

嘉南藥理科技大學

職業安全衛生系

專題研究報告

計畫編號:CNOS9505

計畫名稱:以血液作為介質的新採樣方法評估環境測定與人體吸收的實際差異



計畫主持人:蔡百豐

專題學生:莊淑娟、郭俐玲、林宇婷

中華民國九十五年九月

目 錄

第一章 緒論

- 1-1 前言
- 1-2 潛在的暴露
- 1-3 研究目的
- 1-4 採樣介質

第二章 材料與方法

- 2-1 儀器及設備
- 2-2 研究架構流程
- 2-3 檢量線配置
- 2-4 採血及離心
- 2-5 流率校正
- 2-6 採樣裝置
- 2-7 樣品脫附
- 2-8 三酸甘油酯測定

第三章 實驗數據

第四章 結果與討論

- 4-1 評估傳統的採集量與實際人體吸收的落差
- 4-2 三酸甘油酯(triglyceride)高低與血液吸收甲苯的量是否有直接關係
- 4-3 採血過程與脫附揮發之討論

第五章 結論

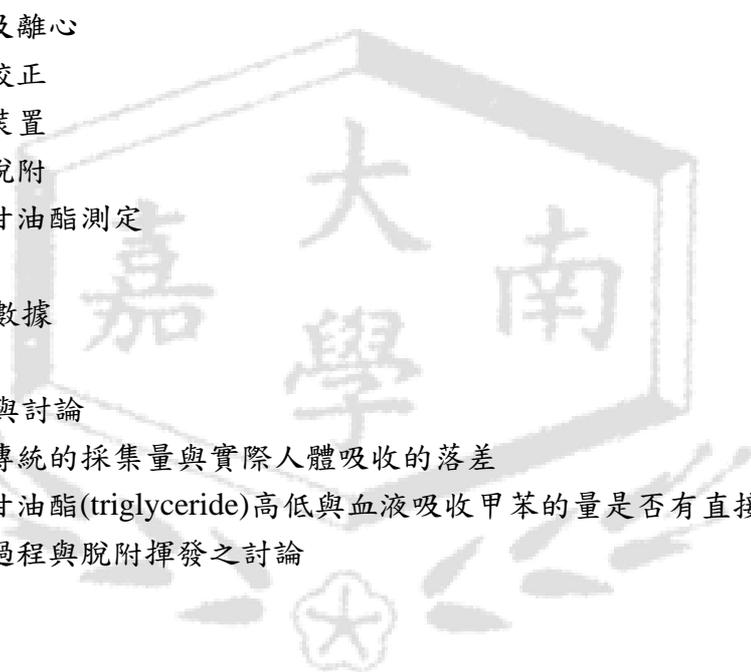


表 目 錄

表 1 甲苯的暴露標準

表 2 使用二硫化碳作為溶劑之甲苯檢量線數據表

圖 目 錄

圖 1 甲苯檢量線

圖 2 流率校正設備組合圖

圖 3 採樣裝置流程圖

圖 4 動態標準氣體產生器與採樣裝置流程圖

圖 5 血清起泡累積在安全瓶下端

圖 6 總脂質與血液吸收甲苯的量關係圖

圖 7 三酸甘油脂與血液吸收甲苯的量關係圖



第一章 緒論

1-1 前言

隨著工業之進步，各種工業製程中所使用之化學物質種類越來越複雜，因此在作業環境中潛在的化學危害因子也越多，為了保護勞工之健康與安全，雇主應定期進行環境測定，來了解作業環境中有害物質之暴露污染量，並藉由局部排氣或整體換氣等工程控制來降低作業環境中有害物的暴露污染量，或實施行政管理等來降低人員的暴露時間，以減低危害。

要瞭解勞工個人在工作場所中化學有害物質的暴露吸收量，一般可以分為環境測定及生物偵測兩類方法來評估勞工化學有害物質的暴露吸收量，傳統上常藉由測定作業現場勞工個人呼吸帶的濃度來加以評估。環境測定是要評估外在所處之作業環境中，某污染物的濃度以評估勞工個人的暴露吸收量，藉由環境暴露限值(如恕限值(threshold limit value ; TLV))，容許濃度標準(permissible exposure limit ; PEL)，最高容許濃度(maximum allowable concentration ; MAC)等，來維持勞工個人暴露在所謂安全限值之內，以避免在承健康危害效應。但因為毒物進入人體的途徑包括呼吸吸入、皮膚接觸、食入及注射等方式，因此毒物若非完全經由呼吸進入人體時，則以勞工個人呼吸帶範圍採樣測定，評估暴露吸收總劑量時可能會產生很大的變異，尤其是作業現場如果有可以經由皮膚吸收低揮發性高脂溶性有機溶劑，可能會造成其健康危害程度被低估。

故就工業衛生管理或職業病預防觀點而言，僅有實施作業環境測定仍無法對暴露吸收量作正確得評估，因有許多有害物質可由皮膚接觸進入人體，且不可能單單只是作業場所才會有暴露吸收(其他途徑如:食物攝取或環境裡吸收)，因此必須應用生物偵測(biological monitoring)技術才能對暴露的健康危害作更正確的評估，彌補作業環境測定評估的不足。

生物偵測技術與作業環境測定在職業衛生應用之概念架構裡，作業環境測定是要評估外在暴露濃度，預防過量暴露吸收造成的健康影響，暴露生物偵測是要評估內在劑量或暴露吸收總量，以輔助環境測定對內再暴露吸收評估方面之不

足，並可藉由暴露限值(例如，BEI、BAT 等)來防止有害物對人體造成的健康危害效應，是不可缺的健康風險評估的方法。

機構	檢體	規定標準	附註
台灣勞工安全衛生研究所	空氣 (工作場所)	100ppm	八小時平均暴露量
美國工業衛生師協會	空氣 (工作場所)	100ppm	八小時平均暴露量
		150ppm	短時間最高暴露量
美國勞工安全衛生研究所	空氣 (工作場所)	100ppm	八小時平均暴露量
		150ppm	短時間最高暴露量
美國勞工安全衛生署	空氣 (工作場所)	100ppm	八小時平均暴露量
		150ppm	短時間最高暴露量
美國環保署	飲用水	1ppm	盡力達到的最高值
		21.5ppm	一天的暴露
		3.46ppm	十天的暴露
		3.46ppm	長期的暴露(兒童)
		2.42ppm	終生的暴露

表一、甲苯的暴露標準

1-2 潛在的暴露

人們使用的物質若含有甲苯如油漆、稀釋劑、黏著劑、指甲油與汽油，甲苯就會進入環境中，因此使用這些物質時，甲苯就會蒸發並與你呼吸的空氣混合。甲苯從溶劑、石化產品、地下儲油槽與其他設備洩漏進入地面水與地下水(井水)時，如有洩漏現象，土壤則會被甲苯與其他石化產品成分污染。

當含甲苯的物質被丟棄至廢棄物掩埋場或棄置場，甲苯就可能進入附近的土壤與水域，不一定都留在環境之中，其會受土壤中微生物分解成其他化合物，並從表面水、土壤蒸發；當地下水(井水)的微生物很少時，甲苯在地下水的裂解並不快，一旦地下水(井水)被帶至地面，甲苯就會很快進入空氣中。在室內的物質中含有甲苯時，應打開門窗使甲苯逸散(含甲苯的物質不使用時，應將之緊密蓋住，以免蒸發至空氣中)。其甲苯亦可隨著水進入魚貝類、植物與動物體內，但

不會造成生物濃縮或累積作用，因為大部分的動物都能將甲苯轉化成其他化合物而代謝出體外。

當物質由大如工廠或小如桶裝、瓶裝等容器釋放出來時，即排放到環境中，但未畢竟就因此而導致暴露。只有當你接觸到它時，才會暴露此物質。暴露的方式可能經由呼吸、攝取含有此物質的食物或飲料，或經由皮膚接觸到。

即使暴露到像甲苯之類的物質，仍有許多因素決定是否會引起有害的健康效應，及影響健康較應的方式和嚴重性。這些因素包括計量的多寡、暴露期間的長短、暴露途徑或過程(呼吸、食入、飲用或皮膚接觸)、其他化學的暴露，還有個人的特異性，如年齡、性別、營養狀況、家族特徵、生活型態和健康狀態等。

1-3 研究目的

傳統的環境測定方法針對採樣物質的捕集率，遷就於分析方法的偵測能力限制，是以人體吸入的量作為採樣介質捕集量，假設作為人體的吸收量，這些低極性的化學物質，在血液中的溶解度以一般人的判斷應該不會太高(人體血液裡頭的成分，血漿約佔 55~60%(90%水加其他))及血球約(40~45%)，這樣的假設基礎對於低極性的物質進入人體後，真正進入血液中的量，實際上應該是高估許多的，雖然容許濃度的決定應該有考量物質性質的差異，但是直接將物性因素的影響納入的採樣方法並未見到。

關於這方面的研究，1996 年有 J.Y.Jang 等人，針對在作業場所甲苯的暴露後，以體內靜脈血液中甲苯濃度偵測研究。而本研究中以血液作為採樣介質針對不同標準物質來作體外的採樣，由獲得的資料期望達到下列目的：

1. 評估傳統的採樣介質化學物質的採集量，與實際人體吸收的落差。
2. 根據多個研究指出體內的劑量，由吸氣中的危害物貢獻的比率，差異變較小的甲苯(約 40~45%)，期望由本結果，由標的物甲苯在血液實際的吸收量、環境的容許濃度與人體的生物指標三者作一個比較，依據之間的相關聯性，

來尋找推估出合理的濃度標準評估方式。

3. 將人體健康資料，與測定結果結合，來了解人體健康情形與人體吸收有害物質(甲苯)吸收量的影響，未來可針對某些工廠，進行人員健康及有害物影響的部分進行評估。
4. 嘗試去開發一種新的評估方法，能真正實際的去反應個污染物由呼吸系統進入人體，對人員造成危害。

1-4 採樣介質

本研究的研究方式是將血液作為採樣介質透過衝擊瓶，將污染物氣體通過血液，模擬血液與污染物氣體在肺泡內進行氣體交換的過程，以求得污染物氣體進入體內的量。但因人體血液取得不易，本實驗改由豬隻的血液來作為實驗的採樣介質。

動物血液：

1. 以目前成分已有一些資料者(如:烏骨雞、鵝)的動物血液作為採樣介質，比較人體血液的差異性，是否可以用動物血液代替人體血液作為採樣介質，解決血液取的問題。
2. 血漿：如果把血球部分去掉，單純以血漿的部分是否可以測得較穩定的結果，未來如果人造血的應用廣泛，應該可以作為研究項目。
3. 蒸餾水作為 blank。
4. 本實驗豬隻血液的取得來自高雄鳳山養殖場,其飼養時間為半年，體重約 100~150 公斤左右。
5. 血液的保存：將需採取血液的空瓶先加入抗凝血劑，待血液採取完畢後，輕輕搖晃使其均勻再加以低溫冷藏保存，以保血液不會凝固並保持其鮮度。
6. 離心：血液會有凝固的現象，所以將血液離心(時間 15min 轉速 10000rpm)，把紅血球與血清分離，取上層的血清做為本實驗之採樣介質，並冷藏保存。
7. 三酸甘油酯：即是中性脂肪，是血脂肪的成分之一，扮演著貯存與輸送的角色。

色，大部分存在於乳糜微粒及極低密度脂蛋白內。其豬隻的三酸甘油酯為20~52(mg/dL)之間。

8. 測出血液三酸甘油酯與血清吸收甲苯的量做關聯，判斷三酸甘油酯是否會影響血清吸收甲苯的量。
9. 血清保存：血清在室溫 20°C~40°C 下可保存約 5~7 天；若冷藏 2°C~8°C 下可保存約 14 天；而在冷凍下(-70°C)則可保存約 2 個月，依用途而決定。



第二章 材料與方法

2-1 儀器及設備

一、動態標準氣體製造系統

1. 氣體偵測器 MSA PASSPORT

英文全名：Organic Vapor Monitor

作用：偵測甲苯氣體濃度。

2. 暴露腔

英文全名：Exposure Chamber

作用：採樣氣體儲存瓶。

備註：訂做三孔採樣孔體積 1800mL。

3. 注射針幫浦

英文全名：Syringe Pump With Syringe

作用：需要精密控制輸液速率之注射。

4. 浮子流量計

英文全名：Flowmeter Calibration

作用：控制氣體流速。

備註：單位 L/min。

二、採樣儀器

1. 低流量空氣採樣器

英文全名：Count pump

作用：維持穩定之採樣流量率。

備註：流量範圍 50~200 毫升/分鐘。

2. 特殊安全瓶

英文全名：Exceptional safety bottle

作用：防止血液流入幫浦。

3. 衝擊瓶

英文全名：Impingers

作用：空氣經過衝擊瓶後，化學物質和顆粒物被吸收或收集在瓶中液體介質中。

備註：可吸收液添加量介於 5~100(ml)，適用之採樣流量率 5~3000 (ml/min)。

三、三酸甘油脂質測定

1. 紫外線光譜儀

英文全名：Ultraviolet spectroscopy ; UV-Vis

作用：分析材料透光率及反射率的儀器。

備註：波長 500 nm。

2.脂質測定劑

英文全名：Triglycerides FS

作用：測定三酸甘油脂質。

四、分析儀器

1.氣相層析儀

英文全名：Gas Chromatograph system，GC

作用：定性及定量分析化學物品比對化學結構及濃度。

2.全自動樣品注入器

英文全名：AUTO INJECTOR AOC-20i

五、活性碳管

英文全名：Coconut Shell Charcoal，CSC

作用：氣體樣品通過活性碳管時，將氣體中之待測化合物吸附在固體粒子上。

備註：長 7cm，外徑 6mm，內徑 4mm，吸收前段含 100mg 活性碳，後段含 50mg，兩端密閉之玻璃管。

六、液密室針筒

英文全名：Microliter Syringes

作用：濃度配置、配合分析使用。

2-2 研究架構流程

- 1.製作檢量線，使活性碳管脫附後，得知甲苯的量。
- 2.因人血取得較困難，則改為豬血。
- 3.血液會有凝固的現象，所以將血液離心（時間 15min 轉速 10000rpm），把紅血球與血清分離，取上層的血清做為本實驗之採樣介質，並冷藏保存。
- 4.防止活性碳管破出，採樣條件設流速為 130L/min、採樣時間為 40min、脫附 8hr 後分析，對應檢量線求得血清吸收甲苯的量。
- 5.測量豬隻三酸甘油脂質。
- 6.將三酸甘油脂質與血清吸收甲苯的量做關聯，判斷三酸甘油脂質是否會影響血清吸收甲苯的量。

2-3 檢量線配置

因活性碳管脫附後，無法得知甲苯含量，故以對取檢量線求得甲苯含量。

一、試藥

1. 脫附劑：

- (1) 二硫化碳 (CS₂): 分析試藥級, 純度 99.9 % 以上。
 - (2) 二甲苯(C₆H₄(CH₃)₂): 分析試藥級, 純度 99.9 % 以上。
--作為檢量線之內標物(內標定品)。
2. 分析物: 甲苯 (C₆H₅CH₃), 分析試藥級, 純度 99.0 % 以上。

二、配藥步驟

1. 配置標準溶液
 - (1) 甲苯: 1~6.5 μL
 - (2) 脫附劑: 二硫化碳 2 mL
 - (3) 內標: 二甲苯 2 μL
2. 先將要抽取二甲苯之液密式針筒, 用二甲苯溶液先行洗針, 再取其所需的量。
3. 以 50 mL 玻璃空瓶, 加入 26 mL 的 CS₂ 與 26 μL 的二甲苯, 輕輕搖晃混合均勻。
4. 利用液密室針筒, 取玻璃瓶中之混合脫附劑 2 mL 置入小玻璃瓶中, 共配製 12 瓶。
5. 將要抽取甲苯之液密式針筒, 用甲苯溶液先行洗針, 再取所需的量。
6. 取甲苯 1 μL 至盛於 2 mL 脫附劑小玻璃瓶中, 分別配置 12 瓶不同濃度之標準溶液。(1~6.5 μL)。
7. 置入全自動樣品注入器之槽中。
8. 進行 GC/FID 分析。
9. 繪製檢量線。
10. 計算濃度。

※檢量線配製 R 值為 0.9984 大於配值標準 0.995, 故與以適用。

次數 甲苯濃度	甲苯與二甲苯面積比
	平均
1.0 mg/ml	0.412
1.5 mg/ml	0.638
2.0 mg/ml	0.855
2.5 mg/ml	1.032
3.0 mg/ml	1.336
3.5 mg/ml	1.601
4.0 mg/ml	1.808

4.5 mg/ml	2.033
5.0 mg/ml	2.308
5.5 mg/ml	2.527
6.0 mg/ml	2.695
6.5 mg/ml	2.914

表 2 使用二硫化碳作為溶劑之甲苯檢量線數據表

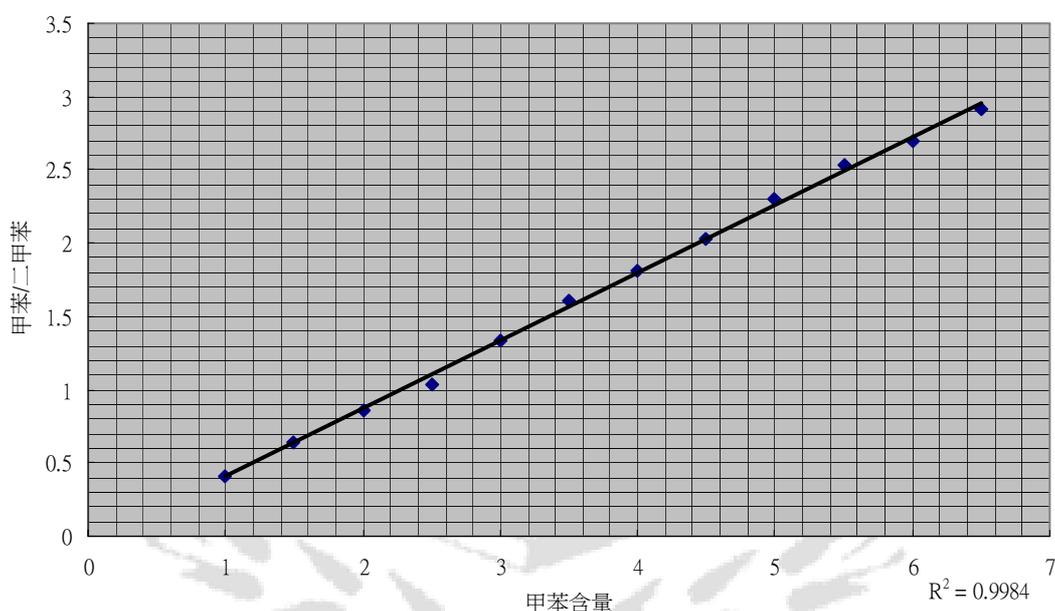


圖 1 甲苯檢量線

2-4 採血及離心

1. 因豬血較大量，準備採血瓶後，將抗凝血劑注入採血瓶再進行採血。
(血液：抗凝血劑=50ml：1 ml 之比例)。
2. 採血完，均勻搖晃後，靜置 60~90 分鐘等待血液分離出血清。
3. 一般離心條件，須在採血完 4 小時內離心，以轉速 10000rpm，離心 15min，常溫下即可。
4. 離心時需以石蠟膜將離心瓶瓶口緊封，避免血液灑出。
5. 離心完畢將血清抽出即可。
(通常血液離出之血清量，約為血液的一半。)
6. 血清在室溫 20°C~40°C 下可保存約 5~7 天；若冷藏 2°C~8°C 下可保存約 14 天；而在冷凍下(-70°C)則可保存約 2 個月，試用途而決定。
7. 每一採血瓶上需貼上標籤並標明號碼及採血日期。

2-5 流率校正



圖 2 流率校正設備組合圖

氣態化合物的採樣方法，是以活性碳管作為固體捕集管，其採樣流量從 0.01~0.2L/min 屬於低流量。最大的採樣量為 8L、最低的採樣量為 2L，所以本研究採樣流量 0.13L/min。

1. 確定電力是否已經足夠。
2. 校正前先開動採樣幫浦 2~3 分鐘，讓採樣幫浦暖機達穩定狀態。
裝置好採樣介質（以活性碳吸附管為例）。
3. 使用活性碳管固定套管並與橡皮管連接。
4. 利用固體吸附管切斷器將活性碳管兩端截斷（段面直徑至少須達管徑的一半以上），並置入固定套管內。仔細觀察箭頭方向（箭頭朝採樣幫浦）並與橡皮管連接，且須注意連接處不要有洩漏。
5. 連接好採樣幫浦、橡皮管、100mL 的皂泡液與採樣介質時，須注意連接橡皮與採樣幫浦的進氣口處，各接頭是否良好，必要時以石臘膜封住避免有漏氣情形。
6. 先抽取數個皂泡管濕潤皂泡計內壁（觀察皂泡計內部是否清潔），可避免進行校正時皂泡破裂而使無法計算流量率（約數分之久）。
7. 使用一字螺絲旋起子旋開流量調節轉盤的保護蓋，並以一字螺絲起子調整採樣

幫浦的流量率，順時針方向則計數器的數字跳得越快，逆時針方向則相反。
 8.將流量率調節轉盤上有十狀指針旋開，調整在 20、40、60、80、100 處，利用碼表分別計算皂泡從刻度 0 移動至 100ml 時，紀錄計數器之計數總合以及所需時間（原則上採樣幫浦的每個設定克度至少量取三次）。

➤ (幫浦)空氣流率之計算

$$\text{流率}(mL/min) = \frac{\Delta V(mL)}{\Delta t(sec)} \times \frac{60(sec)}{(min)}$$

V：肥皂泡所上昇之體積 (mL)

t：肥皂泡從 V0 (mL) 上昇到 Vn (mL)，所需之時間 (sec)

2-6 採樣裝置

架設兩組採樣裝置，同時進行空氣採樣，第一組做為實驗組(衝擊瓶內放置血清)，另一組做為對照組(衝擊瓶內放置水)，通過實驗組儀器與對照組儀器後空氣流速不會改變。採樣泵流速設定於 130 mL/min，採樣時間為 40min，並記錄採樣時之溫度、氣壓及採樣泵前後之流速。採樣完後，立刻以吸附管蓋密封兩端封口，送回實驗室進行脫附及分析。

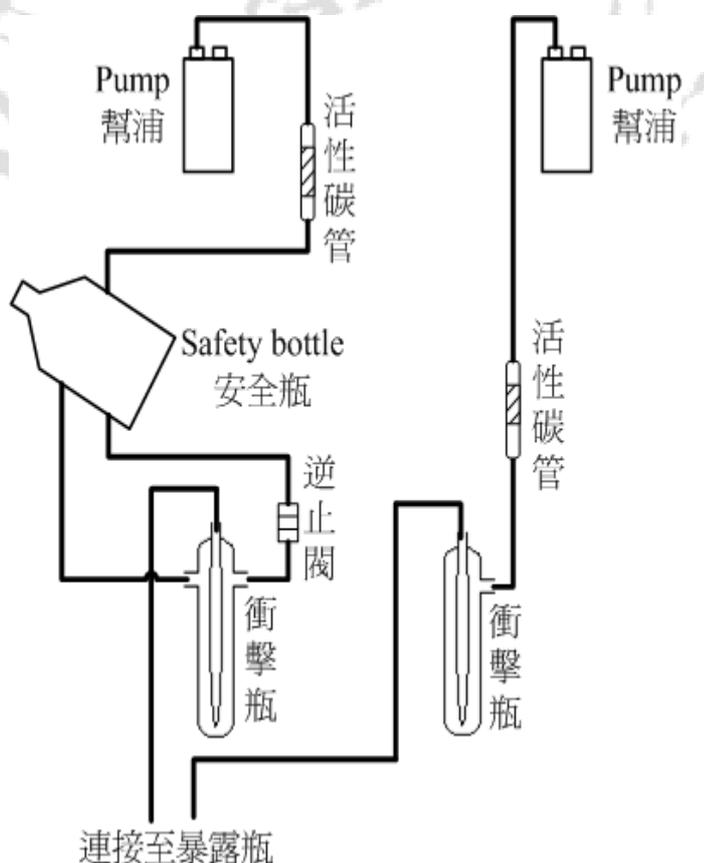


圖 3 採樣裝置流程圖

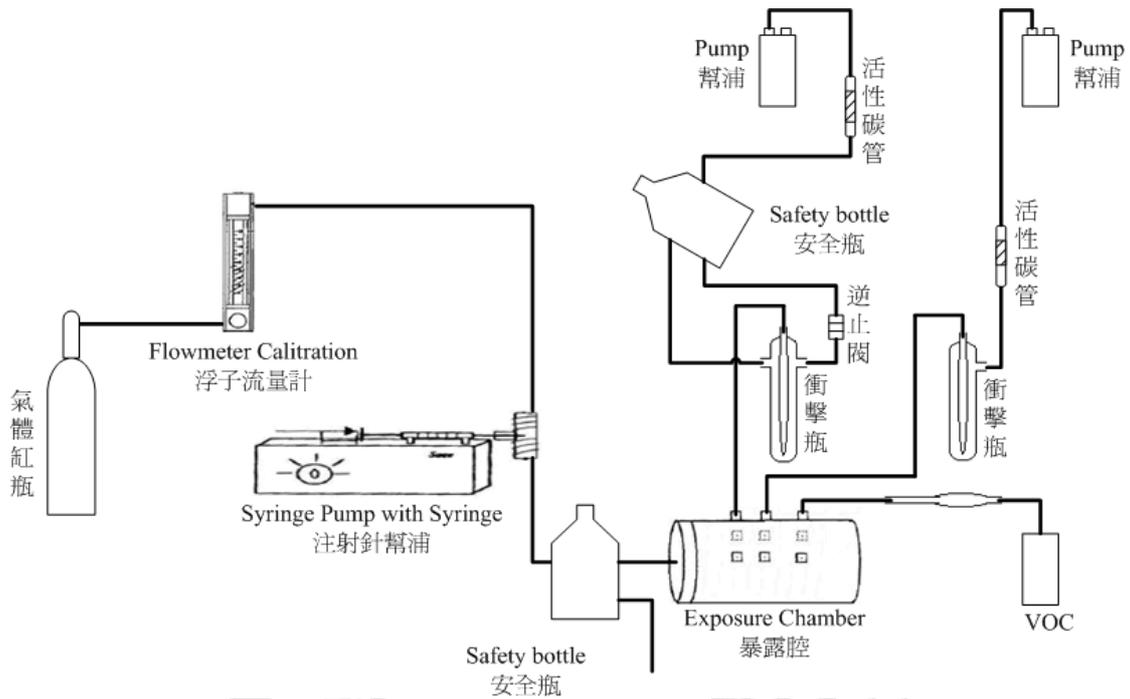


圖 4 動態標準氣體產生器與採樣裝置流程圖

採樣時血清起泡會從衝擊瓶左邊的管線吸到安全瓶裡面，而右邊的管路有加裝逆止閥，所以氣泡不會從右邊的管路吸到安全瓶裡面，當氣泡吸到安全瓶裡面後，因為有菜瓜布一大一小兩層的阻擋，所以氣泡會破掉，不會被吸到活性碳管裡面，因此氣泡破掉後血清會累積在安全瓶的下端，大約2~4ml後就會從右邊的管路流回衝擊瓶內。



圖 5 血清起泡累積在安全瓶下端

2-7 樣品脫附

1. 脫附步驟

- (1) 先打開活性碳管前端的塑膠蓋，再將斷口切開，把至於前端的玻璃棉利用鑷子取出並丟棄，前端活性碳倒入已配置好的脫附溶劑中。取出分隔之 PU 泡綿，後段之活性碳倒入另一個脫附溶劑的玻璃小瓶。
- (2) 每一樣品瓶中的脫附溶劑含 2mL CS₂ 與 2 μ L 二甲苯(標準品)之混合溶劑，立即加蓋子鎖緊,並以石臘膜加封。
- (3) 立即放入冰箱冰鎮。
- (4) 待 8 小時後，再取出分析物放入全自動樣品注入器之樣品瓶中(須加置能防腐蝕的鐵弗龍墊片)。
- (5) 在設定完 GC-FID 後，行注射分析。

2. 保存注意事項

- (1) 活性碳吸附管在採樣完畢後，應立即將開口以塞子封住且以石臘膜加封。
- (2) 應避免高溫 45 度以上之日照，最好先至入冰箱內冰鎮。
- (3) 於 48 小時內完成待測物脫附與分析工作。

2-8 三酸甘油酯質測定

三酸甘油酯即是中性脂肪，是血脂肪的成分之一，扮演著貯存與輸送的角色，大部分存在於乳糜微粒及極低密度脂蛋白內。

1. 試藥

- (1) 溶液一(Reagent) 3000 μ l
- (2) 蒸餾水 30 μ l
- (3) 試料(血清) 30 μ l
- (4) Standard 30 μ l

2. 配置 Blank、Sample、Standard 之藥品

- (1) Blank = 溶液一(Reagent)1000 μ l + 蒸餾水 10 μ l
- (2) Sample = 溶液一(Reagent)1000 μ l + 試料(血清) 10 μ l
- (3) Standard = 溶液一(Reagent)1000 μ l + Standard 10 μ l

3. 操作步驟

- (1) 將藥品配置完畢後，靜置 20 分鐘(或室溫下 37°C 靜置 10 分鐘)。
- (2) 20 分鐘後以 UV 分析之(須在 60 分鐘內測量完畢)。
- (3) 即求得 Blank、Sample、Standard 之值。

4. 計算公式

- (1) 將 Sample 與 Standard 求得其值減去 Blank 之值，所得其值分別為 ΔA Sample 與 ΔA Standard。
- (2) Triglycerides(mg/dl) = $(\Delta A \text{ Sample} / \Delta A \text{ Standard}) \times 200$

第三章 實驗數據

豬基本資料：

飼養時間約半年左右。

體重約 100~150 公斤。

編號：1				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	0.966	0.967	0.970	0.967
甲苯含量(mg/ml)	1.947	1.949	1.955	1.949
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.209	1.203	1.204	1.205
甲苯含量(mg/ml)	2.470	2.457	2.459	2.461
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.512			
吸收度 (%)	20.8%			
三酸甘油酯(mg/dL)	48.59			

編號：2				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.991	2.054	2.074	2.040
甲苯含量(mg/ml)	4.153	4.289	4.332	4.259
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.718	1.726	1.682	1.709
甲苯含量(mg/ml)	3.566	3.583	3.488	3.546h
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.713			
吸收度 (%)	16.776%			
三酸甘油酯(mg/dL)	128.64			

編號：3				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	0.975	0.979	0.990	0.981
甲苯含量(mg/ml)	1.965	1.974	1.984	1.978
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.152	1.156	1.151	1.153
甲苯含量(mg/ml)	2.347	2.355	2.344	2.349
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.371			
吸收度 (%)	15.79%			
三酸甘油酯(mg/dL)	31.897			

編號：4				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.242	1.261	1.252	1.252
甲苯含量(mg/ml)	2.541	2.582	2.562	2.562
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.422	1.410	1.377	1.403
甲苯含量(mg/ml)	2.928	2.902	2.831	2.887
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.325			
吸收度 (%)	11.26%			
三酸甘油酯(mg/dL)	27.684			

編號：5				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.383	1.450	1.361	1.398
甲苯含量(mg/ml)	2.844	2.988	2.796	2.876
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.537	1.542	1.496	1.522
甲苯含量(mg/ml)	3.175	3.186	3.087	3.143
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.267			
吸收度 (%)	8.49%			
三酸甘油酯(mg/dL)	26.279			

編號：6				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.222	1.201	1.316	1.246
甲苯含量(mg/ml)	2.764	2.719	2.966	2.816
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.456	1.512	1.493	1.487
甲苯含量(mg/ml)	3.268	3.388	3.347	3.334
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.519			
吸收度 (%)	15.537%			
三酸甘油酯(mg/dL)	55.682			

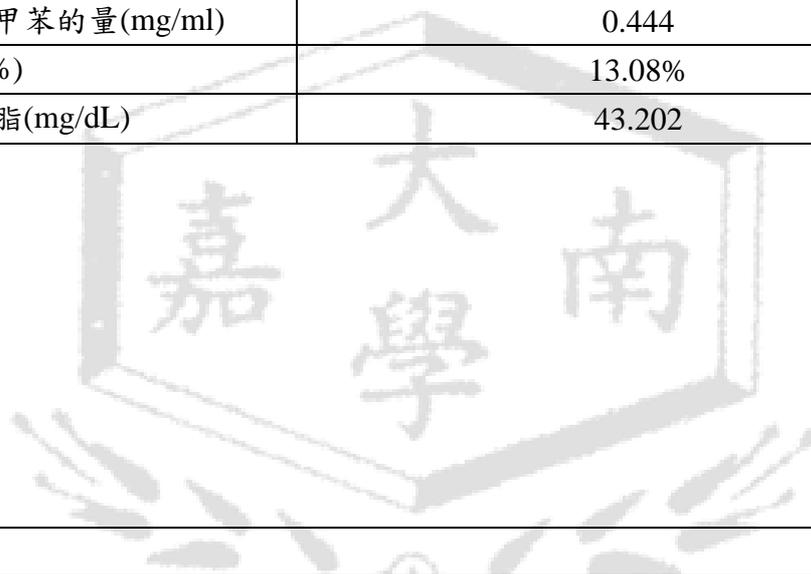
編號：7				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.175	1.129	1.163	1.156
甲苯含量(mg/ml)	2.663	2.564	2.639	2.622
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.387	1.329	1.308	1.341
甲苯含量(mg/ml)	3.119	2.994	2.949	3.020
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.398			
吸收度 (%)	13.179%			
三酸甘油酯(mg/dL)	34.971			

編號：8				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.166	1.142	1.191	1.166
甲苯含量(mg/ml)	2.643	2.592	2.697	2.643
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.341	1.410	1.354	1.368
甲苯含量(mg/ml)	3.020	3.168	3.337	3.078
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.435			
吸收度 (%)	14.133%			
三酸甘油酯(mg/dL)	43.171			

編號：9				
三酸甘油脂與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	0.928	0.851	0.928	0.902
甲苯含量(mg/ml)	2.131	1.965	2.131	2.073
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.110	1.099	1.117	1.108
甲苯含量(mg/ml)	2.523	2.499	2.538	2.518
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.445			
吸收度 (%)	17.673%			
三酸甘油脂(mg/dL)	45.635			

編號：10				
三酸甘油脂與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.195	1.190	1.186	1.190
甲苯含量(mg/ml)	2.706	2.695	2.686	2.695
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.374	1.412	1.364	1.383
甲苯含量(mg/ml)	3.091	3.173	3.069	3.110
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.416			
吸收度 (%)	13.344%			
三酸甘油脂(mg/dL)	36.769			

編號：11				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.307	1.314	1.302	1.308
甲苯含量(mg/ml)	2.946	2.961	2.936	2.948
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.504	1.510	1.527	1.514
甲苯含量(mg/ml)	3.370	3.383	3.420	3.392
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.444			
吸收度 (%)	13.08%			
三酸甘油酯(mg/dL)	43.202			



編號：12				
三酸甘油酯與血清採樣數據				
實驗組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.179	1.179	1.169	1.175
甲苯含量(mg/ml)	2.671	2.671	2.649	2.665
對照組	一	二	三	平均
甲苯/二甲苯面積比(v)	1.378	1.369	1.364	1.370
甲苯含量(mg/ml)	3.099	3.080	3.069	3.082
血清吸收甲苯的量(mg/ml)	0.417			
吸收度 (%)	13.53%			
三酸甘油酯(mg/dL)	42.697			

第四章 討論與結果

4-1 評估傳統的採集量與實際人體吸收的落差

甲苯是工業常用的有機溶劑，為穩定性及脂溶性高的溶劑，長期暴露在此環境下作業，會引起不良的健康效應，其計量的多寡、暴露期間的長短、暴露途徑或過程(呼吸、食入、飲用或皮膚接觸)、其他化學的暴露，還有個人的特異性，如年齡、性別、營養狀況、家族特徵、生活型態和健康狀態等；將決定是否或引起有害的健康效應，及影響健康效應的方式和嚴重性。

其主要之暴露途徑為呼吸道吸入，再經由尿液排出體外。甲苯在暴露後 5 小時會從體內代謝，主要的代謝物為苯甲酸 (Benzoic acid) 並會立即與氨基乙酸 (glycine) 結合成為馬尿酸 (Hippuric acid) 再經由尿液排出體外。目前作業環境苯類溶劑暴露評估，大多使用主動式採樣，將幫浦配戴在勞工身上進行採樣，但現今為了能正確評估個人暴露危害物質所受脂危險性，估計進入的有效劑量或體內劑量，更需進行生物偵測，以彌補環境偵測造成的缺陷。

生物偵測毒性物質，經由吸收、分佈、代謝及分泌的結果，會有相當程度的內在劑量 (internal dose) 分佈在人體中，而且是在體液中可偵測得到的。當毒性物質與標的器官 (critical organ) 的接受器產生交互作用，則會產生生化或細胞的影響。內在劑量、特殊的生化及細胞作用應該都可用生物偵測的方法偵測。傳統評估方法是偵測體內代謝物馬尿酸作為評估標準，但因為甲苯已在體內被其他器官吸收，所以實際吸收甲苯的量應會比尿液中測的量得多。本研究為內在劑量偵測甲苯被人體吸收後，存在於血液中之有害物濃度所作相關實驗。

在“人體血液中脂肪含量與有機溶劑傷害關係探討”研究專題中，以人體血液做為樣本，因人體血液取得不易，造成樣本數較不充足，較不能證實此實驗之可行性；因此，在此研究中，將採集人體血液改為採集豬隻血液，一方面豬隻血液取得較容易，另一方面豬心血管系統在生理學、解剖學及血流灌注分佈上，均與人類非常相似，可增加實驗數據與結果，使本實驗更加充足完整。

4-2 三酸甘油酯(triglyceride)高低與血液吸收甲苯的量是否有直接關係

研究方式是將血液作為採樣介質透過衝擊瓶，將污染物氣體通過血液，模擬

血液與污染物氣體在肺泡內進行氣體交換的過程，以求得污染物氣體進入體內的量。但因人體血液取得不易，本實驗改由豬隻的血液來作為實驗的採樣介質，總脂質主要包括膽固醇、三酸甘油酯及磷脂。

利用血液中的三酸甘油酯與有機溶劑傷害關係作為探討方向，所測的三酸甘油酯與血清吸收甲苯的量做關聯，判斷三酸甘油酯是否會影響血清吸收甲苯的量。

於上述“人體血液中脂肪含量與有機溶劑傷害關係探討”的研究專題中，其內容得知，甲苯為脂溶性的物質能充分溶解於脂質內，發現其總脂質的高低與甲苯的吸收量呈現出正比的關係。(如圖 6)

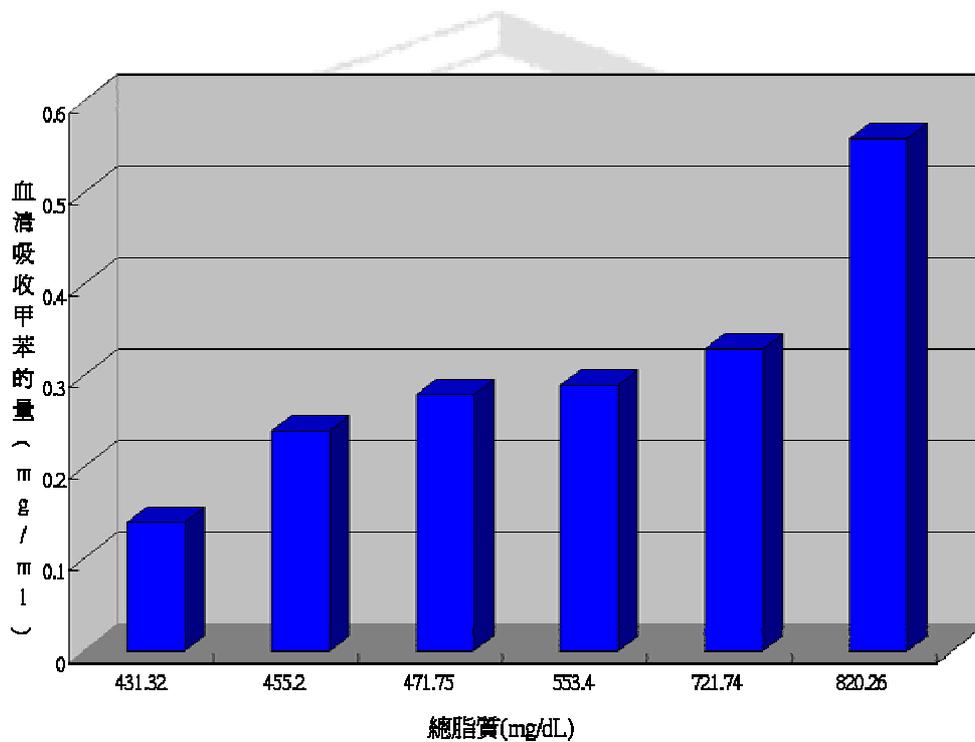


圖 6 總脂質與血液吸收甲苯的量關係圖

因測其總脂質的藥品停止生產，故本研究利用三酸甘油酯來代替總脂質的量測；而三酸甘油酯即是中性脂肪，是血脂肪的成分之一，扮演著貯存與輸送的角色，大部分存在於乳糜微粒及極低密度脂蛋白內。其豬隻的三酸甘油酯為 25~130 (mg/dL)之間。

本研究假設若體內的三酸甘油酯高低會直接影響甲苯的吸收度。由十二組數據得知，三酸甘油酯高低與甲苯的吸收量呈現出正比的關係。

由十二組數據的總脂質高低從小排到大，繪製三酸甘油酯與血液吸收甲苯的量的直方圖(如圖 7)可以看出血液中三酸甘油酯含量高低與甲苯的吸收量有呈現出正比的關係。

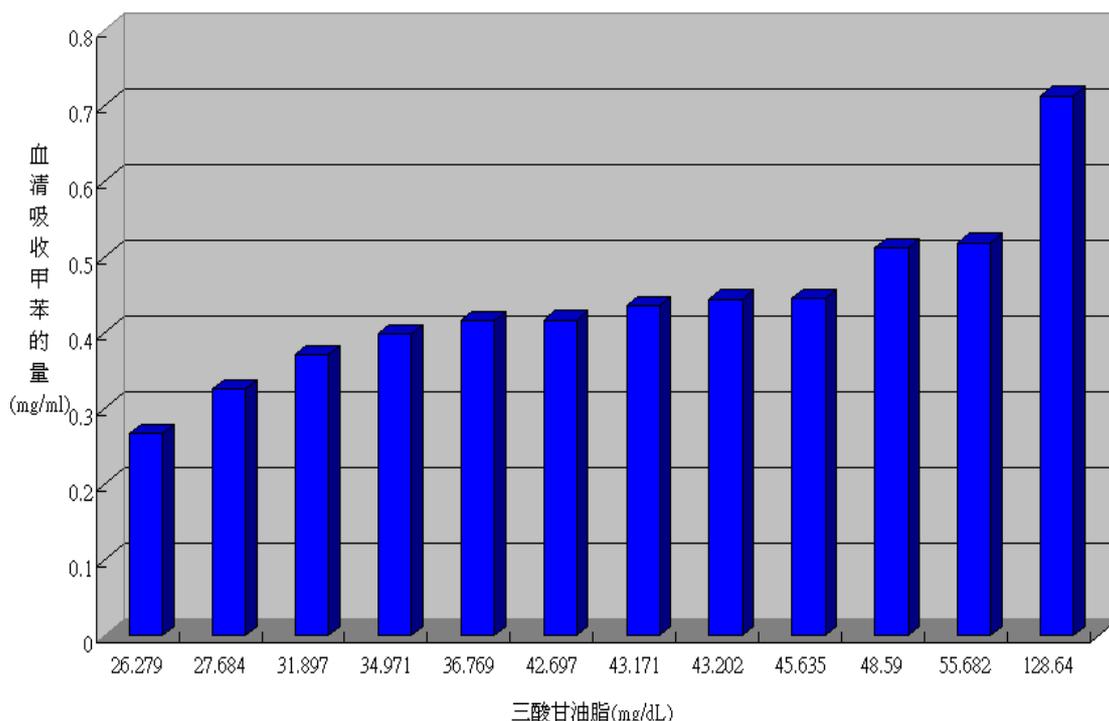


圖 7 三酸甘油酯與血液吸收甲苯的量關係圖

4-3 採血過程與脫附揮發之討論

一、因豬血較大量，準備採血瓶後，將抗凝血劑注入採血瓶再進行採血(血液：抗凝血劑=50ml：1 ml 之比例)；採血完，均勻搖晃後，冷藏靜置 60~90 分鐘等待血液分離出血清。

二、一般離心條件，須在採血完 4 小時內離心，以轉速 10000rpm，離心 15min，常溫下即可(離心時需以石蠟膜將離心瓶瓶口緊封，避免血液灑出)。離心完畢將血清抽出即可，通常血液離出之血清量，約為血液的一半。

註：血清在室溫 20°C~40°C 下可保存約 5~7 天；若冷藏 2°C~8°C 下可保存約 14 天；而在冷凍下(-70°C)則可保存約 2 個月，試用途而決定。每一採血瓶上需貼上標籤並標明號碼及採血日期。

三、在採樣過程完畢後，其採樣介質(活性碳管)需立即加蓋，並以石臘膜加封。(若不立即脫附，須以冷藏加以冰鎮)；進行活性碳管脫附，但因二硫化碳在長溫下屬於易揮發的有機化合物，在脫附的過程中可能因石臘膜的破裂，或沒有給予多一層的加封蓋住，導致二硫化碳揮發，造成實驗的誤差。

註：二硫化碳為易揮發有毒物化學物質，所以進行脫附過程中，人員應在抽氣櫃裡進行脫附，並配戴手套、口罩等個人防護用具。

第五章 結論

本研究實驗結果得知，影響血清吸收的甲苯量，主要原因推估與脂質有直接關係，本研究由豬隻血液的十二組數據再加上人體血液的六組數據，更有趨勢顯現出脂質與血液吸收甲苯的量成正比關係。能評估出勞工人體健康條件是否適合從事甲苯暴露之作業環境。因此雇主可採用本研究之評估方法所測得的結果，可讓雇主從體格檢查的總脂質高低做為勞工篩選條件，來評估是否適合於甲苯工作場所進行作業，更讓勞工作業時可由定期健康檢查來了解自己的健康狀況，並防止在甲苯工作場所暴露後所造成的傷害。

因人體血液不易採集，本研究以豬隻血液當做採樣介質，在附錄一，血液生化值的比較中，可看出豬與人的血液成分是非常相像的，在此已成功研發出一種能反應各污染物由呼吸系統進入人體之新採樣方法。目前本實驗是以甲苯作為研究，希望未來可由其他氣體污染物來做測試，看是否也適用這種採樣方法。

未來，本研究還希望能與醫學方面的科技做合作，發展出更精確的評估技術，作為勞工作業工作場所中一項健康保障。

