ④위치에는 주사바늘로 #자 모양의 상처를 주었다. 투여는 지정된 부위에 거즈를 사용하여 각각 100 μ l의 시험물질을 도포시키고 비자극성의 반창고를 이용하여 도포부위를 고정하였다. 시험물질은 피부에 도포후 24시간 후에 70% 알콜로 세정하고 시험물질에 의한 홍반, 및 부종의 확인 및 평가는 24시간 72시간에서 실시하였다.



[그림 2-1] 시험물질 투여위치

나. 반복 피부자극시험

귀니픽의 경배부위를 제모하고 [그림 2-2]와 같은 투여계획에 따라 투여하였다. 제모된 부위는 <그림 2-1>과 같이 ①, ②, ③, ④로 분리하여 각각 2 x 2 cm의 면적을 할당하였다. 시험물질 투여를 위하여 ①과 ②번 위치에는 사용하지 절삭유를 ③과 ④위치에는 작업장에서 사용한 절삭유를 도포하였다. 피부의 상처에 의한 영향을 보기 위하여 ②과 ④위치에는 주사바늘로 #자 표시의 상처를 주었다. 투여는 지정된 부위에 거즈를 사용하여 각각 100 μ l의 시험물질을 도포시키고 비자극성의 반창고를 이용하여 도포부위를 고정하였다. 시험물질 투여 6시간 후에 70% 알콜로 세정하고 시험물질에 의한 부종, 홍반 등의 반응을 확인 평가하였다.



[그림 2-2] 시험물질 투여계획

4. 실험방법

가. pH 측정

Mettler의 Toledo 340 pH meter를 이용하여 pH를 측정하였다 .

나. 적용부위의 관찰

(1) 급성 피부자극 시험

시험물질 작용종료후 적용부위의 거즈를 제거하고 24시간 및 72시간째의 홍반과 부종 및 독성징후의 유무를 관찰하고 적용부위의 사진을 촬영하고 피부조직을 적출하여 병리조직을 관찰하였다.

(2) 반복 피부자극 시험

시험물질 투여종료후 적용부위의 거즈를 제거하고 홍반과 부종 및 독성징후의 유무를 관찰하였으며, 최종 투여일에는 적용부위의 사진을 촬영하고 피부조직을 적출하여 병리조직을 관찰하였다.

다. 병리조직 관찰

피부를 적출한 후 10% 중성포르말린 용액에 고정하였으며 파라핀에 포매하고 헤마톡실린과 에오신으로 염색하여 광학현미경하에서 병리조직을 검사하였다.

리. 피부자극성의 평가

절삭유의 피부접촉에 의해 피부에 나타나는 홍반 및 부종은 <표 2-1>의 방법에 따라서 피부자극 점수를 부여하였으며 피부자극성의 평가는 <표 2-2>의 기준으로 평가하였다.

<표 2-1> 피부자극성 점수부위방법

	등급	점수
홍반과 과피형성	없음	0
	매우 약한 홍반	1
	약한 홍반	2
	중등도에서 심한 홍반	3
	심한 홍반에서 약한 과피 형성	4
	없음	0
부종형성	매우약한 부종	1
	약한부종(범위의 끝부분이 명확한 속아오름에 의해 잘 확인됨)	2
	중정도 부종 (약 1 mm도 부풀어 오름)	3
	심한 부종 (1 mm 이상 부풀어오르고 범위를 벗어나서 노출됨)	4
	없음	0

<표 2-2> 피부자극성의 평가

등 급	자극성 범위
자극이 없음	0에서 0.5
완화한 자극	0.6에서 2.0
중정도 자극	2.1에서 5.0
심한 자극	5.1 이상

제 3 장 시험결과

1. pH

실험에 사용한 절삭유의 pH 측정결과를 <표 3-1>에 나타내었다. 수용성 절삭유인 Cimperial 1010과 Houghto RU 50A의 pH는 각각 9.28, 9.22로 알칼리성 이었으며 작업장에서 사용후의 절삭유는 각각 9.06, 9.13으로 되었다. 비수용성 절삭유인 MSN 120의 pH는 5.51이었으며 작업장에서 사용한 절삭유의 pH는 4.47로 나타났다.

<표 3-1> 절삭유의 pH

절삭유	사용전	사용후	pH 변화
Cimperial 1010	9.28	9.06	0.22증가
Houghto RU 50A	9.22	9.13	0.09증가
MSN 120 ¹⁾	5.51	4.47	0.05감소

¹⁾ MSN 120은 비수용성 물질이며, pH측정을 수용성 절삭유와 동일한 방법으로 측정하였다.

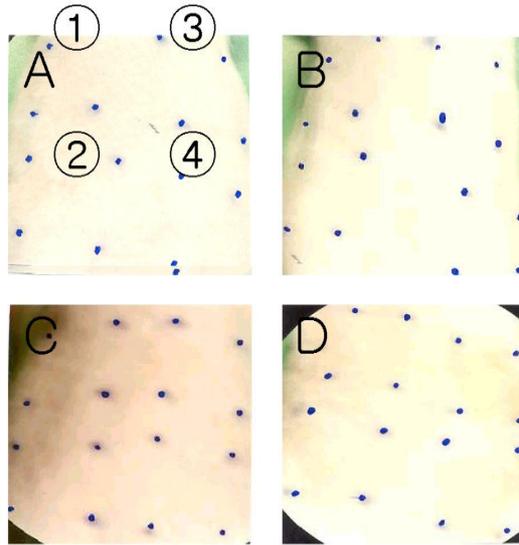
2. 급성피부자극

피부자극시험 결과는 <표 3-2>에 나타내었고 물질 도포 후 72시간에서의 도포부위의 피부 사진은 [그림 3-1]에 나타내었다. 시험결과 3종류의 절삭유 모두는 사용전 및 사용후에 있어서 피부자극이 없는 것으로 나타났으며 피부조직을 현미경으로 관찰한 결과 Cimperial 1010과 MSN 120을 도포한 부위에서 표피세포의 각질부분이 약간 두꺼워진 것을 관찰할 수 있었다. [그림 3-2].

<표 3-2> 절삭유의 급성피부자극시험 결과

그룹	사용 유무	동물수	피부 조건	반응	피부자극점수		PII ¹⁾	평가
					(시간)			
					24	72		
Control	Control	4	정상	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
			찰과	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
Cimperial 1010	사용전	4	정상	홍반	0.25	0	0.13	자극성없음
				부종	0	0		
			찰과	홍반	0.5	0	0.25	자극성없음
				부종	0	0		
	사용후	4	정상	홍반	0.25	0	0.13	자극성없음
				부종	0	0		
			찰과	홍반	0.5	0	0.25	자극성없음
				부종	0	0		
Houghto RU 50A	사용전	4	정상	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
			찰과	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
	사용후	4	정상	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
			찰과	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
MSN 120	사용전	4	정상	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
			찰과	홍반	0.25	0	0.13	자극성없음
				부종	0	0		
	사용후	4	정상	홍반	0	0	0	자극성없음
				부종	0	0		
			찰과	홍반	0.25	0	0.13	자극성없음
				부종	0	0		

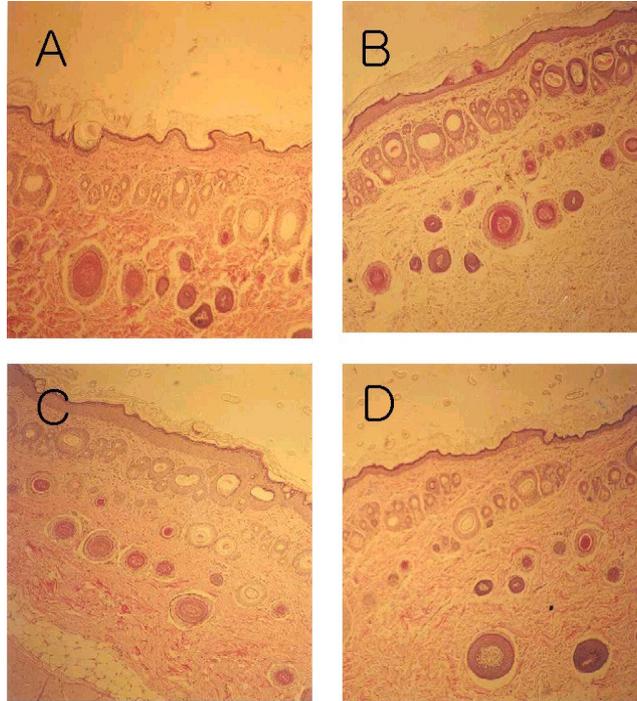
¹⁾ Primary irritation Index



[그림 3-1] 급성투여에 의한 피부자극
육안사진

A 음성대조군(증류수), B Cimperial 1010, C MSN 120, D Houghto RU 50A
①, ②는 사용전 절삭유, ③, ④는 사용된 절삭유, ②, ④는 찰과부위

모든 시험군에서 홍반, 부종 등 피부자극 증상이 나타나지 않았다. Houghto RU 50A(D)은 작업장에서 사용된 절삭유 도포부위(①,③)에서 금속오염물이 보이고 있다.



[그림 3-2] 급성투여에 의한 피부자극 병리조직 사진

A 음성대조군, B Cimperial 1010, C MSN 120, D Houghto RU 50A

음성대조군에 비하여 B, C에서 표피세포의 각질두께가 두꺼워졌다.

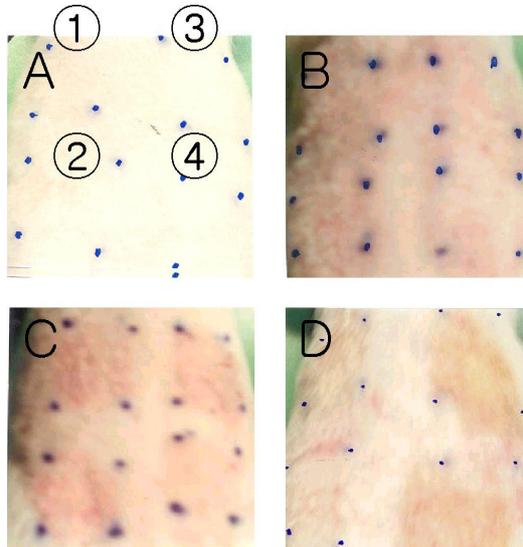
3. 반복피부자극

반복투여에 의한 피부자극시험 결과는 <표 3-3>에 나타내었다. 증류수를 도포한 음성대조군에서는 시험기간중 피부자극이 나타나지 않았다. Cimperial 1010 처리군에서는 찰과부위와 비찰과 부위에서 유사한 피부자극성을 보였는데, 도포 후 6일부터 홍반 및 부종이 관찰되어 중정도의 피부자극성을 보였다. 작업장에서 사용된 Cimperial 1010 절삭유도 사용되지 않은 것과 유사한 피부자극성 형태를 보이며 중정도의 자극을 보였다. Houghto RU 50A는 2주간 도포시에도 피부에 자극을 주지 않은 것으로 나타났으며, 작업장에서 사용된 것은 투여 6일부터 4동물중 1동물에서 경미한 피부자극이 관찰되었으나 평가결과 피부자극이 없는 것으로 나타났다. MSN 120은 찰과, 비찰과 부위 모두 도포 후 6일부터 홍반 및 부종이 관찰되기 시작하여 2주 투여에 의해 중정도의 자극을 보였다. 작업장에서 사용한 것도 사용하지 않은 것과 유사한 결과가 나타나 중정도의 자극을 보였다. [그림 3-3]에서는 투여 14일째 도포부위의 피부의 사진을 나타내었고 [그림 3-4]에서는 도포부위의 피부조직 현미경 사진을 나타내었다. 피부조직을 현미경으로 관찰한 결과 Cimperial 1010과 MSN 120 투여군에서 표피세포의 각질부분이 두꺼워져 있으며, Houghto RU 50A 투여군에서도 각질부분이 약간 두꺼워져 있는 것을 관찰할 수 있었다.

<표 3-3> 절삭유의 반복피부자극 시험 결과

그룹	사용 유무	동물 수	피부 조건	반응	피부자극점수(일)										CDI ¹⁾	평가	
					1	2	3	6	7	8	9	10	13	14			
Control	-	4	정상	홍반	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	자극
				부종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		없음
			찰과	홍반	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	자극
				부종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		없음
Cimprial 1010	사용 전	4	정상	홍반	0	0	0	0.5	0.75	2.75	2.75	2.25	3	2.75	2.15	중정도	
				부종	0	0	0	0.25	0.5	1	1	1.25	1.5	1.25		자극	
		찰과	홍반	0	0	0	0.5	1	2.75	2.75	2.25	2.75	2.75	2.15	중정도		
			부종	0	0	0	0.25	0.5	1	1	1.25	1.5	1.25		자극		
	사용 후	4	정상	홍반	0	0	0	1	2	2.75	2.75	2.25	2.75	3	2.33	중정도	
				부종	0	0	0	0.25	0.5	1	1	1.25	1.5	1.25		자극	
		찰과	홍반	0	0	0	1	2	2.75	2.75	2.25	3	3	2.35	중정도		
			부종	0	0	0	0.25	0.5	1	1	1.25	1.5	1.25		자극		
Houghto RU 50A	사용 전	4	정상	홍반	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	자극	
				부종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		없음	
		찰과	홍반	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	자극		
			부종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		없음		
	사용 후	4	정상	홍반	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.1	자극	
				부종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		없음	
		찰과	홍반	0	0	0	0.25	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.28	자극		
			부종	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25		없음		
MSN 120	사용 전	4	정상	홍반	0	0	0	1	1.75	3	3	3	3	3.25	2.58	중정도	
				부종	0	0	0	0.5	1	1.5	1.25	1.25	1	1.25		자극	
		찰과	홍반	0	0	0	1	1.75	3	3	3	3	3.25	2.55	중정도		
			부종	0	0	0	0.5	1	1.5	1	1.25	1	1.25		자극		
	사용 후	4	정상	홍반	0	0	0	1	2	3	3	3	3	3.25	2.75	중정도	
				부종	0	0	0	0.5	1	1.25	1.75	1.75	1.5	1.5		자극	
		찰과	홍반	0	0	0	1	2	3	3	3	3	3.25	2.75	중정도		
			부종	0	0	0	0.5	1	1.25	1.75	1.75	1.5	1.5		자극		

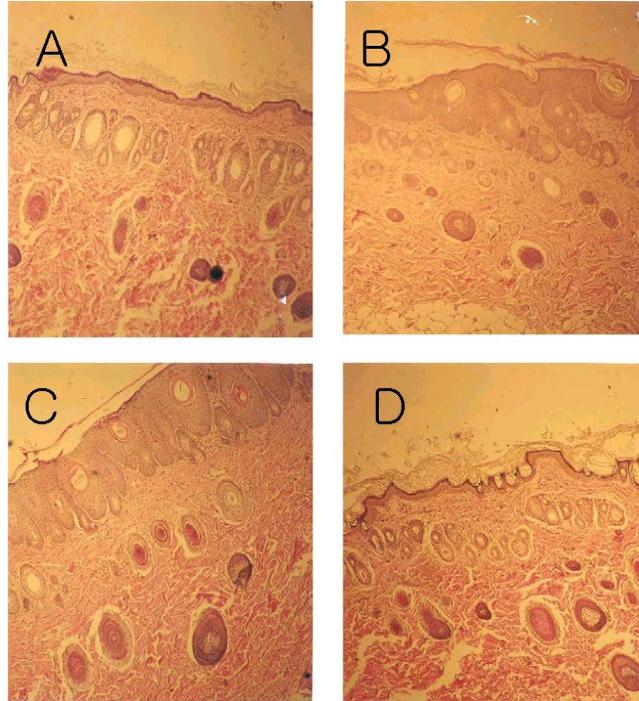
¹⁾ Cumulative dermal irritation score, summation of mean erythema score and derma score



[그림 3-3] 반복투여에 의한 피부자극
육안사진

A 음성대조군(증류수), B Cimperial 1010, C MSN 120, D Houghto RU 50A
①, ②는 사용전 절삭유, ③, ④는 사용된 절삭유, ②, ④는 찰과부위

음성대조군(A)에서는 홍반, 부종 등 자극이 나타나지 않았으며 Cimperial 1010(B)와 MSN 120(C)에서는 홍반과 부종이 사용전, 사용후, 찰과 비괄과에 관계없이 도포부위에 전체에 관찰되었다. Houghto RU 50A는 약한 홍반이 나타났으며 작업장에서 사용된 절삭유 도포부위(①,③)에서 금속오염물이 보이고 있다.



[그림 3-4] 반복투여에 의한 피부자극 병리조직 사진

A 음성대조군(증류수), B Cimperial 1010, C MSN 120, D Houghto RU 50A

음성대조군에 비하여 Cimperial 1010(B), MSN 120(C)처리 군에서는 표지의 각질세포가 유의적으로 두꺼워 졌으며 Houghto RU 50A처리군은 각질의 두께가 약간 증가한 것이 관찰되었다.

제 4 장 고 찰

절삭공구와 가공금속간에 작용하여 마찰열을 줄이고 윤활작용을 하는 절삭유는 고속회전체에 많이 사용되며 작업특성상 작업자가 보호장갑을 착용하지 못하여 작업시간동안 직접적 절삭유에 노출되는 경우가 많으며, 현재 피부보호크림도 보편화되지 못한 실정이다. 또한 절삭유, 특히 수용성 절삭유는 절삭 기능을 향상시키기 위하여 많은 첨가물을 혼합하여 사용되고 있어 첨가제 등에 의한 독성의 상승 등이 예측될 수 있으나 이들 제품에 대한 독성평가는 거의 이루어지고 있지 않으며 작업자에게 유해물질에 대한 정보를 제공하는 물질안전보건자료(MSDS)에도 절삭유의 독성자료를 거의 없으며 특히 절삭유는 작업특성상 작업자의 손에 직접 노출됨에도 불구하고 피부자극 및 피부독성에 대한 자료는 거의 없는 실정이다.

절삭유는 사용특성상 장기간 직접적으로 피부에 노출되어 피부질환을 일으키는 물질이므로 절삭유의 피부독성을 평가하기 위해서는 급성 피부자극성 시험만으로는 피부독성을 평가하는 데 부족할 수 있다. 따라서 절삭유와 같이 장기간 피부에 노출되는 물질의 피부독성을 평가하기 위해서는 1회 투여에 의한 피부자극성 시험 뿐만 아니라 반복 투여에 의한 피부자극성 시험도 필요하다. 그러나 현재 화학물질의 독성시험 방법을 정해놓은 가이드라인(OECD 가이드라인 등)에는 반복투여에 의한 피부자극성 시험은 규정되어 있지 않으며, 피부보호크림의 연구, 피부를 통하여 투여하는 약물등의 개발 등의 목적으로 반복자극성 시험이 실시되고 있다. 본 연구에서는 이러한 방법을 이용하여 절삭유에 장기간 노출시 나타나는 피부독성을 연구하였다.

본 연구는 또한 국내에서 사용되고 있는 3종류의 절삭유에 대하여 작업장에서 사용되지 않은 절삭유 원액(수용성 절삭유는 작업시 사용하는 농도로 희석 시킴)과 작업장에서 사용된 제품에 대하여 급성 및 2주반복 피부자극시험을 실시하였다.

급성 피부자극시험 결과 증류수를 피부에 접촉시킨 음성대조군과 Houghto RU 50A 원액투여군에서는 찰과, 비찰과 부위에서 모두에서 홍반 및 부종이 관찰되지 않았다. Cimperial 1010 원액투여군에서는 투여 24시간 후 비찰과 부위에서 4마리중 1마리에서 경미한 홍반이 관찰되었고 찰과부위에서는 2마리에서 경미한 홍반이 관찰되었으나 72시간 후에는 모두 정상으로 회복되었다. MSN 120 원액투여군에서는 1마리에서 24시간에서 찰과부위에 경미한 홍반이 관찰되었고 72시간 후 정상으로 회복되었다. 적용부위의 피부조직을 현미경으로 관찰한 결과 Cimperial 1010과 MSN 120에서 피부의 각질이 두꺼워진 것을 관찰할 수 있었으나 급성피부자극시험에서는 3종류 모두 피부자극성이 없는 것으로 평가되었고 작업장에서 사용된 절삭유의 피부자극성도 사용하지 않은 원액의 피부자극성과 유사하게 피부자극성이 없는 것으로 나타났다.

2주반복 피부자극시험에서는 1일 6시간씩 월요일에서 금요일까지 반복적으로 시험동물의 피부에 절삭유를 직접 도포시킨 후 절삭유에 의한 피부의 손상여부를 관찰하였다. 시험결과 음성대조군에서는 홍반 및 부종 등의 피부 이상증상이 관찰되지 않았다. Cimperial 1010 원액투여군에서 투여 6일째부터 경미한 홍반과 부종이 관찰되기 시작하여 2주간 반복도포시 중정도의 피부자극으로 발전하였다. 작업장에서 사용된 절삭유는 원액과 비교하여 찰과, 비찰과 부위 모두 약간의 자극성이 증가하였으나 유의적인 증가는 보이지 않았다. Houghto RU 50A을 2주간 반복하여 피부에 도포시킨 결과 절삭유 원액에서는 홍반 및 부종 등 이상증상이 관찰되지 않았으며 작업장에서 사용된 절삭유

에서는 4동물중 1동물에서 6일부터 경미한 홍반이 관찰되었으나 평가결과 피부자극이 없는 것으로 나타났다. MSN 120은 원액투여군에서 투여 6일째부터 경미한 홍반과 부종이 관찰되기 시작하여 2주간 반복투여시 중정도의 자극으로 발전하였다. 작업장에서 사용된 절삭유는 원액과 비교하여 찰과, 비찰과 부위 모두 약간의 자극성이 증가하였으나 유의적인 증가는 보이지 않았다. 절삭유의 도포시킨 부위의 피부조직을 현미경으로 관찰한 결과 Cimperial 1010과 MSN 120을 접촉시킨 피부의 각질 두께가 증가한 것을 관찰할 수 있었다. 이는 급성피부자극시험과 유사한 결과이며 또한 피부자극 평가결과와도 일치하는 결과이다.

작업장에서 사용된 절삭유에는 절삭재료에 따라 철, 망간, 아연, 납이 포함되어 있었는데, 본 연구에서는 작업장에서 사용된 3종류의 절삭유에서 피부자극의 정도가 약간 증가하기는 하였으나 유의적인 증가는 보이지 않았다. 이는 본 시험에서 사용된 절삭유에 포함된 금속가루의 자극성이 약하거나 없는 물질이기 때문인 것으로 판단되며, 크롬, 코발트, 니켈 등 자극성을 증가시키는 물질이 포함되면 피부 자극성은 증가할 것으로 예측된다.

이상의 결과 Cimperial 1010과 MSN 120은 급성 피부자극시험 결과는 비자극으로 나타났지만 2주반복 피부자극시험 결과 중정도의 피부자극성 물질임을 알 수 있었다. 따라서 절삭유와 같이 장기적으로 피부에 접촉되는 물질의 피부독성을 평가하는 데 급성 피부자극시험과 함께 2주이상의 장기적인 피부독성 시험이 필요함을 알 수 있었다.

제 5 장 결 론

귀니픽을 이용하여 Cimperial 1010, Houghto RU 50A, MSN 120 3종류의 절삭유에 대하여 급성 및 2주반복 피부자극시험을 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 급성 피부자극시험 결과 3종류 모두 절삭유를 도포한 찰과, 비찰과 부위에서 피부자극성이 나타나지 않았다. 작업장에서 사용된 절삭유도 급성 피부자극성이 없는 것으로 평가되었다.

2. 2주반복 피부자극성 시험결과 Cimperial 1010과 MSN 120은 투여 6일부터 피부에 홍반과 부종이 나타나 중정도의 자극성을 나타내었다. 이 두 종류의 절삭유는 작업장에서 사용된 것도 중정도의 피부자극성을 보였다. Houghto RU 50A는 2주반복 투여 시험에서 피부자극성이 나타나지 않았으며 작업장에서 사용된 것에 대해서는 시험동물 4마리중 1마리에서 약한 피부자극증상이 보였으나 피부에 자극이 없는 것으로 평가되었다

3. 절삭유를 도포하여 홍반, 부종 등의 피부자극이 나타난 피부조직은 현미경으로 관찰시 각질층이 두꺼워진 것이 관찰되었다.

이상의 결과 Cimperial 1010, Houghto RU 50A, MSN 120은 급성피부자극은 없었으나 2주반복 피부자극시험시 Cimperial 1010과 MSN 120은 중정도의 피부자극을 보였다. 작업장에서 사용된 절삭유는 철,망간, 아연, 납 등이 포함되어 있었으나 본 연구에서는 피부자극에 유의적인 영향을 미치지 않는 않았다.

제 6 장 참고문헌

Agarwal R, Gupta KP, Kumar S, Mehrotra NK (1986) Assessment of some tumorigenic risks associated with fresh and used cutting oil. Indian J. Exp. Biol. 24, 508-510

Alomar A (1994) Occupational skin disease from cutting fluids. Dermatologic Clinics 12, 537-546

C. H. Goh (1991) Cutting oil dermatitis on guinea pig skin. Contact dermatitis (I). Cutting oil dermatitis and barrier cream 24, 16-21

C. H. Goh (1991) Cutting oil dermatitis on guinea pig skin. Contact dermatitis (II). Emollient creams and cutting oil dermatitis 24, 81-85

Calvert GM, Ward E, Schnorr TM and Fine LJ (1998) Cancer risks among workers exposed to metalworking fluids: A systemic review. American Journal of Industrial Medicine 33, 282-292

Charles Zuger, MD (1986) Cutting Fluids. Their use and effects on the skin. Occupational Medicine: State of the Art Reviews 1, 245-258

Cruickshank C and Squire JR (1993) Skin cancer in the engineering industry from the use of mineral oil. *Br. J. Ind. Med.* 50, 289-300

D. W. Pryce, D. Irvine, J. S. C. English and R. J. G. Rycroft (1989) Soluble oil dermatitis: a follow-up study *Contact Dermatitis* 21, 28-35

D. W. Pryce, J. White, J. S. C. English and R. J. G. Rycroft (1989) Soluble oil Dermatitis : A review. *J. Soc. Occup. Med.* 39, 93-98

Evans MJ, Hooper WB, Ingram AJ, Pullen DL and Aston RHR (1989) The chemical, physical and biological properties of a neat cutting oil during prolonged use in a large manufacturing facility. *Annals of occupational hygiene* 33, 537-553

Goh CL and Gan SL (1994) The incidence of cutting fluid dermatitis among metalworkers in a metal fabrication factory: prospective study. *Contact Dermatitis* 31, 111-115

Jarvholm B and Easton D (1990) Models for skin tumour risks in workers exposed to mineral oils. *Br. J. Cancer* 62, 1039-1041

Krishna P. Gupta and N. K. Mehrotra (1989) Tumor initiation in mouse skin by cutting oils. *Environmental Research* 49, 225-232

Krishna P. Gupta and N. K. Mehrotra (1990) Assessment of ornithine decarboxylase (ODC) induction potential of cutting oils over mouse skin. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 44, 715-720

Mackerer CR (1989) Health effects of oil mists: A Brief Review. Toxicology and industrial health 5, 429-440

Mineral oils : Untreated and mildly-treated oils (Group 10 : highly refined oils (group 3). (1987) IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, suppl. 7, 252-4

Shah M, Lewis FM and Gawkrödger DJ (1996) Prognosis of occupational hand dermatitis in metalworkers. Contact Dermatitis 34, 27-30

박병찬(1991) 절삭유 사용으로 인한 피부질환에 관한 역학조사, 대한과학회지 29, 298-303

절삭유의 피부독성 연구

(연구월 2001-20-59)

발 행 일 : 2000년 12월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 정 호근

연구책임자 : 산업화학물질연구센터 선임연구원 임 철홍

발 행 처 : 한국산업안전공단 산업안전보건연구원

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34 - 4

전 화 : (032) 5100 - 842

F A X : (032) 5180 - 867
