

勞工乙二醇乙醚醋酸酯皮膚暴露防護效果研究

**Evaluation of the effectiveness of skin
protection against exposure to
2-ethoxyethyl acetate**

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

勞工乙二醇乙醚醋酸酯皮膚暴露防護效果研究

Evaluation of the effectiveness of skin protection against exposure to 2-ethoxyethyl acetate

研究主持人：周瑞淑

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

研究期間：中華民國 97 年 1 月 1 日至 97 年 12 月 30 日

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

中華民國 98 年 3 月

摘要

乙二醇乙醚醋酸酯 (2-ethoxyethyl acetate, EEAc)，為網版印刷業常用溶劑，過量暴露會對人類造成生殖危害、胚胎發育危害及血液毒性等。文獻上已知乙二醇乙醚醋酸酯經皮吸收之重要性，但目前對於職場作業員工有害物的暴露途徑-經皮膚吸收的認知與防治卻明顯不足。

本研究利用有職業性乙二醇乙醚醋酸酯暴露之 15 位員工進行 3 次採樣（每次採樣依序未戴手套、配戴 Silver Shield/4H[®]手套和塗抹防護霜），同時測量空氣中乙二醇乙醚醋酸酯及尿中生物指標乙氧基醋酸濃度值，計算防護係數，評估防護效果。

研究結果發現：EEAc 暴露下，配戴 Silver Shield/4H[®]手套和塗抹防護霜分別可降低 37.1%和 33.5%暴露量。本研究證實員工於作業期間配戴 Silver Shield/4H[®]手套可有效降低內在暴露量，未來如果員工配戴 Silver Shield/4H[®]手套產生不舒適感或配戴意願低時，可建議員工塗抹具防護效果之防保護霜，以降低 EEAC 的暴露危害。

關鍵詞：乙二醇乙醚醋酸酯、單乙氧基醋酸、皮膚防護、生物偵測

Abstract

2-ethoxyethyl acetate (EEAc) is commonly used as a solvent in the screen printing industry. Excessive exposure to this harmful substance will affect human reproductive organs and embryonic development, as well as posing a blood toxicity hazard. It is known from published literature that EEAc can be absorbed through the skin of human beings; but knowledge of how to protect operating staff in workplaces where they are exposed to EEAc through the skin is insufficient, and control measures are obviously inadequate.

In this study, we took three samplings from 15 employees who had been exposed to EEAc in their work (each employee had samples taken under these conditions: without gloves, wearing Silver Shield/4H gloves, and with application of protective cream). The study also simultaneously measured EEAc concentrations in the air and biological indicators of the concentration of ethoxy acetic acid in urine during each sample, so as to calculate the protective factor and to assess the protective effect. Study results show that the wearing of Silver Shield/4H gloves and the application of protective cream can reduce the absorption of EEAc by 37.1%, and 33.5%, respectively.

This study confirmed that the wearing of Silver Shield/4H gloves during operation can effectively reduce the risk of exposure to EEAc. For those employees who feel uncomfortable wearing Silver Shield/4H gloves, or who exhibit a low willingness to wear the gloves, the application of a protective cream is recommended to reduce the risk of EEAc exposure.

Key Words: 2-ethoxyethyl acetate, 2-ethoxy acetic acid, skin protection, biological monitoring

目錄

摘 要.....	i
Abstract	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 緒 論.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 目的.....	2
第二章 文獻回顧.....	3
第一節 乙二醇乙醚醋酸酯之基本特性.....	3
第二節 乙二醇乙醚醋酸酯之法規容許標準.....	4
第三節 乙二醇乙醚醋酸酯之代謝及健康危害.....	5
第四節 乙二醇乙醚醋酸酯之生物偵測.....	5
第五節 乙二醇乙醚醋酸酯之皮膚吸收.....	6
第六節 手套種類.....	8
第三章 材料與方法.....	12
第一節 材料、試劑及儀器設備.....	12
第二節 研究架構.....	13
第三節 分析方法測試.....	13
第四節 工廠訪視.....	15
第五節 統計方法.....	16
第四章 結果與討論.....	17
第一節 分析方法測試結果.....	17
第二節 勞工基本資料.....	22
第三節 勞工個人環境偵測.....	24
第四節 勞工生物偵測.....	24

第五節 防護具之防護係數指標	25
第五章 結論	26
第六章 建議	27
誌 謝	28
參考文獻	29
附錄 1 問卷	33
附錄 2 人體試驗計畫同意函	35

圖目錄

圖 1 乙二醇乙醚醋酸酯之代謝途徑.....	5
圖 2 空氣中乙二醇乙醚醋酸酯檢量線圖之線性迴歸分析結果.....	17
圖 3 混合溶劑和尿液樣品之氣相層析圖。(A)空白混合溶劑添加 0.005 UL/ML 二氯苯 （內標準品），其波峰滯留時間為 16.16 分鐘。(B)空白溶劑中添加 220 μG/ML 乙氧基醋酸，其波峰滯留時間為 22.17 分鐘。(C) 為勞工暴露者之尿液分析結果	20
圖 4 尿液中乙氧基醋酸檢量線之線性迴歸分析結果.....	21

表目錄

表 1 乙二醇乙醚醋酸酯的物理和化學特性.....	3
表 2 各國勞工作業環境中乙二醇乙醚醋酸酯容許濃度標準.....	4
表 3 乙二醇單甲醚、乙二醇單乙醚和乙二醇單乙醚醋酸酯之吸收率.....	7
表 4 乙二醇單乙醚醋酸酯之分配係數.....	7
表 5 CNS 安全手套之標準及其適用範圍.....	8
表 6 空氣中乙二醇乙醚醋酸酯檢量線精密度測定結果.....	18
表 7 乙二醇乙醚醋酸酯添加於 3M 3500 被動式採樣器之脫附效率.....	18
表 8 尿液中乙氧基醋酸檢量線精密度測定結果.....	21
表 9 乙氧基醋酸尿液樣品添加回收率測定結果.....	22
表 10 受測員工基本資料.....	23
表 11 受測員工之防護具使用情形.....	23
表 12 受測人員 3 次空氣中乙二醇乙醚醋酸酯暴露濃度分析結.....	24
表 13 受測人員 3 次尿液中乙氧基醋酸濃度分析結果.....	24
表 14 配戴手套和塗防護霜之尿液中乙氧基醋之防護係數.....	25

第一章 緒 論

第一節 前言

從文獻知乙二醇乙醚醋酸酯 (2-ethoxyethyl acetate, 以下簡稱為 EEAc) 有生殖危害、胚胎發育危害及血液毒性等 [1-3]。對於人體主要急性毒性症狀包括有眼睛及鼻子的刺激、嘔吐及倦怠感，大量暴露會造成腎臟組織之損害 [4]，長期暴露可能產生生殖毒性，如男性精子形態上之異常或數量之減少，血液學異常如會造成紅血球、白血球與血小板數目減少，血紅素濃度及血比容之降低等 [5-6]。由於 EEAc 具有皮膚吸收之特性，且本所於 83 年度研究調查發現，國內網版印刷業常使 EEAc 作為油墨稀釋劑及清潔劑，且於全自動、半自動與生產部之 EEAc 空氣中濃度分別為 45、39、23 ppm，均超過法規容許濃度標準 (5 ppm) [7]。本所 93 年曾進行「網版印刷業暴露乙二醇乙醚醋酸酯勞工之尿及血液生物指標調查」，發現勞工個人空氣中 EEAc 濃度，將近 90% 樣本是超過國內現行法規 5 ppm 之容許濃度 [8]。

傳統工業衛生著重於吸入暴露，因為它被認為是最重要的暴露途徑，故許多國家制定有害物容許濃度標準時，是以呼吸途徑為主要考量，對於容易經由皮膚吸收的物質 (如 EEAc) 僅註明其容易經由皮膚吸收，並未將皮膚暴露之途徑納入作業員工暴露防治之考量。對於具有皮膚吸收性質之物質而言，其重要性可能不亞於呼吸暴露途徑。為防範化學物質接觸皮膚，採取適當的防護措施，選用正確的防護個人用具，就顯的非常重要。現今職場上常被使用之防護手套包含：橡膠手套、乳膠手套、棉質手套等，且文獻上大都僅針對棉質手套及橡膠手套進行評估 [9-10]。目前也有不同於傳統上常使用之手套，防護霜只要塗抹一次，即可於皮膚上形成一個保護膜，防止外在暴露物質經皮膚吸收，其使用方便之優勢可解決傳統手套之缺點、大幅提高勞工之接受度，然相關評估研究資料也是欠缺。

從工業衛生職業危害控制的角度來看，經由呼吸道之暴露能以配掛個人呼吸防護具或改善工作現場之通風設施加以控制，經由食入進入人體之暴露，可以教導勞工正確的個人衛生習慣 (如工作前後要求洗手、漱口等) 及行政管理 (工作現場嚴禁抽菸、飲食等) 加以控制，如已知有害物具皮膚吸收之特性，可以穿有效防護衣

及配戴有效防護手套，以避免皮膚直接接觸有機溶劑，然而台灣地處亞熱帶，夏天溫度常高達 30-35°C，因此除較特殊之作業場所（如造船廠之噴漆作業等）外，大多數勞工都會認為穿防護衣太悶熱難受，且自己身上已有穿工作衣，故可能僅會勉強戴手套。另即便勞工有戴防護手套，作業場所之溫濕度、手套之透氣度及舒適度等也會影響作業人員穿戴時間的長短，且目前市面上所販售之有機溶劑防護手套，其防護效果是以其破出時間及穩定滲透速率為評估依據，但手套的防護效會因手套材質、厚度、添加物種類及有機溶劑濃度條件而不同，因此本研究是以生物偵測評估防護手套和防護霜之防護係數，降低勞工之 EEAc 皮膚吸收有其必要性。

第二節 目的

1. 評估職場中有戴、未戴防護手套和塗防護霜後，對於乙二醇乙醚醋酸酯暴露勞工尿中乙氧基醋酸暴露指標之影響。
2. 完成網版印刷業勞工乙二醇乙醚醋酸酯之防護手套測試，並確認本研究所建立之手套防護評估技術之可行性。

第二章 文獻回顧

第一節 乙二醇乙醚醋酸酯之基本特性

乙二醇乙醚醋酸酯(2-ethoxyethyl acetate, EEAc)於室溫下為無色無強烈臭味之液體，具有高沸點及低揮發性，為工業及商業製程中廣泛應用之溶劑，化學式為 $C_2H_5OCH_2CH_2OCOCH_3$ ，由於具有醚與酯雙性的官能基，因此乙二醇乙醚醋酸酯不但與極性溶劑相溶性甚佳，也對油性物質有極高之親和力，因此在工業上常使用為多種有機溶劑之混合劑。其物化特性[11]如表 1 所示：

表 1 乙二醇乙醚醋酸酯的物理和化學特性

性質	乙二醇乙醚醋酸酯
分子量	132.2
沸點(°C)	156.3
凝固點 (°C)	-61.7
蒸氣壓(mm Hg 25°C)	2.8
揮發率	0.2
水中溶解度(%)	23.0
Kow	1.271

根據民國 82 年「乙二醇醚溶劑使用管理之探討」的調查報告指出，EEAc 國內全年消耗量是 5,000 ~ 8,000 噸，其中有將近 90% 是使用於塗膜工業，主要使用於印刷油墨、染料等製造過程中 [12]，尤其廣泛應用於印刷業製程中作為稀釋劑或清潔溶劑上，此外亦大量使用於半導體相關產業、電子業、造漆業及塗料業等工業。根據國外研究報告指出，EEAc 高暴露族群包括有亮光漆製造工人、LCD 板製造作業員、造船廠及航空工業的噴漆工人等 [13-17]。

第二節乙二醇乙醚醋酸酯之法規容許標準

各國對於作業環境中乙二醇乙醚醋酸酯容許濃度標準如表 2 所示。目前除美國職業安全衛生署（OSHA）頒佈 EEAc 容許暴露界限值-八小時日時量平均容許濃度（PEL-TWA）為 100 ppm、美國職業安全衛生研究所（NIOSH）建議容許暴露界限值（REL-TWA）為 0.5 ppm [4]、墨西哥為 50 ppm、南非和英國均為 10 ppm 外，美國工業衛生技師協會（ACGIH）所建議的八小時時量平均濃度標準（TWA）界限值（TLV-TWA）為 5 ppm [18]，我國勞委會所訂的 TWA 為 5 ppm 且容許濃度標準中特別加註”皮”以警告使用者[19]。

表 2 各國勞工作業環境中乙二醇乙醚醋酸酯容許濃度標準

容許濃度 國家名稱	TWA		STEL		Skin Desig.
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
ROC, Taiwan	5	27			皮
Canada	5				yes
Australia	5				yes
Belgium	5				yes
China		30		60	yes
Finland	2				yes
France	5				yes
Germany	5	40			yes
Hong Kong	5				yes
Ireland	5				yes
Japan-JOSH	5				yes
Malaysia	5				yes
Mexico	50	100			yes
Netherlands	5				yes
New Zealand	5				yes
Norway	5				yes
Poland		20			yes
South Africa_DOL CL	10				
South Africa_DOL RL	10				yes
Spain	5				yes
Sweden	5	10			yes
United Kingdom	10				yes
USA:ACGIH	5				yes
USA:NIOSH IDLH			500		
USA:NIOSH REL	0.5				yes
USA:OSHA PEL	100				yes

第三節 乙二醇乙醚醋酸酯之代謝及健康危害

乙二醇醚類溶劑可藉由食入、吸入及皮膚吸收的方式進入人體。由多項動物實驗證實，乙二醇醚類之代謝主要經由肝臟中的酒精去氫酶（alcohol dehydrogenase, ADH）及醛類去氫酶（aldehyde dehydrogenase, ALDH）兩種酵素參與，最後氧化為單烷氧基醋酸。EEAc 則先由酯酶水解為乙二醇單乙醚（EGEE），再經由 ADH 與 ALDH 兩種酵素氧化，形成代謝產物乙氧基醋酸（2-ethoxy acetic acid, EAA），最後會由尿液排泄至體外 [20]，EEAc 之主要代謝途徑如圖 1。此類酸性代謝物是使乙二醇醚類溶劑對於生物體具有毒性之主要因素，若無法完全排泄至體外，會累積於體內器官而造成生物體之危害。

關於 EEA 的毒理研究已於多項動物實驗中證實有生殖危害、胚胎發育危害及血液毒性等[1-2]。對於人體主要急性毒性症狀包括有眼睛及鼻子的刺激、嘔吐及倦怠感，大量暴露會造成腎臟組織之損害 [4]，長期暴露所造成之健康危害已證實有生殖毒性，如男性精子形態上之異常或數量之減少，血液學異常如會造成紅血球、白血球與血小板數目減少，血紅素濃度及血比容之降低 [5-6]，根據國內一研究則發現高濃度暴露之印刷作業員工之有貧血現象 [21]。關於致癌性及致突變性的研究於動物實驗中有部份發現陽性結果，而對於人體之致癌性及致突變毒性仍尚未有實驗證實，故 EEA 對人體之致癌毒性與致突變毒性需待未來研究近一步釐清。

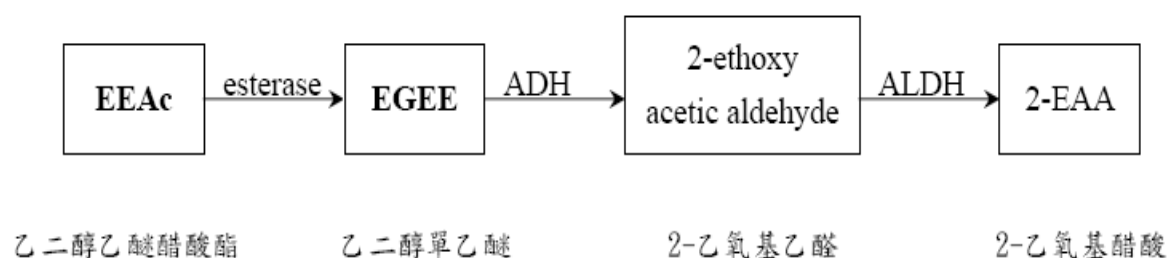


圖 1 乙二醇乙醚醋酸酯之代謝途徑

第四節 乙二醇乙醚醋酸酯之生物偵測

回顧文獻上現有 EEA 之生物偵測研究，Groeseneken 等學者研究 EEA 由呼吸

道排除的研究中發現約僅有 0.5% 或小於 0.5% 的物質由肺部排除，而血液方面並沒有發現 EEAc 本體及 EAA 之存在 [22]。因此大部份進入體內的 EEAc 會經代謝成 EAA，最後由尿液排除至體外。同批研究學者以男性人體自願受試者暴露 EGEE 及 EEAc，以尿中 EAA 的濃度推論半衰期 (half-life) 約為 21-24 小時 [23-24]，二篇研究試驗均是以呼吸暴露蒸氣的方式，且暴露狀態是以穩定濃度暴露 4 小時；而另一篇研究的對象為現場女性作業員連續一週 5 天同時暴露 EGEE 與 EEAc 平均濃度為 3.9 ppm 下，以上下班前尿中 EAA 濃度值評估其半衰期約為 42-48 小時 [22]。

目前 EEAc 暴露之生物偵測方法，是以一星期工作完後下班前尿液中的 EAA 濃度值作為一星期 EEAc 平均暴露之評估指標。偵測尿中之 EAA 可評估勞工暴露 EEAc 的情形，而尿中之 EAA 為一具特異性及可行性之生物偵測指標。此外，Angerer 等學者的職場暴露 EEAc 之研究結果也顯示出，員工於上班前及週末的尿液中 EAA 濃度仍偏高 [15]。有此可見 EAA 較長的半衰期會使代謝物累積於體內，對於高濃度及連續暴露的作業員工健康上存有令人隱憂之危害。ACGIH 目前建議若正常健康成年勞工於職場一週暴露空氣中平均濃度為 5 ppm (TLV) 以下，於一工作週結束的下班前尿中 EAA 濃度值應為 100 mg/g creatinine [18]。

第五節 乙二醇乙醚醋酸酯之皮膚吸收

乙二醇醚類及其醋酸酯因有親水性及親油性之特性，使得他們易經由皮膚吸收進入體內。已有多項研究探討乙二醇醚類之皮膚吸收情形，體內試驗及體外試驗也證實乙二醇醚類的這項特性。Dugard 等位學者以體外試驗來探討人皮與乙二醇單甲醚、乙二醇單乙醚和乙二醇單乙醚醋酸酯溶劑皮膚吸收情形，三種溶劑之吸收率 [25] 如表 3 所示。

表 3 乙二醇單甲醚、乙二醇單乙醚和乙二醇單乙醚醋酸酯之吸收率

醇醚類	吸收率 (mg/cm ² per hr)	相對速度 (乙二醇單丁醚 = 1)
乙二醇單甲醚 (EGME)	2.820 ± 2.630	14.2
乙二醇單乙醚 (EGEE)	0.796 ± 0.460	4.02
乙二醇單乙醚醋酸酯 (EEAc)	0.800 ± 0.430	4.04

根據 Nakaaki 等學者證實乙二醇單甲醚於前臂部位之皮膚吸收率是丙酮或甲醇之十倍之高 [26]。由此可見，EEAc 相對於丙酮或甲醇也有二倍之高的皮膚吸收率。另外一篇研究是利用人體受試者為研究對象，進行全身暴露於乙二醇單丁醚 (EGBE) 的蒸氣下之試驗，其報告證實全身蒸氣之暴露量約有 75% 是由皮膚吸收所貢獻 [27]，而由 Dugard 等學者的研究中顯示出之 EEA c 皮膚吸收率為 EGBE 之 4.04 倍，由此可推估暴露 EEA c 的蒸氣下，皮膚吸收所佔的貢獻比例應會大於 75%。Johanson 氏於他的研究中比較常用乙二醇醚溶劑經由皮膚吸收及呼吸道吸入之劑量，其中包括 EEA c，而同樣暴露於法規允許濃度 5 ppm 下，8 平方英尺皮膚面積 (相當於 50 平方公分) 之吸收率遠高於經由呼吸道吸入之吸收率，可見其經由皮膚吸收之重要性 [28]。以毒物動力學 (Toxicokinetics) 來探討或闡釋有機溶劑的體外吸收，至體內分佈及排除速率的一項重要因子為分配係數 (partition coefficients, λ)，分配係數中的油/空氣及油/水兩項係數，可作為皮膚吸收之參考指標 [29]，由表 4 中可知 EEA c 之親水性與親油性係數皆大於 3000，可以預期 EEA c 的高皮膚吸收率。

表 4 乙二醇單乙醚醋酸酯之分配係數

	λ water/air	λ oil/air	λ oil/water
乙二醇單乙醚醋酸酯 (EEAc)	3822	4860	1.271

綜合上述文獻結果，可知皮膚吸收為暴露 EEAc 之之主要吸收途徑，由此可見，職業環境下 EEAc 皮膚吸收之重要性是不容忽視。過去幾篇職場暴露之研究並無直接量測皮膚暴露量，或無提出皮膚吸收對於 EEAc 生物指標之貢獻量，然而，卻由研究結果提出皮膚吸收應為主要吸收途徑之結論。Angerer 等學者在一家使用醇醚類溶劑的亮光漆生產工廠的職場研究中，根據亮光漆生產工人的個人環境空氣採樣濃度不高(EGEE 及 EEAc 為 2.8 ppm 及 2.7 ppm)，而尿液中 EAA 平均濃度高至 167.8 mg/L (49.9-497 mg/L)，提出大部份溶劑是經由皮膚所吸收之推論 [15]；Vincent 等學者於一家使用醇醚類溶劑作為剝漆劑的航空工業之研究結果也指出，儘管工人於作業時有佩戴呼吸防護具，尿液中 EAA 濃度仍高至 108.4 mg/g 及 139.4 mg/g creatinine (pre-shift 與 post-shift)，且空氣 EEAc 濃度與尿液中 EAA 濃度呈現並未統計上顯著相關 ($p = 0.708$ 與 0.662)，因此推論作業環境下經皮吸收為一主要之暴露途徑 [13]。

第六節 手套種類

化學防護手套之所以能抵抗化學品的傷害在於其主要材質不易和化學物質起反應。但因化學品的種類、特性繁多，所以沒有一種手套可以抵禦各種化學物質的入侵，因而有不同的防護手套針對不同的化學危害物。在另一方面，即使主要材質相同，但因成份、厚度、結構、製程的不同，防護效果也不竟然相同。故各手套製造商會提出自己生產的手套分級方法或顏色管理模式，並將所生產的防護手套依照其抗化性能予以分級，提供使用者參考。另我國中國國家標準 (CNS) 有關安全手套的標準有五種，分別為熔接用防護皮手套、職業衛生用防護手套、醫用 X 射線防護手套、防振手套和電用橡膠手套 (如表 5) [30]，且 CNS 再依其用途、形狀、材料等分為數類，相關內容如下述：

表 5 CNS 安全手套之標準及其適用範圍

CNS 總號	名稱	適用範圍
--------	----	------

7178	熔接用防護皮手套	適用於熔接、熔斷作業中，防止火花熔融金屬、熱金屬等直接與手接觸引起傷害之熔接作業，如電焊、氣焊作業。
8068	職業衛生用防護手套	適用於從事酸、鹼、礦植物油及化學藥品等，有傷害皮膚或經由皮膚吸收之虞之物質作業。
10295	醫用 X 射線防護手套	適用於實施 X 射線診療時所用之 X 射線輻射防護。
12544	防振手套	適用於礦業、林業、土木建築業、製造業等工作場所，為減輕工作人員手中傳自工具、機械等之振動。
12546	電用橡膠手套	適用於 300V 至 7000V 以下電路作業或於活線近接作業。

1.熔接用防護皮手套 [31]

種類		材料	形狀	用途
1 種	1 號	掌與背：牛皮	二指	主要用於電弧熔接
	2 號	袖部：牛榔皮	三指	
	3 號		五指	
2 種	1 號	掌與背：牛榔皮	二指	主要用於氣體熔接 熔斷用
	2 號	袖部：牛榔皮	三指	
	3 號		五指	

2.職業衛生用防護手套 [32]

職業衛生用防護手套之種類為橡膠製（天然橡膠或合成橡膠）及塑膠製（聚氯乙烯、聚胺酯）兩種。另依其用途，以及對酸、鹼、礦植物油、有機溶劑（以下稱藥品）之不滲透性區分為如下所示：

符號	試藥名稱	參考
A-1	15% 硫酸，CNS 2008 [化學試藥（硫酸）] 特級，以純水稀釋。	無機酸類
A-2	80% 硫酸，CNS 200 特級，以純水稀釋。	
A-3	37% 鹽酸，CNS 1745 [化學試藥（鹽酸）] 特級。	
A-4	15% 硝酸，CNS 1837 [化學試藥（硝酸，比重 1.40）] 特級，以純水稀釋。	

A-5	60%硝酸，CNS 1837 特級。	
A-6	40%氫氟酸，CNS 1746 [化學試藥（氫氟酸）] 特級，以純水稀釋。	
B-1	20%氫氧化鈉水溶液，CNS 1967 [化學試藥（氫氧化鈉）] 特級，以純水稀釋。	鹼類
B-2	28%氨水，CNS 1553 [化學試藥（氫氧化銨、氨水）] 特級。	
C-1	機械油，CNS 2981 [機械油] 添加透平油 2 號。	礦、植物油
D-1	苯，CNS 1590 [化學試藥（苯）] 1 級。	芳香族烴類、酚類
D-2	甲苯，CNS 2028 [化學試藥（甲苯）] 1 級。	
D-3	二甲苯，CNS 2038 [化學試藥（二甲苯）] 1 級。	
D-4	苯乙烯。	
D-5	m-甲酚 1 級。	
E-1	正丁醇，CNS 1611 [化學試藥（正丁醇）] 1 級。	醇類
E-2	異丙醇，CNS 1764 [化學試藥（異丙醇）] 1 級。	
E-3	甲醇，CNS 1813 [化學試藥（甲醇）] 1 級。	
F-1	乙醚，CNS 1712 [化學試藥（乙醚）] 1 級。	醚類
F-2	甲基溶纖劑 1 級	
F-3	丁基溶纖劑。	
G-1	丙酮，CNS 1524 [化學試藥（丙酮、二甲基酮）] 1 級。	酮類
G-2	甲基異丁酮 1 級。	
H-1	1,2-二氯乙烷，CNS 9406 [化學試藥（1,2-二氯乙烷）] 1 級。	氯化烴類
H-2	四氯化碳，CNS 1635 [化學試藥（四氯化碳）] 特級。	
H-3	分餾部分(145-148°C)在 95vol%以上之四氯乙烯。	
I-1	乙酸異戊酯特級	酯類
I-2	分餾部分(152-160°C)在 95vol%以上之醋酸溶纖劑	
J-1	己烷，CNS 10106 [化學試藥（己烷）] 特級。	脂肪族烴類
K-1	二氧二乙烯。	異節環狀族
L-1	95%以上之醋酸（冰醋酸），CNS 1520 [化學試藥（冰醋酸）] 特級。	有機酸類
M-1	二甲基二醯胺	羧酸醯胺類
Z-1	二硫化碳，CNS 1634 [化學試藥（二硫化碳）] 特級。	其他

Z-2	8%三氧化鉻水溶液，CNS 1646 [化學試藥（三氧化鉻、鉻酸酐）] 1 級，以純水溶解。	
-----	--	--

3.醫用 X 射線防護手套 [33-34]

依手套主要材料可分為含鉛橡膠及含鉛聚氯乙烯製兩種。

4.防振手套 [35-36]

手套依形狀分為 2 指型、3 指型、4 指型及 5 指型等 4 種。

5.電用橡膠手套 [37]

種類	用途
A 種	主要使用於超過 300V 至 600V 以下交流電或 750V 以下直流電之作業。
B 種	主要使用於超過 600V 交流電或超過 750V 直流電至 3500V 以下之作業。
C 種	主要使用於 3500V 至 7000V 以下之作業。

目前市售常用之手套有氯丁烯橡膠（neoprene）、類橡膠（nitrile）及聚乙烯醇（polyvinyl alcohol, PVA）等，在考慮選用適當手套時應先考慮：成份、厚度、製造商、滲透率、衰變性和機械性強度等因素外，最重要的是其對有機溶劑之浸透性需具有防護效果。而防護效能主要考慮因素為化學物質與手套接觸後，於手套內面偵測到化學物質破出時間（break through time），以及當浸透達到平衡狀態之穩定透速率（steady-state permeation rate），而此亦為一般選擇有機溶劑防護手套之主要依據。有鑑於此，ASTM（American Society for Testing and Materials）、CEN（European Committee for Standardization）及國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）分別設立長久性的技術諮詢委員會，去評估和改善安全手套的選擇過程。在美國防護衣物浸透測試標準方法是依據 ASTM F739 [38]。

第三章 材料與方法

第一節 材料、試劑及儀器設備

1.材料

- (1)3M 個人被動式活性碳採樣器：3M 3500, Minnesota, USA
- (2)離心管：15 mL, Falcon, NJ, USA。
- (3)玻璃瓶：1.8 mL、4 mL、100 mL。
- (4)微量注射針：10 μ L、25 μ L、50 μ L、1.0 mL。
- (5)手套：Silver Shield/4H[®], 41cm, North, USA。
- (6)防護霜：HANDS +[®], USA。

2.試劑

- (1)乙二醇乙醚醋酸酯：>99%, Merck, Germany。
- (2)乙氧基醋酸： \geq 98%, Fluka, Switzerland。
- (3)二硫化碳：99.9%, Tedia, OH, USA。

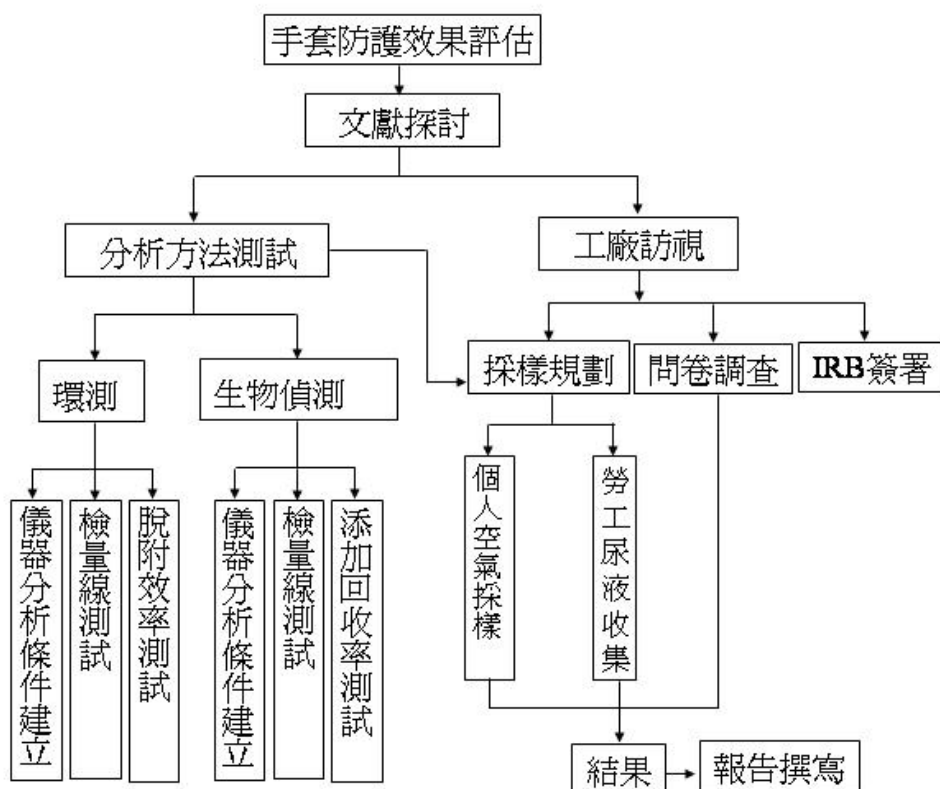
3.儀器設備

- (1)氣相層析儀：Agilent Technologies, 6890N, Wilmington, DE, USA。
- (2)偵測器：火焰離子偵檢器 (Flame ionization detector, FID)。
- (3)氣相層析儀之樣品自動注射器：Agilent Technologies, 7683 series, Wilmington, DE, USA。
- (4)層析管柱：DB-WAX，60 m \times 0.25 mm ID，0.25 μ m film thickness，J&W Corporation, Folsom, CA, USA。
- (5)離心機 (新光精機，台灣)

4.空白尿液樣品之收集

收集六位未暴露於乙二醇乙醚和乙二醇乙醚醋酸酯溶劑之身體健康成年男性尿液，將尿液混合均勻，以轉速 3000rpm 離心 10 分鐘以上，取尿液上層澄清部份，並保存於-20°C的冰箱中。

第二節 研究架構



第三節 分析方法測試

1. 空氣中乙二醇乙醚醋酸酯分析方法測試

參考 MDHS 採樣分析方法 88 號 [39]，進行氣相層析儀條件、檢量線範圍、脫附效率及精密度等項目測試。測試內容分述如下：

(1) 氣相層析儀條件測試

將探討氣相層析管柱、升溫條件，波峰滯留時間等，以確認乙二醇乙醚醋酸酯與脫附溶劑能完全分離。

(2) 檢量線測試

檢量線配製是以 liquid spike，將不同量之乙二醇乙醚醋酸酯打入定量之二硫化碳溶劑中，經震盪器震盪混合勻後，再以 GC/FID 分析。所配製之檢量線範圍為 0.0585~0.9750 mg/mL，且相關係數 (r) 需大於 0.995，整體之分析變異係數不得大於 10%。

(3) 脫附效率測試

本研究以添加法配製測試樣品，以微量注射針分別添加 4 μ L、10 μ L 及 17 μ L 之 19.5 mg/mL 乙二醇乙醚醋酸酯儲備溶液（每個樣品之乙二醇乙醚醋酸酯添加量相當於 0.078 mg/sample、0.195 mg/sample 和 0.332 mg/sample）於 3M 3500 被動式採樣器中，置於 4°C 冰箱冷藏隔夜後取出，以 1.5 mL 之二硫化碳溶劑進行脫附分析。每種濃度均做三重覆分析和一個空白樣品。將儀器所得之波峰面積代入檢量線之線性迴歸方程式計算其添加量，再除以原始添加量即得到脫附效率分析結果。

2. 尿液中乙氧基醋酸分析方法測試

另以本所 85 年度所建立之尿中乙二醇醚溶劑生物偵測分析方法 (IOSH85-A314) [40]和季刊 [41,42]，分析本研究計畫所收集之勞工尿液檢體。

(1) 氣相層析質譜儀條件測試

配製 220 μ g/mL 乙氧基醋酸於含內標準品二氯苯 (dichlorobenzene, 0.005 μ l/ml) 之混合溶劑 (dichloromethane : 2-propranol = 2 : 1)，以氣相層析質譜儀分析，尋找和確認乙氧基醋酸波峰滯留時間及其質譜圖後，取 1 mL 已知配製濃度為 220 μ g/mL 乙氧基醋酸的尿檢體，並添加 60 μ L 濃鹽酸，混合均勻，再以 1.0 mL 含內標準品 (dichlorobenzene, 0.005 μ L/mL) 之混合溶劑 (dichloromethane : 2-propranol = 2 : 1) 萃取，振盪混合十分鐘，以 3000 rpm 離心五分鐘，取有機層並以氣相層析質譜儀分析，比較尿液檢體中是否也有二氯苯及乙氧基醋酸的滯留時間及分子質譜圖存在，以確認此氣相層析質譜儀之分析條件是否可應用於尿液樣品分析。

(2) 檢量線測試

在氣相層析質譜儀條件測試確立後，即進行檢量線測試，乙氧基醋酸的濃度範圍為 88.0–660.0 μ g/mL 之間。尿液樣品進行三重覆分析，以評估分析方法之精密度 (precision of intraday assay)。波峰面積比率之平均值，代表尿液樣品分析圖譜中，連續三次分析之 EAA_{SIM(31)}與內標準品 dichlorobenzene_{SIM(146)}的強度比。

(3)添加回收率測試

配製 154 µg/mL 乙氧基醋酸尿液樣品，取前述 1 mL 尿液樣品，添加 60 µL 濃鹽酸，混合均勻，再以 1.0 mL 含內標準品 (dichlorobenzene, 0.005 µL/mL) 之混合溶劑 (dichloromethane : 2-propranolol = 2 : 1) 萃取，振盪混合十分鐘，以 3000 rpm 離心五分鐘，取有機層並以氣相層析質譜儀分析之。尿液樣品做六重覆分析。其添加回收率之計算是比較尿樣品之分析濃度與實際添加濃度之比值。

第四節 工廠訪視

1.採樣對象

本研究對象選自國內的某家網版印刷廠，廠內工作區域包括印刷區（可再分為手動及自動印刷線）、感光區、包裝區、切割區及行政辦公區，採密閉式作業環境。印刷區為使用乙二醇乙醚醋酸酯溶劑之主要區域，故本計劃預計選擇此區之10-15位勞工參與。對象選擇之條件為於印刷區工作年資達一個月以上，並透過問卷方式（如附錄1），內容包括：1.個人基本資料：姓名、性別、出生日期、工作年資、抽煙、喝酒之習慣頻率及藥物使用情形等；2.個人疾病史：肝臟、腎臟及皮膚是否有疾病。因肝臟為乙二醇醚類溶劑之主要代謝器官，因此肝功能異常會影響個人之代謝能力，而腎臟為代謝產物排泄之器官，腎功能異常亦會影響個人之正常排泄能力；3.使用防護具情形：有無使用、種類、頻率及時間長短；4.有機溶劑接觸情形：工作時乙二醇乙醚醋酸酯溶劑及其他有機溶劑使用情形。排除有肝、腎臟疾病或肝腎功能損失者，並與參加者簽定「人體試驗受試者同意書」（如附錄2）。另外，勞工個人尿液樣本中肌酐酸（creatinine）濃度若不符合正常值（0.3~3.0 g/L）[43]則予以排除。

2.採樣策略

目前美國政府工業衛生師協會（ACGIH）所建議之乙二醇乙醚醋酸酯暴露指標值為[8]為每週工作結束時，尿液中含有 100 毫克乙氧基醋酸/每公克肌酸酐。因該公司每隔週上班 6 天，故本計畫每次採樣時間為每隔週星期六，採樣分為下列 3 個方式：

(1)第 1 次採樣

請員工不戴手套進行印刷作業，並同時進行勞工個人空氣採樣和收集下班前尿液。

(2)第 2 次採樣

請員工戴 Silver Shield/4H[®] 手套進行印刷作業，並同時進行勞工個人空氣採樣和收集下班前尿液。

(3)第 3 次

請員工於手掌和手臂處，塗抹防護霜（HANDS +[®]），並同時進行勞工個人空氣採樣和收集下班前尿液。

3.勞工個人空氣和尿液採樣方法

(1)空氣濃度採樣

本研究是以 3M 3500 被動式採樣器進行個人採樣。其採樣流率為 26.6 ± 0.4 mL/min，採樣標準為採樣器之薄膜面須向外，每一勞工上下午各採樣 1 次（每次採樣時間 3 小時以上，上下午採樣時間總計 6 小時以上），並紀錄採樣時間及當時溫溼度，結束取下後立即密封，帶回後保存於 4°C 環境下於一週內分析完成。

(2)尿液採樣

發給員工 100mL 玻璃瓶，現場尿液檢體收集後，立即以乾冰保存，送回實驗室後存放於-20°C 冰箱，欲分析時才回至室溫。每一管尿液皆測定肌酐酸（creatinine）濃度值。

第五節 統計方法

以 One-way analysis of variation (ANOVA) 及 F-test 等統計方法來確定乙二醇乙醚醋酸酯之空氣濃度及尿液中 EAA 濃度是否隨著不同防護手套而有顯著性差異，統計分析採用之統計軟體為 Statistic 6.0 版本（StatSoft, OK, USA）。

第四章 結果與討論

第一節 分析方法測試結果

1. 空氣中乙二醇乙醚醋酸酯分析方法測試

(1) 氣相層析儀條件測試：

分析條件：注射器溫度 250°C；偵測器溫度 250°C；管柱為 J&W DB-WAX 60 m × 0.25 mm ID × 0.25 μm，在 60°C 維持 4 分鐘，第一段升溫速度 10°C/min，升溫至 150°C；第二段升溫速度 20°C/min，升溫至 200°C；氮氣為載送氣體，流量為 3.0 mL/min；偵測器氣體流量設定為空氣 400 mL/min，氫氣 40 mL/min，二硫化碳（脫附溶劑）及乙二醇乙醚醋酸酯的滯留時間分別為 3.563 及 11.132 分鐘。

(2) 檢量線範圍測試

圖 2 為乙二醇乙醚醋酸酯檢量線之線性迴歸分析結果。檢量線濃度範圍為：0.0585~0.9750 mg/mL，且檢量線相關係數 r 值在 0.999 以上。表 6 為乙二醇乙醚醋酸酯檢量線之精密度測定結果，由表知檢量線濃度範圍內各點濃度之相對標準偏差均小於 10.0 %。

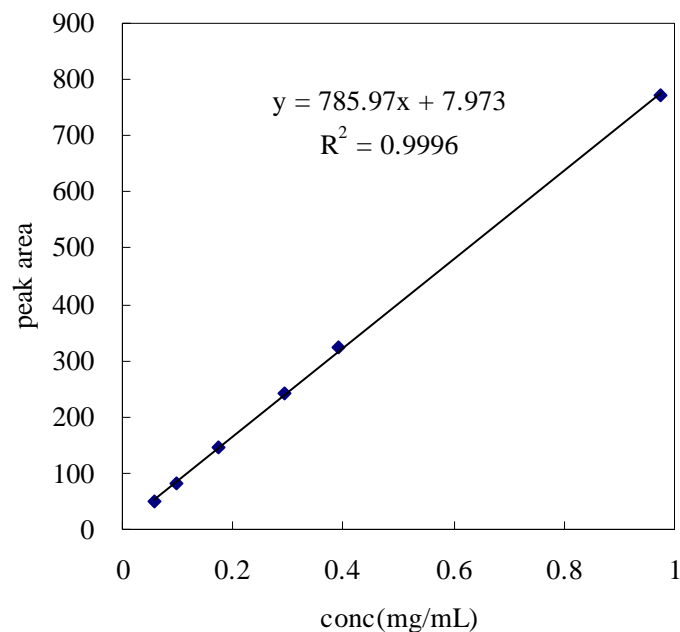


圖 2 空氣中乙二醇乙醚醋酸酯檢量線圖之線性迴歸分析結果。

表 6 空氣中乙二醇乙醚醋酸酯檢量線精密度測定結果

濃度 (mg/mL) , n=3	peak area	RSD(%)
0.0585	49.5	-9.68
0.0975	80.8	-4.97
0.1755	145.3	-0.44
0.2925	242.8	2.14
0.39	322.3	2.53
0.975	770.5	-0.50

n：樣品為三重覆分析

(3)脫附效率測試：

表 7 是 3M 3500 被動式採樣器中添加相當於 0.5、1 PEL 和 2 PEL 乙二醇乙醚醋酸酯濃度之脫附效率測試結果。由分析結果知：此三種濃度的平均脫附效率為 $101.49 \pm 5.79\%$ 。

表 7 乙二醇乙醚醋酸酯添加於 3M 3500 被動式採樣器之脫附效率

編號	0.5 PEL			1 PEL			2 PEL		
	添加量 (mg /樣品)	分析量 (mg /樣品)	回收率 (%)	添加量 (mg /樣品)	分析量 (mg /樣品)	回收率 (%)	添加量 (mg /樣品)	分析量 (mg /樣品)	回收率 (%)
1	0.078	0.078	100.30	0.195	0.190	97.21	0.332	0.342	103.16
2	0.078	0.076	97.03	0.195	0.226	115.98	0.332	0.330	99.43
3	0.078	0.077	98.17	0.195	0.197	101.00	0.332	0.336	101.10
平均		0.077	98.5		0.204	104.7		0.336	101.2

2. 尿液中乙氧基醋酸分析方法測試

(1) 氣相層析質譜儀條件測試

分析條件：注射器溫度 210°C；偵測器溫度 260°C；管柱為 J&W DB-WAX 60 m × 0.25 mm ID × 0.25 μm，在 60°C 維持 5 分鐘，第一段升溫速度 10°C/min，升溫至 190°C 維持 1 分鐘；第二段升溫速度 10°C/min，升溫至 205°C 維持 5 分鐘；第三段升溫速度 5°C/min，升溫至 220°C 維持 5 分鐘；氦氣為載送氣體，流量為 1.0 mL/min。由圖 3 知：二氯苯（內標準品）和乙氧基醋酸的滯留時間分別為 16.16 及 22.17 分鐘。

(2) 檢量線測試

圖 4 為乙氧基醋酸檢量線之線性迴歸分析結果。檢量線濃度範圍為：88.0—660.0 μg/mL，且檢量線相關係數 r 值在 0.995 以上。表 8 為乙氧基醋酸檢量線之精密度測定結果，由表知檢量線濃度範圍內各點濃度之相對標準偏（relative standard deviation）除了低濃度（88 μg/mL）為 10.64 % 外，其餘各點相對標準偏差均小於 9.10 %。

(3) 添加回收率測試

表 9 是尿液檢體中 154 μg/mL 乙氧基醋酸之添加回收率測試。由分析結果知：此濃度的平均添加回收率為 100.02±1.32 %。

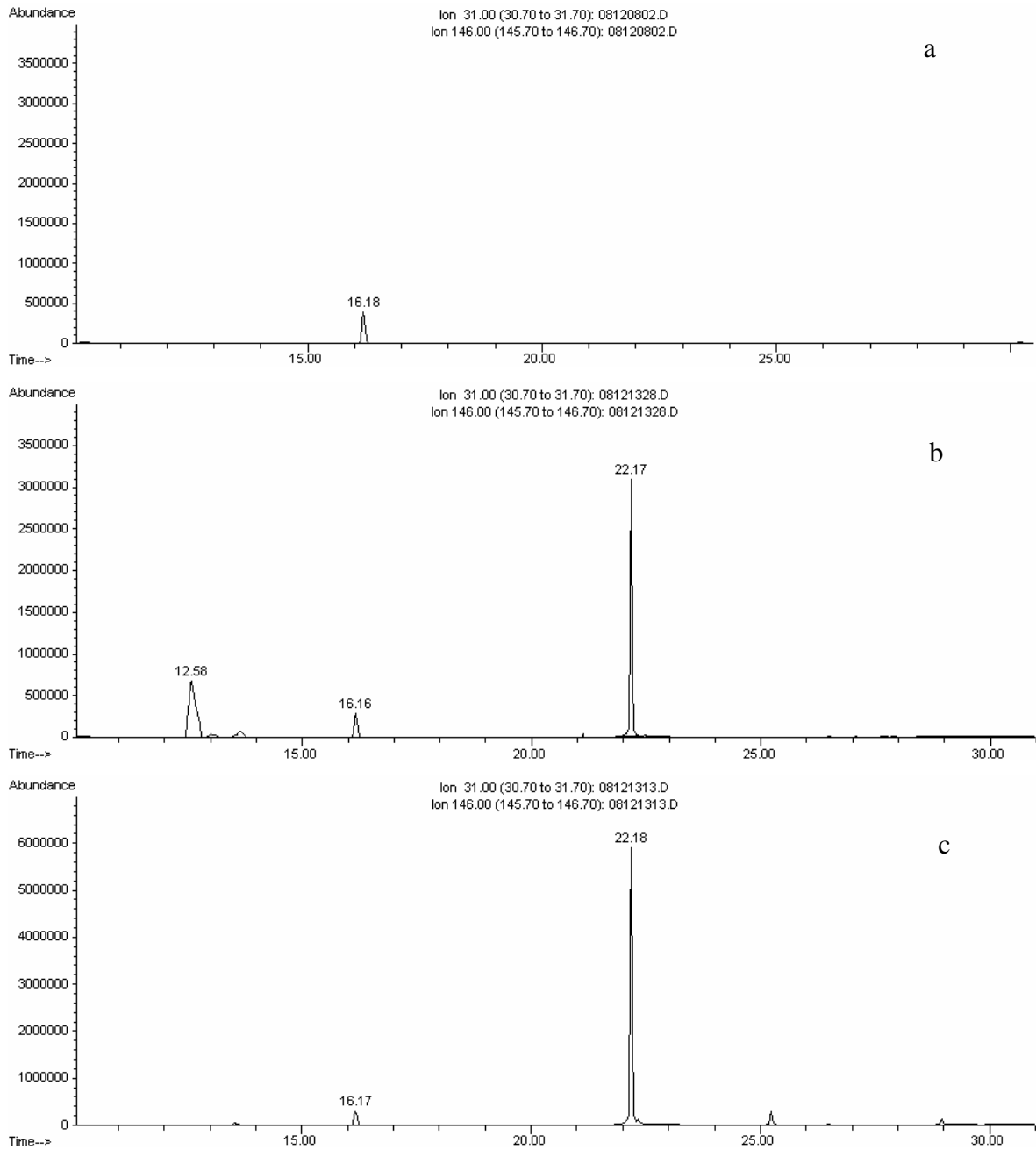


圖 3 混合溶劑和尿液樣品之氣相層析圖。(a)空白混合溶劑添加 0.005 uL/mL 二氯苯（內標準品），其波峰滯留時間為 16.16 分鐘。(b)空白溶劑中添加 220 $\mu\text{g/mL}$ 乙氧基醋酸，其波峰滯留時間為 22.17 分鐘。(c) 為勞工暴露者之尿液分析結果。

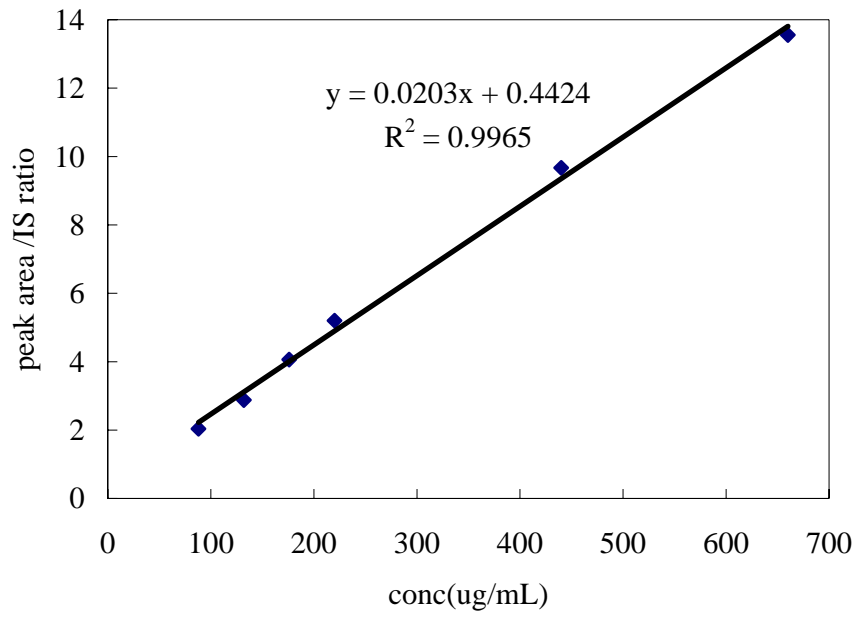


圖 4 尿液中乙氧基醋酸檢量線之線性迴歸分析結果。

表 8 尿液中乙氧基醋酸檢量線精密度測定結果

濃度 (μg/mL)	Sample/IS	RSD(%)
88	2.03	10.64
132	2.87	9.06
176	4.06	-1.40
220	5.20	-6.55
440	9.67	-3.31
660	13.55	2.14

表 9 乙氧基醋酸尿液樣品添加回收率測定結果

編號	添加量 ($\mu\text{g/mL}$)	分析量 ($\mu\text{g/mL}$)	Recovery(%)
1	154.00	156.30	101.49
2	154.00	153.94	99.96
3	154.00	155.27	100.82
4	154.00	155.45	100.94
5	154.00	151.40	98.31
6	154.00	151.79	98.57
平均		154.03	100.02

第二節 勞工基本資料

受測人員基本資料如表 10 所示，受測人員之平均年齡為 36.9 ± 4.0 歲，平均工作年資為 13.3 ± 6.5 年，就教育程度而言，最大族群為高中職畢業者（53.3%），抽煙和喝酒比例分別為 40.0%和、20.0%。勞工於工作時，均會使用到溶劑，且接觸部位以手部為主（100%），作業時有皮膚刺激感之比例為 26.7%，產生皮膚過敏現象之比例為 13.3%。80%以上作業人員偶爾配戴活性碳口罩和橡膠手套，且均未穿著防護衣（表 11）。

表 10 受測員工基本資料

項	目	人數 (%)	累積百分比 (%)
國籍	本國	15 (100)	100.0
性別	男	15 (100)	100.0
年齡 (歲)	36.9±4.0		
教育程度	國中	5 (33.3)	33.3
	高中職	8 (53.3)	86.6
	專科大學	2 (13.3)	100.0
工作年資 (年)	≤4	2 (13.3)	13.3
	5~10	3 (20.0)	23.3
	11~20	9 (60.0)	83.3
	>20.0	1 (6.7)	100.0
抽煙 (人(%))	無	9 (60.0)	41.5
	有	6 (40.0)	100.0
喝酒 (人(%))	無	12 (80.0)	80.0
	有	3 (20.0)	100.0
作業時皮膚刺激感覺 (人(%))	無	11 (73.3)	73.3
	有	4 (26.7)	100.0
作業時皮膚過敏 (人(%))	無	13 (86.7)	86.7
	有	2 (13.3)	100.0

表 11 受測員工之防護具使用情形

項 目	無	偶爾	一半時間	所有時間
	人數 (%)	人數 (%)	人數 (%)	人數 (%)
口罩	0 (0)	13 (86.7)	2 (13.3)	0 (0)
手套	1 (6.7)	12 (80.0)	2 (13.3)	0 (0)
防護衣	15 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

第三節 勞工個人環境偵測

表 12 為受測人員 3 次空氣中乙二醇乙醚醋酸酯和尿液中暴露濃度分析結果。從表發現作業員工之空氣中乙二醇乙醚醋酸酯暴露濃度皆高於法令之暴露容許濃度標準（5 ppm），另 3 次採樣之空氣中乙二醇乙醚醋酸酯暴露濃並無統計上顯著差異性（ $p=0.229$ ）。

表 12 受測人員 3 次空氣中乙二醇乙醚醋酸酯暴露濃度分析結果

項目	第 1 次採樣	第 2 次採樣	第 3 次採樣
手套使用情形	不戴手套	戴 Silver Shield/4H [®] 手套	塗抹皮膚保護霜 (HANDS+ [®])
空氣中乙二醇乙醚醋酸酯濃度 (ppm)	20.3±5.1	16.9±5.4	19.2±5.6

第四節 勞工生物偵測

表 13 受測人員 3 次尿液中乙氧基醋酸濃度分析結果。以統計方法單因子變異數分析比較 3 次採樣之尿中乙氧基醋酸濃度，發現有差異性存在（ $P<0.005$ ）；以杜凱氏法進一步比較之，發現尿液中乙氧基醋酸的濃度在第 1 次未配戴手套的情況下，尿液中乙氧基醋酸的濃度為 357.9±100.0 mg/g，遠高於美國政府工業衛生師協會建議之尿中乙氧基醋酸 BEI 值為 100 mg/g 肌酐酸。此外亦高於第 2 次「配戴 Silver Shield/4H[®]手套」和第 3 次「塗抹防護霜」之尿液中乙氧基醋酸的濃度（ $p<0.005$ ）。但第 2 次「配戴 Silver Shield/4H[®]手套」和第 3 次「塗抹防護霜」之尿液中乙氧基醋酸的濃度則無統計上顯著差異性（ $p=0.508$ ）。

表 13 受測人員 3 次尿液中乙氧基醋酸濃度分析結果

項目	第 1 次採樣	第 2 次採樣	第 3 次採樣
手套使用情形	不戴手套	戴 Silver Shield/4H [®] 手套	塗抹防護霜 (HANDS+ [®])
尿液中乙氧基醋酸濃度/肌酐酸 (mg/g)	357.9±100.0	226.2±94.1	247.5±79.5

第五節 防護具之防護係數指標

本研究進一步利用個人防護具之防護係數指標（protective effectiveness index；PEI）表示未配戴任何防護具之該天下班前尿液中乙氧基醋酸濃度值為基準，與配戴 Silver Shield/4H[®]手套和塗抹防護霜之該天下班前尿液中乙氧基醋酸濃度值作比較之差異百分比，該數值越大表示越具防護乙二醇乙醚醋酸酯暴露功效。由表 14 尿液中乙氧基醋酸之 PEI 的結果顯示配戴 Silver Shield/4H[®]手套，可達到 37.1%防護效果，塗抹防護霜可達到 33.5%防護效果。

表 14 配戴手套和塗防護霜之尿液中乙氧基醋之防護係數

員工編號	Silver Shield/4H [®] 手套 (%)	皮膚保護霜 (%)
1	34.34	23.67
2	17.12	-26.12
3	65.63	69.67
4	43.36	21.40
5	0.80	35.52
6	20.70	41.47
7	39.23	43.10
8	49.62	43.57
9	37.34	21.88
10	42.06	15.33
11	48.51	17.67
12	57.36	39.68
13	39.48	33.16
14	46.14	36.66
15	14.58	26.11
平均值±標準偏差	37.1±17.3	33.5±14.2

Protective Effectiveness Index for 乙氧基醋酸= $[(U_{(post-d1)}-U_{(post-di)})/U_{(post-d1)}] \times 100\%$

第五章 結論

乙二醇乙醚醋酸酯 (2-ethoxyethyl acetate, EEAc)，為網版印刷業常用溶劑，從文獻知 EEAc 過量暴露會對人類造成生殖危害、胚胎發育危害及血液毒性等。作業場所中 EEAc 的暴露途徑為呼吸吸入及皮膚吸收，除選擇適當的呼吸防護具外，也需要配戴或塗抹具皮膚防護效果之手套或防護霜，以降低作業人員之暴露危害，然目前較少關於職場作業人員之 EEAc 皮膚防護研究。

研究內容包括：1.空氣中乙二醇乙醚醋酸酯和尿液中乙氧基醋酸分析方法測試。2.以生物偵測評估職場中有戴、未戴防護手套和塗防護霜後，對於乙二醇乙醚醋酸酯暴露勞工尿中乙氧基醋酸暴露指標之影響。

研究結果發現：1.空氣中乙二醇乙醚醋酸酯和尿液中乙氧基醋酸分析方法測試：是以 3M3500 被動式採樣器進行個人採樣，二硫化碳為脫附溶劑，再以氣相色層分析儀及離子火燄偵測器進行定量分析。測試結果顯示：乙二醇乙醚醋酸酯之檢量線濃度範圍為：0.0585~0.9750 mg/mL，檢量線的相關係數 r 值在 0.999 以上。平均脫附效率 (%) 為 101.4 ± 5.7 %。2.尿液中乙氧基醋酸分析方法測試：尿液中乙氧基醋酸檢量線的線性範圍為 88.0~660.0 $\mu\text{g/mL}$ ，檢量線相關係數 r 值為 0.995 以上。平均添加回收率為 100.0 ± 1.3 %。3.EEAc 暴露下，勞工配戴 Silver Shield/4H[®] 手套和防護霜分別可降低 37.1%和 33.5%暴露量。

綜觀上述實驗結果，本研究已完成勞工乙二醇乙醚醋酸酯皮膚暴露防護效果研究，研究結果知 Silver Shield/4H[®]手套和防護霜，對於 EEAc 暴露均有相當程度之防護效果。

第六章 建議

- 1.本研究發現 EEAc 暴露下，配戴 Silver Shield/4H®手套和防護霜可分別降低 37.1 和 33.5% 暴露量。故有 EEAc 暴露之作業人員，如配戴 Silver Shield/4H®手套易產生不舒適感和配戴意願低時，建議作業人員塗抹具防護效果之防護霜，以降低 EEAC 的暴露危害。
- 2.本研究成果將提供給可能用到 EEAc 之行業，如印刷業、電子業、造漆業及塗料業等參考應用。

誌 謝

本研究計畫參與人員除本所周研究員瑞淑、李組長聯雄、王助理研究員守堅，另外尚包括國立台灣大學環境醫學研究所陳泳鋼研究生協助現場採樣工作和樣品分析，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] Nagano K, Nakayama W, Koyano M, Oobayashi H, Adachi H, Yamada T (1979) Mousetesticular atrophy induced by ethylene glycol monoalkyl ethers. *Ind Health* 21:29-35.
- [2] Hardin BD, Bond GP, Sikov MR, Andrew FD, Beliles RP, Niemeier RW (1981) Teating of selected workplace chemicals for teratogenic potential. *Scand J Work Environ Health* 7:66-75
- [3] Doe JE (1984) Ethylene glycol monethyl ether and ethylene glycol monethyl ether acetate teratology studies. *Environ Health Perspect* 57:33-41.
- [4] NIOSH (1991) Criteria for a recommended standard : occupational exposure to ethylene glycol monomethyl ether, ethylene glycol monoethyl ether and their acetates. US Department of Health and Human Service. Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health.
- [5] Welch LS, Cullen MR (1988) Effect of exposure to ethylene glycol ethers on shipyard painters: III. Hematologic effects. *Am J Ind Med* 14:527-36.
- [6] Kim, Y., Lee, N., Sakai, T., Kim, K. S., Yang, J. S., Park, S., Lee, C. R., Cheong, H. K., Moon, Y., 1999; "Evaluation of exposure to ethylene glycol monoethyl ether acetates and their possible haematological effects on shipyard painters," *Occup. Environ. Med.*, 56:378-82.
- [7] 石東生、張火炎，網版印刷勞工乙二醇乙醚醋酸酯暴露調查，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2004。
- [8] 石東生、張火炎，網版印刷業暴露乙二醇乙醚醋酸酯勞工之尿及血液生物指標調查，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2005。
- [9] Chang HY, Tsai CY, Lin YQ, Shih TS (2004a) Urinary biomarkers of occupational N,N-dimethylformamide (DMF) exposure attributed to the dermal exposure. *J Exp Anal Environ Epidemiol* 14: 214-221
- [10] Chang HY, Rhomberg L, Guo YL, Smith TJ. (Revised, 2004b) Comparison of physiologically-based pharmacokinetic (PBPK) model fits for 1,3-butadiene exposure with animal scale-up, averaged human and individualized parameter sets. *Environ Health Perspect*.

- [11] International Programme on Chemical Safety: Environmental Health Criteria 115. 2-Methoxyethanol, 2-Ethoxyethanol, and Their Acetates, pp. 20–66. IPCS, World Health Organization, Geneva (1990).
- [12] 林宜長，乙二醇醚溶劑使用現況調查-作業環境濃度偵測，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1994。
- [13] Vincent, R., Poirot, P., Subra, I., Rieger, B., Cicolella, A., 1994; “Occupational exposure to organic solvents during paint stripping and painting operations in the aeronautical industry,” *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 65:377-80.
- [14] Lin, C. K., Chen, R. Y., 1991; “Survey of glycol ether use in Taiwan,” *Am. J. Ind. Med.*, 24:101-8.
- [15] Angerer, J., Lichterbeck, E., Begerow, J., Jekel, S., Lehnert G., 1990; “Occupational chronic exposure to organic solvents. XIII. Glycolether exposure during the production of varnishes,” *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 62:123-6.
- [16] Chia, S.E., Foo, S.C., Khoo, N.Y., Jeyaratnam, J., 1997; “Menstrual patterns of workers exposed to low levels of 2-ethoxyethylacetate (EGEEA),” *Am. J. Ind. Med.*, 31:148-52.
- [17] Environmental Protective Agency (EPA), 1987; “Pesticide Assessment Guidelines for Pesticides,” *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 129: 79-93.
- [18] American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 2003; “TLVs & BEIs: Threshold limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices for 2003,” Cincinnati, OH.
- [19] 行政院勞工委員會，1995，台北；”勞工作業環境空氣中有害物質容許濃度標準”。
- [20] Jonsson, K., Pedersen, J., Steen, G., 1982; “Ethoxyacetic acid and N-ethoxyacetyl glycine: metabolites of ethoxyethanol (ethylcellosolve) in rats,” *Acta. Pharmacol. Toxicol.*, 50:358-362.
- [21] Loh, C. H., Shih, T. S., Liou, S. H., Lin, Y. C., Hsieh, A. T., Chen, C. Y., Liao, G. D., 2003; “Haematological effects among silk screening workers exposed to 2-ethoxy ethyl acetate,” *Occup. Environ. Med.*, 60:E7.

- [22] Veulmans, H., Groeseneken, D., Masschelein, R., Van Vlem, E., 1987; “Field study of the urinary excretion of ethoxyacetic acid during repeated daily exposure to the ethyl ether of ethylene glycol and the ethyl ether of ethylene glycol acetate,” *Scand. J. Work Environ. Health*, 13: 239-242.
- [23] Groeseneken, D., Veulmans, H., Masschelein, R., 1986; Urinary excretion of ethoxyacetic acid after experimental human exposure to ethylene glycol monoethyl ether, *Br. J. Ind. Med.*, 43: 615-619.
- [24] Groeseneken, D., Veulmans, H., Masschelein, R., Van Vlem, E., 1987b, Ethoxyacetic acid: a metabolite of ethylene glycol monoethyl ether acetate in man, *Br. J. Ind. Med.*, 44: 488-493.
- [25] Dugard, P.H., Walker, M., Mawdsley, S. J., Scott, R. C., 1984; “Absorption of some glycol ethers through human skin in vitro,” *Environ. Health Perspect.*, 57:193-7.
- [26] Nakaaki, K., Fukabori, S., Tada, O., 1980; “An experimental study on percutaneous absorption of some organic solvents,” *J. Sci. Labour.*, 56:1-9.
- [27] Johanson, G., Boman, A., 1991; “Percutaneous absorption of 2-butoxyethanol vapour in human subjects,” *Br. J. In. Med.*, 48:788-792.
- [28] Johanson, G., 1988a; “Aspects of biological monitoring of exposure to glycol ethers,” *Toxicol. Lett.*, 43:5-21.
- [29] Johanson, G., Dynesius, B., 1988b; “Liquid/air partition coefficients of six commonly used glycol ethers,” *Br. J. In. Med.*, 45:561-564.
- [30]行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，勞工安全衛生技術叢書－安全手套，民國83年。
- [31]中國國家標準，熔接用防護皮手套，經濟部中央標準局，台北，民國七十八年六月。
- [32]中國國家標準，職業衛生用防護手套，經濟部中央標準局，台北，民國七十八年六月。
- [33]中國國家標準，醫用 X 射線防護手套，經濟部中央標準局，台北，民國七十八年六月。
- [34]中國國家標準，醫用 X 射線防護手套檢驗法，經濟部中央標準局，台北，民國七十八年六月。
- [35]中國國家標準，防振手套，經濟部中央標準局，台北，民國七十八年六月。

- [36]中國國家標準，防振手套檢驗法，經濟部中央標準局，台北，民國七十八年六月。
- [37]中國國家標準，電用橡膠手套，經濟部中央標準局，台北，民國七十八年六月。
- [38] American Society for testing and Materials. Resistance of protective clothing materials to permeation by liquids or gases under conditions of continuous contact, (ASTM F739-96), Philadelphia, PA, 1996.
- [39]Health & Safety Executive, UK, 1997; "MDHS 88 Volatile organic compounds in air."
- [40]石東生，1996；“乙二醇甲醚經皮吸收之毒物動力學探討（一）”，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，IOSH85-A314。
- [41] 石東生、周瑞淑、張吳名任、汪禧年、陳正堯、葉文裕，1996；“乙二醇醚溶劑生物偵測技術研究”，勞工安全衛生研究季刊，第四卷，第三期：31-44。
- [42]石東生、周瑞淑、陳正堯、Smith T.J.，1999；“尿中烷氧基醋酸分析方法研究”，勞工安全衛生研究季刊，第七卷，第二期：169-189。
- [43]J. Rosenberg, V. Fiserova-Bergerova and L.K. Lowry. Measurements in urine: In: Topics in biological monitoring, Biological Exposure Indices Committee, Ed. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH, USA, 1995, pp 25-32.

附錄 1 問卷

勞工乙二醇乙醚醋酸酯皮膚暴露防護效果研究

一、基本資料

1. 姓名：_____
2. 性別：男 女
3. 出生日期：民國_____年_____月_____日
4. 教育程度：小學 國（初）中 高中職 專科、大學 研究所以上

二、工作概況

1. 進入本廠開始工作之時間為？民國_____年_____月；年資_____年
 2. 現在所在工作部門：_____
 3. 現在工作職稱：_____
 4. 目前工作之年資有多久？_____年_____月
 5. 您於工作時是否有穿戴下列物品：
 - (1) 口罩
頻率：無（跳至（2））偶爾 約一半工作時間 所有時間
種類：紗布 活性炭 濾毒罐 其他_____
 - (2) 手套
頻率：無（跳至（3））偶爾 約一半工作時間 所有時間
種類：棉紗類 塑膠類 橡膠、乳膠類 其他_____
長度：手腕 半肘 全肘
 - (3) 防護衣
頻率：無 偶爾 約一半工作時間 所有時間
 6. 工作時是否有使用液狀原料或溶劑？無（跳至三）
有，名稱為_____
- 身體可能接觸液狀原料或溶劑的部位有：_____

三、生活習慣

1. 抽菸

(1) 請問您平日是否有抽煙習慣？

否 是，從_____歲開始抽菸，平均一天抽幾支？_____支

2. 飲酒

(1) 請問您平日是否有喝酒習慣？

無（跳至四） 有（續回答以下問題） 以前有，現沒有

(2) 您喝酒的頻率為何？

每天 經常（每星期 2~4 次） 偶爾（一個月 2~4 次） 極少

(3) 每次大約酒量為何？（一瓶 600 mL，一罐 350 mL）

二瓶以上 2、3 罐 1 罐以下

(4) 請問酒之種類？

烈酒（高粱、大麴、威士忌……） 甜酒（水果酒、葡萄酒、紅酒）

啤酒 藥酒（保力達、威士比）其它_____

四、健康狀況

3. 您本身是否有經由合格醫師診斷之下列疾病：

高血壓：無 有

糖尿病：無 有

貧血：無 有

肝臟疾病：無 有

腎臟疾病：無 有

附錄 2 人體試驗計畫同意函

Tel: 886-2-87923311 ext 10552
Fax: 886-2-27936995
E-mail: tsghirb@ndmctsgh.edu.tw



國防醫學院三軍總醫院
人體試驗審議委員會

台北市 11490 內湖區成功路二段
325 號醫療大樓五樓 5113 室

人體試驗計畫同意函

計畫名稱：勞工乙二醇乙醚醋酸酯皮膚暴露防護效果研究
計畫主持人：勞工安全衛生研究所 周瑞淑 研究員
計畫書編號：097-05-086
計畫書版本日期：version date：20080709
受試者同意書版本日期：version date：20080709
中文摘要版本日期：version date：20080709
TSGHIRB 核准編號：097-05-086
同意函有效日期：98 年 7 月 15 日

上述研究計畫案已於 97 年 7 月 16 日經本院人體試驗審議委員會通過同意執行。該計畫案追蹤審查頻率為每年一次，請於有效期屆滿之前，研究計畫主持人應向本委員會提交期中報告，說明研究計畫的進行狀況。該計畫任何部份若欲更改，需向本委員會重新提出申請。

計畫主持人對受試者任何具有危險而且未能預期之問題，例如：對藥物、放射性元素或對醫療器材產生不良反應等，需立即向本委員會提出書面報告。

依衛生署及本委員會規定，人體試驗審議委員會必須每年進行至少一次追蹤審查，重新審查該計畫是否同意繼續進行，並依「藥品優良臨床試驗準則 (GCP)」第 87 條之規定每年至少應進行一次必要之實地查核與監督，以確保臨床試驗品質及安全，善盡保護受試者之責任。

該計畫後續定期追蹤之程序及要求如下：

- 一、期中報告：應於 **98 年 6 月 15 日前**繳交期中報告，以利本委員會進行審查。核准有效期限屆滿，若尚未通過期中報告追蹤審核，不得繼續試驗。
- 二、結案報告：試驗完成後，應將執行情形及結果以書面報告本委員會核備。

人體試驗審議委員會主任委員
汪志雄 (出國)
李安榮副主任代行

李安榮代



中華民國九十七年七月十六日

勞工乙二醇乙醚醋酸酯皮膚暴露防護效果研究

著者：周瑞淑

出版機關：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

221 台北縣汐止市橫科路 407 巷 99 號

電話：02-26607600 <http://www.iosh.gov.tw/>

出版年月：中華民國 98 年 3 月

版（刷）次：1 版 1 刷

定價：150 元

展售處：

五南文化廣場

台中市中區中山路 6 號

電話：04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話：02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」，網址為 <http://www.iosh.gov.tw/>。
- 本所保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所同意或書面授權。

【版權所有，翻印必究】

GPN: 1009800567