

医学科学译丛

# 农药中毒与农药毒理学专辑

1964

上海市医学科学技术情报研究站

上海市科学技术委员会 劳动卫生及职业病专题组 編  
医药专业委员会



53

上海市科学技术编译馆

医学科学译丛

# 农药中毒与农药毒理学

上海市科学技术委员会医药专业委员会劳动卫生及职业病专题组  
上海市医学科学技术情报研究所 編

上海市科学技术編譯館

医学科学译丛

**农药中毒与农药毒理学**

上海市医学科学技术情报研究所

上海市科学技术委员会 劳动卫生及职业病专题组 編  
医药专业委员会

\*

上海市科学技术翻译馆出版

(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海新华印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 11 6/16 字数 350,000

1964年10月第1版 1964年10月第1次印刷

印数 1-7,000

編 号：61·236

定 价：1.40 元

## 內 容 提 要

本書選譯了1961~1964年四年來國外科技期刊中有关农药毒理及防治方面的代表性論文共52篇，分編为五大类：一、总論，闡述农药的卫生学問題、現場調查研究方法及毒理学方法等。二、有机磷杀虫剂20篇。三、有机氯杀虫剂11篇。四、其他农药7篇。包括：熏蒸剂、除莠剂等，闡述常用品种的毒性、代謝、解毒剂、診斷治疗及防治观察等方面的論文。五、分析方法8篇。介紹一些在空气中、食品上及人体組織內农药的分析方法。

本書可供國內医学卫生工作者及从事农药研究的科研人員参考。

## 編 者 的 話

随着党的以农业为基础、以工业为主导发展国民經济的总方針,研究、生产和使用农药的工作迅速地扩大,不仅产量成倍增加,品种也日益增多。如何掌握农药的毒性、如何防治中毒,已提到医学卫生人員的日程表上。本輯选譯 1961~1964 年国外科技期刊上有关毒理学及中毒防治方面代表性的論文,內容分为总論及各种农药的各論。总論中除了收集介紹现场調查研究方法外,也选了几篇一般毒理学研究的文章,是与本书的中心內容密切相关的。世界上农药的品种多达 300 余种。这里就国内常用的新农药的毒性、体内代謝、解毒剂、诊断治疗、防治观察以及分析方法等方面加以选譯。一些老品种如无机农药或植物性农药,已有有关书籍介紹,不在本輯收集之列。

本輯的选题、翻譯、审校等工作由上海第一医学院劳动卫生教研組、上海市劳动卫生与职业病研究所、上海市卫生防疫站的有关同志共同进行。本刊在整个編輯过程中,承顾学箕、陈先達、任引津三位同志的大力支持,均此致謝。由于我們的水平有限,收集的內容还不够全面,譯文有不妥或錯誤之处,希讀者指正。

編 者

1964 年 7 月

# 目 录

## 一、总 論

1. 植物化学保护剂与医学科学問題.....陆志英譯..... 1
2. 工人接触杀虫剂的測定.....梁友信 蔣学之譯..... 4
3. 測定工人接触杀虫剂的补充說明.....薛寿征譯.....14
4. 农药中毒的診斷問題.....卢 珊节譯.....16
5. 一位毒理学家对閾限的观点.....鍾宝珍譯.....17
6. 計算有害物质最高容許浓度近似值的新資料.....顾祖維 陆其明譯.....22

## 二、有机磷杀虫剂

7. 有机磷杀虫剂的一些毒理学問題.....吳振球譯.....26
8. 乐戈的急性和亚急性毒性.....薛寿征譯.....35
9.  $P^{32}$  标记的乐戈在綿羊体内的代謝.....曹群立 严文鈺譯.....40
10. 奶牛口服馬拉硫磷后的代謝情况,动物对于杀虫剂的代謝.....黃維瑾譯.....48
11. 三硫磷及其二甲基同系物的急性和亚急性毒性.....袁亦丞譯.....52
12. 对硫磷和对氧磷經皮肤吸收的研究 III 对硫磷的吸收速度.....王穆兰譯.....56
13. 研究有机磷杀虫剂皮肤渗透性的一些方法.....金錫鵬譯.....60
14. 关于二硫代磷酸酯类通过皮肤的吸收.....顾文昌譯.....64
15. 有机磷化合物的生理和临床影响.....丁 鉞譯.....66
16. 以血浆及紅細胞胆碱酯酶活力作为伊皮恩和馬拉硫磷对于人类毒性閾量的指标.....陈虹曾譯.....67
17. 內吸磷慢性作用时的机能改变.....金慧芝譯.....71
18. 慢性接触有机磷杀虫剂的精神病后遺症.....丁 鉞譯.....72
19. 馬拉硫磷对大鼠第二代的毒性.....梁友信譯.....75
20. 有机磷杀虫剂选择毒性的机制問題.....龔梓初譯.....76
21. 二烷基磷酸酯类的生物学活性及其比較特性.....陈虹曾譯.....79
22. 敌敌畏(DDVP)在飞机机仓灭虫上的安全性.....薛寿征譯.....82
23. 接触对硫磷血液中胆碱酯酶活力和尿中排泄对硝基酚的測定.....刘定丰 陈虹曾譯.....84
24. 胍类——有机磷化合物中毒治疗剂.....邵以德譯.....91
25. 在实验性狗吸入 Sarin 蒸气中毒时,2-PAM 和 TMB<sub>4</sub>  
作为阿托品疗法的輔助效用.....林果为譯..... 101
26. 在实验性狗吸入 Sarin 蒸气中毒时,預防性口服胍类乳酸 2-PAM  
及甲烷黃酸 2-PAM 对阿托品疗法的輔助价值.....林果为譯..... 103

## 三、有机氯杀虫剂

27. 新有机氯杀虫剂及其所污染的食物毒理学和卫生学特征.....陆培康譯..... 107
28. 七氯化苄中毒时某些磷代謝酶的活性.....叶萐萐譯..... 110
29. 氯丹和七氯化苄生产工人健康状况的研究.....方玉兰譯..... 112
30. 六六六及 DDT 制造工人的集体肝功能检查.....薛汉麟譯..... 114
31. 乳牛喂以低 DDT 日定量飼料后奶中的 DDT 残留量.....何叔德譯..... 116

|                                      |      |     |
|--------------------------------------|------|-----|
| 32. 人体脂肪中 DDT 和 DDE 的含量 .....        | 曹群立譯 | 120 |
| 33. 英国南方人体脂肪中有机氯杀虫剂的含量 .....         | 王秀貞譯 | 122 |
| 34. 工厂工人的艾氏杀虫剂中毒 .....               | 叶肖麟譯 | 125 |
| 35. 急性致死性狄氏剂中毒 .....                 | 薛汉麟譯 | 128 |
| 36. 杀虫剂中毒的脑电图 .....                  | 史鴻璋譯 | 132 |
| 37. 六氯苯引起获得性毒性迟緩性皮肤卟啉症 348 例报告 ..... | 王同鑫譯 | 136 |

#### 四、其他农药

|                                       |          |     |
|---------------------------------------|----------|-----|
| 38. 新杀虫灭菌剂甲氧乙氯汞(Меркуран)的毒理学特征 ..... | 姚志冲譯     | 139 |
| 39. 胎儿谷仁乐生中毒的临床 .....                 | 杨惠祖譯     | 141 |
| 40. 有机汞(乙基甲苯磺酰替苯汞)中毒 .....            | 任引津譯     | 142 |
| 41. 丁基錫中毒实验病理形态学的研究 .....             | 傅慰祖 李祖蔚譯 | 145 |
| 42. 溴甲烷的毒理学特征 .....                   | 吳振球譯     | 151 |
| 43. 一种化学除莠剂 2,4-滴对神经系统的作用 .....       | 宓哲伟譯     | 155 |
| 44. 除莠剂西馬嗪(Симагил)的毒性 .....          | 胡稼珍譯     | 157 |

#### 五、农药卫生分析

|                                           |          |     |
|-------------------------------------------|----------|-----|
| 45. 农药(分析) .....                          | 陆培坤譯     | 159 |
| 46. 空气中二甲基 2,2-二氯乙烯基磷酸酯(DDVP)的比色测定法 ..... | 潘志擎譯     | 162 |
| 47. 除草剂五氯苯酚在卫生学上的研究第二篇 五氯苯酚微量分析法的探討 ..... | 李祖蔚 傅慰祖譯 | 164 |
| 48. 琼脂-扩散法测定有机磷杀虫剂 .....                  | 潘志擎譯     | 166 |
| 49. 在制剂中的馬拉硫磷的測定 .....                    | 陈寿椿譯     | 167 |
| 50. 乐戈残留量的比色测定法 .....                     | 潘志擎譯     | 168 |
| 51. 接触馬拉硫磷及其类似物的人尿和鼠尿的醚萃取液中磷酸酯的測定 .....   | 陈寿椿譯     | 171 |
| 52. 尿液中狄氏剂代謝物的检查 .....                    | 周恒鐸譯     | 173 |

# 一、总 論

## 1. 植物化学保护剂与医学科学問題

作者 梅德韋德 Л. И.

譯自苏联“Гигиена и токсикология новых пестицидов и клиника отравлений” 1963: 5~17(俄文)

农业的化学化应理解为在农业生产中广泛而全面地使用各种化学物质。其中包括矿物肥料、杀虫灭菌剂、除莠剂、脱叶剂、干燥剂、生长和結果的化学促进剂、畜牧业中的清洁剂及飼料、农产品儲藏及消毒的化学品以及其他使用在农业上的化学物质。

許多化学物质具有一定程度的生物学活性，所以通过各种途径侵入人体时，可能表现毒性作用。因此，必須对农业上使用的全部化学物质給予毒理学和卫生学的评价，这样才可以提出和采取有效的措施以保障居民健康。

大家知道，就連矿物肥料中的一些化合物，在某些情况下，也可能損害人們的健康，所以上面所举的一切农业上使用的化学物质，都应该作为卫生学检查的对象。其中杀虫剂应受到特別重視。在許多資本主义国家中(美国、西德、日本等)由于使用某些杀虫剂时，沒有采取預防措施而使中毒病例日益增长。1961年，在法国召开的第一届世界农业卫生学會議上，植田教授报道了最近4~5年日本的D-605中毒病例，正式报告的就有7,000例之多，其中几乎有三分之一病人死亡。許多用来預防植物害虫及植物病的制剂是极毒的。因此，在一定条件下可能損害人的健康。农业化学化的发展給医学科学和保健工作提出了下列长期的主要任务：

- (1) 預防杀虫剂使用者的中毒問題；
- (2) 預防居民中由于食用含有动植物化学保护剂残余的食物而引起的中毒；
- (3) 在直接生产和使用动植物化学保护剂的居民区的水体、土壤和大气的卫生防护；
- (4) 检查某些制剂的致癌性质，以便禁止使用或以其他危险性較少的物质代替这些制剂；
- (5) 寻找诊断和治疗中毒的方法及药物；
- (6) 制訂一套在空气、食物和生物媒质內測定某些制剂的敏感簡易的方法。

解决上述的和其他的問題，就需要进行广泛的卫生学、毒理学、临床学、病理生理学、生化学和其他方面的研究。上述問題中的某一些，对已广泛使用在农业中的某些制剂來說，还未得到解决(如致癌性还未判明、沒有制訂出可靠的在生物媒质內的測定方法)。然而在最近期間，却要采用一系列作为杀虫灭菌剂、除莠剂等的新物质。一般來說，尙未解决的是那些需要更复杂和綜合性的研究及較精細的方法的問題。在毒理学研究中，必須解决許多虽早已成熟但在理論和实践上尙未解决、却具有原則意义的問題。这些問題如下：

(1) 判明各种物质对机体的联合作用。在果类作物生长期間，常被許多制剂处理，因而这些制剂可能是在人劳动时以及随食物进入机体。

(2) 判明化学物质和生产环境因素(高温和低温、太阳辐射、尘埃、各种强度的震动和噪声)对机体的联合作用。这里所指的不仅在于高温能促进揮发物质在空气中浓度升高、增强机体心血管和呼吸的活动、增加进入机体的有害物数量，而且也說明在某些具体情况下，毒物和其他环境因素同时作用于机体同一系統时，后者受到損害較快。各种外界因素联合作用的生理机制也应当加以判明。

(3) 仔細研究物质的化学結構、理化特性和毒性，对寻找有选择性作用的物质具有很大意义。不仅应研

究毒性與分子中的某些化學元素之間的關係，而且還要研究分子的空間結構和毒性的關係。

(4) 判明各種物質的微量作用問題，即物質在若干年中間進入機體而並不引起任何破壞的劑量。在這種情況下，應考慮到某些物質可能隨食物一起進入不同健康狀況和不同年齡的人的機體。這裡的問題在於物質的有形的和生理的蓄積，而且也在於物質視機體的年齡特徵（兒童、成人、老人）和某些疾病的存在而發生不同作用；同時也在於某些物質對機體的生物免疫反應性發生影響。顯然，此中特別重要的是判明某些物質的遺傳突變特性。

化學物質對機體的長期慢性作用問題是在工業毒理學中早已提出的。但是，在工業中僅僅是健康的成年人在工作。同時，為了防止慢性中毒，有定期的醫學檢查制度是不可少的。在必要時個別工人可以調做不接觸職業危害的工作。至於殺蟲滅菌劑則可以隨食物無限地進入機體。以二個對氯苯基三氯乙烷（DDT）制劑為例，就可以看到它對居民的健康具有何等的危險。DDT 在自然條件及食物烹調時不被破壞，能以極微量進入機體而蓄積於其中。美國研究接觸 DDT 的人的脂肪中以及哺乳母親的乳中發現 DDT。應當注意，象 DDT 那樣穩定的制劑能夠和食物一起直接進入機體，是由於 DDT 處理果類作物的關係；以及由於 DDT 可通過各種途徑污染動物飼料，而使它隨肉類食品進入人體。例如，在防治森林害蟲時，干草飼料受到污染。如果能在開花前處理谷類作物，則在谷物中不含此制劑，而僅含在莖中。

在給新物質作衛生學和毒理學鑑定時，必須經常想到所有年齡組居民均食用此食物，其中還包括病人。1961 年，植物化學保護劑國家委員會頒布的规定中，限制和規定了 DDT 制劑的使用範圍，借以防止 DDT 污染食物。在其他國家也採取了類似的措施。但是，其他國家是在醫學科學機構積累了一定的資料之後才進行，所以是不及時的。不言而喻，為了及時解決每一種物質的採用與否的問題，應該在它生產前就進行全面的研究。這就必須盡力地提高研究工作的實驗和理論水平。

1957 年 6 月在基輔召開了第一屆全蘇殺蟲滅菌劑衛生學和毒理學學術會議，參加會議的各方面的專家和代表，全面討論了有關化學毒物的生產及農業上使用的問題。大家一致認為，採用綜合性的研究可以解決各方面提出的主要問題，即能得到對農作物害蟲和病源體有毒作用，而對人和溫血動物為低毒的制劑。選擇毒性的概念應該成為旨在尋找高效低毒制劑的科學研究的中心思想。只有這樣，才可以從根本上預防中毒。

毒物使用方法的衛生學評價是預防中毒的重要任務之一。不斷擴大的毒物使用範圍不可避免地要使空氣、土壤和食物被毒物污染。其中殺蟲滅菌劑在食物中的殘留量的衛生標準問題特別突出。

在研究毒物作用機制的基礎上，證明有可能來確定某些毒物的早期中毒的症狀，並制訂中毒的診斷方法和發病機制療法。根據臨床資料的分析，就可以規定出接觸殺蟲滅菌劑工作的主要禁忌症。

從衛生學觀點來看，有機磷殺蟲劑的主要特點是它們在外界環境中很快分解。這一點是它們與有機氯殺蟲劑的區別。有機氯殺蟲劑雖然毒性較小，但有很大的穩定性和較明顯的蓄積性。因此，衛生學的重要任務在於製造出具有足夠殺蟲效果，而對人是低毒的有機磷殺蟲劑。研究有機磷化合物在人體內和昆蟲體內的代謝過程的區別是解決這問題的主要方向。目前，已確定了許多有機磷化合物，是通過氧化而被激活的。這些過程在昆蟲和溫血動物體內可能以不同的速度和強度進行。關於解毒過程中，也有類似的現象。根據上述規則制成了一些選擇作用的化合物：如敵百蟲、4049、樂戈等等。敵百蟲對家蠅是有毒殺作用的，因為它在這類昆蟲體內脫去氯化氫而變為抗膽鹼酯酶的有效物質；而在人和溫血動物體內不發生這種變化，因而對人的毒性小得多。4049 對昆蟲的毒性比人來得大，因為它在昆蟲體內的分解比在溫血動物體內的慢得多。

為了測定一些有機磷化合物在溫血動物體內被激活或解毒及其轉化的強度和方向，Ю. С. Карау 氏研究了近 100 種已合成的有機磷殺蟲劑，對它們的試管內抗膽鹼酯酶活力作了比較，指出在它們的試管內抗膽鹼酯酶不同的化合物中，也就是在很快能得到解毒或很快被激活的制劑中，找到了一些具有一定選擇作用的殺蟲劑。

具有高度抑制膽鹼酯酶活力和高毒性的制劑，虽然是高效的殺蟲劑，但通常對人和溫血動物的毒性也高。尋找對昆蟲有選擇作用的有機磷殺蟲劑是個十分有前途的方向。但是，在目前還是在使用對人有高毒性的殺蟲劑。因此，必須尋找有足夠殺蟲效力，而毒性比目前使用的為小的殺蟲劑，並給予迅速推廣。象在不久前根據蘇聯國家衛生監督局提出的報告，解決了用甲基 1059 代替 1059 的問題。前者對人和溫血動物的毒性比后者小 5~10 倍。為了了解中毒最早期的症狀、獲得診斷中毒和制訂空氣中衛生標準的資料、研究

作用机制和中毒的治疗问题,必须广泛地进行有机磷杀虫剂对机体某些生理系统作用的研究。

二烯合成的杀虫剂①的中毒危险性,首先在于它们有可能进入呼吸系统;其次具有经皮侵入的特点、极显著的蓄积性质以及对各种外界因素作用的抵抗性。考虑二烯类杀虫剂对防治各种农业害虫有良好效果。一方面研究了该类制剂对温血动物的毒性和作用性质,另外,也研究了制剂毒性与化学结构之间的关系。结果,发现在工业制品中作为杂质的六氯环戊二烯在吸入作用的高度毒性中起很大作用。

在制剂中,减少六氯环戊二烯杂质,降低了二烯类杀虫剂的毒性。研究二烯化合物的毒性与化学结构的关系指出,在第二个双环中的双键被取代时,例如:艾氏剂,当用氢或其他基团取代时,制剂的毒性就明显地下降。必须假定,结构中双键的存在使制剂在机体中具有很大活性,也决定了它具有较高毒性。当双键切断处用氧取代时,毒性改变很少,这大约证明这种键是不稳定的,因而证明仍然存在毒性。

在二烯制剂的毒性中,化合物空间结构可能起重要的作用。例如,立体异构体的异狄氏剂和异艾氏剂较狄氏剂和艾氏剂为毒。二烯杀虫剂的化学结构及其慢性毒作用之关系已找到了某些规律,发现在多环的卤素烃类化合物中,四环化合物的蓄积性质比二环的大得多,象 аллодан, тиодан 制剂具有不甚明显的蓄积性质。所获资料给化学合成工作者指出,今后进行探索性研究时,首先是在二环脂的卤素衍生物中,尤其是 тиодан 型制剂中寻找。

在目前,除莠剂被广泛地应用于农业上,借以减轻劳动力。除莠剂是属于各种类型的无机化合物和有机化合物,如氯苯氧基醋酸( $\text{ClC}_6\text{H}_4\text{OCH}_2\text{CO}_2\text{H}$ )、二硝基苯酚化合物(диносеб, динок)、三氯(代)苯、三氯乙醛和三氯苯氧基醋酸、三氯杂苯的衍生物(симазин, атразин, пропазин)、尿素的衍生物(фенурон, монурон)、2,2-二氯丙酸的衍生物、甲基氯苯氧基醋酸等等都具有除莠的作用。这些物质中,有的化合物是低毒的,对动物致死剂量是以克/公斤计算;高毒性的致死剂量为30~50毫克/公斤;中等毒性制剂的致死剂量从300毫克/公斤到800毫克/公斤。

据许多作者报道,除莠剂可以长期滞留在土壤中(达1~2年)。对食物中某些除莠剂的含量,国外许多国家规定了(далопон, зинтеб等等)标准含量。当人们在劳动时和食用残留有除莠剂的食物时,除莠剂可以表现毒性作用。除莠剂的研究,应该包括毒性研究和对食物的卫生学评价。

化学工业生产的除莠剂,应该符合国定全苏标准的规定,在制剂中不应含有增加制剂毒性的杂质。事实上,化学工业生产的除莠剂有时就含有各种有毒杂质,例如工业制品乙(烷)基脂 24-Д 和胺盐 24-Д 含有大量的脂肪族胺、氯苯、氯代苯氧基醋酸、二氯乙烷等杂质。这些杂质在许多场合下可损害工作人员的健康。目前急需制订除莠剂在空气和食物中的卫生标准。

对使用杀虫灭菌剂时的劳动条件正在进行大量的研究。由于实验毒理学研究和现场卫生学调查的结合,得以提出最符合卫生要求的消毒种子、喷洒植物和其他的工作方法。有机汞和有机磷化合物的毒理学的研究,给了寻找中毒的发病机制治疗药物的可能性。

制订某些化合物在操作地带空气和食物中含量的卫生标准是科学研究的重要成果。1961年颁布了关于农业使用化学毒物卫生监督的官方资料的汇编,其中包括了苏联保健部国家卫生监督局批准的33个文件(卫生规则须知、方法学指导等)。

农业化学化在卫生学和毒理学方面的研究所达到的成绩还不能以此为满足。农业化学化在很长时期内仅局限于劳动卫生工作人员的科学和实践活动领域中;食物卫生学家研究这一问题还不过十多年,直到最近几年环境卫生和实验肿瘤学家方始对这个问题加以注意。虽然临床医师久已发表过著作,描述某些中毒病例临床症状的著述,但遗憾的是大部分临床工作仅停留在这一阶段。

近年来,发表了許多法医学家的研究,其中规模最大的是实验毒理的研究,但大部分著作只限于对物质初步毒理学鉴定和某些生理指标的研究。在杀虫灭菌剂毒理学各论方面积累了大量资料。这是重要而必需的;但如果进一步作广泛的纯理论性研究,就不能解决农业化学化对医学科学提出的全部任务。

目前,由许多医学和非医学方面的专家参加进行的大量综合研究,使杀虫剂的医学科学研究可以取得成就。在这些工作中应有卫生学家、各种专科临床医师、毒理学家、生理学家和病理生理学家、生化学家和病

① 指环戊二烯类杀虫剂——译者注

理解剖学家以及根据不断发生的问题和需要解决的任务而吸收其他医学专业人员参加。医学工作者在进行自己的研究时,应与化学家、物理学家、肿瘤学家、植物生理学家、畜牧学家和其他专家密切合作。

关于昆虫、实验动物和人三者新陈代谢的性质区别是非常重要的问题。如能掌握这些区别,就可以创制对昆虫有选择性作用而对人是无害的制剂。深入和全面地研究不同机体内的新陈代谢并加以比较,是有巨大的科学意义和实践意义;但这些研究作得不多,必须鼓励发展。

某些化合物毒作用原发机制还不清楚,就不能提出合理的预防和治疗中毒的方法。现代毒理学积累的資料指出,毒物对机体组织的作用,按其本质来说,是毒物干预了决定着各种生理机能的机体生化过程。生化过程反常造成生理机能的紊乱。

我们的研究指出了乙基汞杀菌剂作用机制的主要环节是它们和巯基蛋白质类起反应。巯基成为具有高度生物活性的分子的组成部分,因之在机体生命活动中起重要作用。乙基汞化合物改变巯基蛋白质的反应能力而影响它们的活性。除了这一重要因素外,我们还证明了乙基汞化合物主要蓄积在大脑中,并长期滞留其中。判明了作用的最初机制,再加上研究乙基汞化合物在体内归宿的结果,就可以创立作用机制的理论。由于碳氢基团的存在,乙基汞化合物能进入到机体全部器官和组织,并很快地与巯基蛋白质结合,这就导致机体内生化反应的倒错和生理机能的障碍。这点可以解释中毒症状的多样性,而毒物的大量蓄积和长期滞留于大脑中,则可解释神经系统方面症状所占的优势。除直接影响外,反射作用对中毒过程也起着重要作用,这一点在猫的离体颈动脉窦实验中得到证明。

当氯化乙基汞和磷酸乙基汞溶液通过猫的离体颈动脉窦时,出现了不可逆的消胆碱效应,而注射二巯基丙醇磺酸钠得以恢复颈动脉窦对乙酰胆碱的反应。对猫进行磷酸乙基汞溶液静脉注射时,血压降低;而注射二巯基丙醇磺酸钠后,却没有观察到降压作用。二巯基丙醇磺酸钠的作用表现为受治疗动物的存活率较高、死亡期推迟、汞自机体中排出加速、利尿、周围血液成分和其他指标的正常化。

判明乙基汞化合物毒性作用的最初生化机制,不仅在治疗方面,而且也在预防中毒方面给我们提供了可靠的药剂。关于有机磷方面也得到了类似的结果。由于至今还未判明有机氯和其他化合物毒性作用的最初机制,因而严重地妨碍了中毒的有效预防和治疗。所以运用生物化学方法进行毒理学研究以及使生物化学家解决一些特殊问题,是今后的重要任务。生化研究应该结合生理学研究同时进行,为此,必须更广泛地动员生理学家和病理生理学家参加研究工作。他们应以集中注意力去研究某些类化合物的作用的反射机制。必须进行最广泛的研究,借以判明某些类化合物的毒性与其结构、理化特性之间的依存关系,这样就可以大大缩短对该类化合物的毒性初步鉴定所需的时间,而在个别情况下,甚至可以并不需要专门的研究,而只根据积累的理論資料对它们进行鉴定。

(陆志英译 顾祖维、朱滨生校 顾学箕审)

## 2. 工人接触杀虫剂的测定

作者 Durham, W. F.; Wolfe, H. R.

译自瑞士“Bull WHO” 1962, 26 (1): 75~91(英文)

为了评价工作时接触杀虫剂对健康的危害,测定从事各种有关使用杀虫剂工作的接触量是有价值的。曾经想出许多方法,用来测定工人和其他人对杀虫剂的接触量,这些测定方法,可简便地分为直接法和间接法两类。

直接法为使用某些方法,采集工人工作时所接触的毒物。通过化学分析、生物鉴定或其他方法测定所采集的毒物量,即特定接触时的直接测定。间接法为测定毒物对接触者所引起的某些反应。

文献中曾刊载许多有关喷洒操作时工人接触杀虫剂的报导,但对于各种有用的方法及其效能,则未予讨论或评价。接触杀虫剂的途径有三:即呼吸道、皮肤及口腔。本文首先将直接测定工人接触杀虫剂的有效方

法,作一詳細复习,并对在特定情况下,应用这些方法所获得的结果进行总结。間接測定法仅略提及,因为研究者們对它的操作程序已較为熟悉。

## 一、直接法

### (一) 呼吸接触

由于某些滞留于上呼吸道粘膜上的物质,可通过粘膜吸收,或被吞服而經胃肠道吸收。因此,呼吸接触不可能与經口或皮肤接触完全区分开来。然而,由于大多数物质經肺吸收都比皮肤迅速而完全,故认为經呼吸道进入是易于引起中毒的途径。为了更安全起见,一般常将所有吸收物质作为呼吸接触,这就可能有誤差。

### (二) 以空气浓度計算呼吸接触

呼吸接触通常是按毒物在空气中的浓度来計算的。这种計算方法对于气体或蒸气可能是准确的;但如含有顆粒性物质时,大气浓度缺乏一致性,若用这种方法計算就值得考虑。实际上,在柔軟的鼻道中,不可能机械地模拟。一般而言,在空气采样时并未考虑到呼吸气流的潮式特征。通常,即使空气在采样器入口的流速(最小、最大或平均流速)与鼻道空气流速的关系亦未注意。鼻孔正常是向下的,不能接受随意落下的粉尘,亦常被忽視。

以空气浓度值来計算呼吸接触的准确性,部分取决于該采样方法所采集到的粉尘顆粒,在多大程度上同呼吸时鼻道所吸到的相一致。曾以小型撞击式采集器用于空气采样,且有人报告认为这种采样器能很好地采集到同呼吸时大小相仿的顆粒。Greenburg-Smith 氏撞击式采样器具有在限定時間內采集到大量空气的优点,从而用于低浓度处或接触時間短的情况下可提高毒物測定的灵敏度。Caplan 氏等比較了 Greenburg-Smith 氏撞击式采样器与玻璃粉板吸收器的效能,发现后者在采集馬拉硫磷气溶胶时,其效能約为前者的 4 倍。

采集含对硫磷的空气样品所用的采样装置,是 3 个 500 毫升撞击管串联起来的改良式 Greenburg-Smith 撞击式采样器,是一种滿意的办法。以乙醇为溶剂,在第一个采样管中装 250 毫升;第 2、第 3 个各装 100 毫升。虽然这种装置对提取馬拉硫磷蒸气的效能值得怀疑;但对提取馬拉硫磷顆粒則十分有效。由于天然橡胶接头可干扰化学分析,所有接头都应用玻璃或合成橡胶制成。玻璃装置可由直径为 18/12 的硬质玻璃弯形接头,与 500 毫升的 Greenburg-Smith 氏粉尘撞击管相連而制成。这一装置可配置在一个 12×22 平方吋(約 30.5×56 平方厘米)的胶合木框上,并配具可調节的螺旋夹,以支撐装置的玻璃部分和一个 12×12 平方吋(約 30.5×30.5 平方厘米)的底板以保持整个装置直立。圆球接头用硅真空油潤滑,并用螺旋夹連接在一起。

当采集用于計算呼吸接触的空气样品时,采样系統的进气管的开口位置必須保持向下,并应大致上置于中等身材者的鼻部高度。当在墙壁或天花板刚噴过药的室内采样时,高度与方向尤为重要。

吸引器可用电真空泵,如无电力时可用手搖泵、汽油泵,或用压缩 CO<sub>2</sub> 发动的 Venturi 氏管。某种泵与特定采样装置接触后所产生的气流要事先予以校正,可以不必将流量計帶到现场。一般而言,当撞击式采样器內用 100~250 毫升溶剂时,气流速度以 0.5~2.5 立方呎(14.2~70.8 升)为最合适。当用压缩空气及以 Venturi 氏管作为真空源时,必須备有一流量計,因这种气流有些不規則。

若空气采样的最初目的为回收該化合物的蒸气形态物,則須用另一采样方法。曾以玻璃棉、氧化鋁(80~200 眼的吸附用氧化鋁)、Florisil 和干冰丙酮等为吸附剂,作提取对硫磷蒸气效能的試驗。試驗表明,氧化鋁柱的效能最为滿意。氧化鋁柱不仅能高效率地吸附对硫磷,而且用丙酮或乙醇能将吸附的对硫磷从吸附剂上易于洗下。氧化鋁柱用来吸附丙体-666 蒸气也令人滿意。

測定空气中毒物浓度后,可按一定的潮气肺容量及呼吸率計算人的呼吸接触。Spector 氏(1956)提出:人在休息时肺通气量的平均值为 444 升/小时;輕工作时为 1,740 升/小时,重工作时为 3,600 升/小时。如在所要观察的工作条件下,測得实际的肺通气量,則可得出更为精确的结果。

### (三) 呼吸接触的直接測定

另一种估計呼吸接触的方法,是利用接触者本人呼吸气流,借此可避免上述某些麻煩。此法是在某一精

稱計時的接觸期間內，測定沉積在接觸者所戴的呼吸面具外層吸附劑或濾墊上的毒物量。假如所用的呼吸面具面型很合適，則吸入的空氣必通過濾墊，就不需測定或計算總容量。借助於限制孔隙的大小，使吸入空氣達到呼吸器濾墊前仍呈流動狀態，從而可滿意地呈現空氣通過鼻道時的气体動力學作用。Edson 氏曾用一金屬吸嘴以保護呼吸器不受直接噴洒的影響。雖然，作者對該吸嘴未加描述；但顯然不能替代限制孔隙的作用。

本文作者在使用若干原有的設計裝置(雙重呼吸器、玻璃漏斗等)後，選擇了單層呼吸器和改良的塑料漏斗，以防止直接噴洒撞擊的影響，同時亦限制孔隙大小。漏斗截短，并用軟木塞塞住，在底與頂之間鑽兩個直徑為 12 毫米的小孔，兩孔相距 6 毫米。改良漏斗的最大直徑與呼吸器內繞綫內環相等，通過兩孔將漏斗牢固地系在環上，在使用時，應使兩孔朝下。沉積在漏斗內側面以及濾墊上的毒物，用適當的溶劑洗下，並加以測定。

在研究工人使用 dinitro-ortho-secondary-butylphenol (DNOSBP) 工作時表明，為了防止呼吸器濾墊受到沖擊，必須採用某些復蓋物。曾分析 16 個未加復蓋的呼吸器濾墊樣品，接觸量為 0.47 毫克/小時。同時，另從 10 個鬆弛地戴在面部的呼吸器，且其濾墊已有顆粒堵塞的樣品進行分析，結果每一接觸為 0.36 毫克/小時。這些結果表明，未加復蓋的呼吸器，呼吸接觸的 75% 顯然受到沖擊的影響。因而在無化學葯劑裝置的呼吸器時，可能對接觸者產生輕度危害的情況下，即使在一短時間內來測定毒物，亦絕不能僅用單純濾墊呼吸器來代替有化學葯劑的呼吸器。在這種情況下，必須戴化學葯劑的呼吸器，而測定的毒物必須取自裝在化學裝置前面及塑料漏斗後的濾墊。

曾經過試驗鑑定，呼吸接觸的濾墊是能有效地捕集對硫磷。空氣量是在已知流量下抽入密閉裝置內，該裝置包含 3 個部分：對硫磷發生源(水中的可濕性粉、水乳劑或 1% 對硫磷粉塵)；試驗的濾墊和兩層氧化鋁吸附劑(如上述)，以阻留試驗濾墊的對硫磷蒸氣通過。後兩部分是用于分析對硫磷的含量。空氣流量保持約 0.6 立方呎(17.0 升)/分，約相當於正常呼吸的吸氣速度。試驗結果見表 1。

表 1 呼吸器濾墊對既定體積的氣流中對硫磷的阻留及氣流通過含有既定對硫磷成份的噴泡管的速度

| 試驗<br>號 | 對 硫 磷 來 源 |          | 空氣容積<br><br>(呎 <sup>3</sup> /分) | 气流速度<br><br>(呎 <sup>3</sup> /分) | 檢 到 的 對 硫 磷      |       |       |                        |
|---------|-----------|----------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|-------|-------|------------------------|
|         | 形 態       | 克/100毫升水 |                                 |                                 | 試驗濾墊<br><br>(微克) | 吸 附 劑 |       | 阻留在試驗濾<br>墊上的部分<br>(%) |
|         |           |          |                                 |                                 |                  | 1 微 克 | 2 微 克 |                        |
| 1       | 25%水湿性粉   | 0.120    | 8.45                            | 0.352                           | 58.1             | 微量    | —     | >92.1                  |
| 2       |           | 0.120    | 14.20                           | 0.592                           | 83.2             | 微量    | —     | >94.3                  |
| 3       |           | 0.120    | 32.40                           | 0.661                           | 147.7            | 9.0   | 微量    | >91.3                  |
| 4       |           | 0.340    | 63.00                           | 0.656                           | 266.0            | 15.5  | —     | >89.3                  |
| 5       | 45%濃縮乳剂   | 0.068    | 14.50                           | 0.604                           | 32.9             | 微量    | —     | >86.8                  |
| 6       |           | 0.068    | 30.50                           | 0.953                           | 41.3             | 微量    | —     | >89.2                  |
| 7       |           | 0.350    | 32.20                           | 0.671                           | 49.7             | 10.0  | 微量    | >76.8                  |
| 8       | 1%粉尘      | —        | 8.50                            | 0.654                           | 53.5             | 微量    | —     | >91.5                  |
| 9       |           | —        | 14.50                           | 0.604                           | 364.5            | 7.4   | —     | >98.0                  |

顯然，各種濾墊阻留對硫磷蒸氣十分有效。阻留率在 77~98%，平均為 >90%。對硫磷的量少於 5 微克時，不能精確地測出，而只能報告為“微量”。但在計算濾墊阻留效率時，這些量以 5 微克計算。這些跡象表明，由粉塵及水濕性粉狀物所形成的對硫磷蒸氣，在濾墊上的阻留效果較由濃縮乳化的更好。結果表明通常在現場的測定情況下，使用濾墊約可回收空氣中對硫磷的 90%。

以  $\alpha$ -纖維素制成的呼吸器濾墊，用于測定液體噴洒的接觸。測定粉塵所用的濾墊是用 32 層外科紗布緊緊地壓成一塊，其大小與呼吸器濾墊相同。然後，將這種紗布與  $\alpha$ -纖維素濾墊釘在一起。當放置濾墊時，紗布一面應向外，以便收集粉塵顆粒。使用  $\alpha$ -纖維素濾墊的主要目的，為使紗布固定。在接觸後，從呼吸器

取下滤垫时应小心,以防粉尘脱落。

不論纖維素或紗布滤垫,在使用前,須用适宜的溶剂处理,以去除任何可干扰化学分析的可溶性物质。接触后回收毒物时,全部滤垫均置于 Soxhlet 提取器中,以便提取进行化学分析。从滤垫上所提取的毒物总量,就是工人在工作时的呼吸接触量。于是可算出每一工作日或每小时通过呼吸途径的毒物接触量。染色的  $\alpha$ -纖維素,因其染色可干扰化学分析,即使經处理后,亦不能令人滿意。某些呼吸器可能使用含有合成成分的或絨毛物制成的滤垫。因含有油分,亦会干扰对硫磷的分析。如不能得到无色呼吸器滤垫时,則可在  $\alpha$ -纖維素布上将有印花部分剪掉。

当用上述方法計算呼吸接触时,必須記住,所測得的值是通过鼻道的毒物量,而不完全是进入肺的量。

## 二、皮肤接触

用于測定工人皮肤接触的直接方法,也有所发展。虽然,这种測定方法十分精确,但皮肤的接触与吸收之間的誤差,比呼吸道或經口途径更大。且誤差的程度可随不同的化合物而有很大的波动。

### (一) 从空气浓度估算皮肤接触

Edson 氏提出一个在各种不同风速下,由空气浓度值折算成表面污染率的换算表。此换算表是在假定該表面所阻留的都呈垂直落下而拟訂的。Edson 氏使用了此表,并指出由于各种气体动力学作用的因素,在沒有濺泼沾污的情况下,他所观察到的表面污染,远小于上述的預計值。即使作更切合实际的估計;但因涉及到許多不同部位的表面及活动情况,产生极其复杂的气体动力学变化,故认为以空气浓度預計皮肤接触是有困难的。

气溶胶的物理性能决定于它的顆粒大小,而顆粒大小又取决于噴嘴大小、噴气压和所用毒物的特性。在应用杀虫剂乳剂和溶液时,噴嘴大小和噴气压是重要的因素。至于水湿性粉,由于粉尘本身的細度,而使其大小限制在最小的带毒顆粒到达噴雾者身上。虽然仅仅通过噴雾器就可使粘在一起的粉尘分散,但不能使其变得更細。自固定在噴雾者帽緣的碳膜玻片上所收集到的水湿性顆粒,經显微镜观察表明:

(1) 从玻片上“噴迹”的大小和顆粒在碳膜表面上附着于碳的形状来看,落在噴雾者身上的某些水湿性粉顆粒是潮湿的,但并无水滴包围。

(2) 噴药者身上的顆粒往往是分开的,而不聚合在一起。

(3) 从碳膜表面留下的空“噴迹”看出到达噴雾者身上的某些水滴,显然并未带有水湿性粉末。

(4) 从清晰的碳膜上留下的薄印迹看出顆粒仅具很小的动能。

在研究噴雾者接触情况时,顆粒的性能是很有兴趣的。許多带毒顆粒太大而不能吸入,这表明到达干燥皮肤上的許多顆粒不可能牢固地附着而長時間存留。

有理由认为由水湿性粉顆粒、乳剂或溶液点滴所携带的杀虫剂量与顆粒大小成比例。所以防止可携带最大量毒物的較大顆粒与工人接触具有特別意义。

### (二) 用雾吸收剂或粉尘阻留物直接測定皮肤接触

直接測定皮肤接触的一个方法系将吸收滤垫放在工人身体的各点。在一計算時間內,照常噴洒一个或一个以上的噴洒周期。然后取出滤垫,送實驗室提取毒物。化学分析結果代表取样的身体各个部分的接触量。

曾有用  $\alpha$ -纖維素制成的滤垫来研究对噴雾的接触,而測定粉尘的滤垫則用外科紗布制成。将大块的  $\alpha$ -纖維素剪成 4 平方吋 (10.2 平方厘米) 的小块。紗布垫則用同样尺寸的 32 层外科紗布釘成。紗布垫衬以一张白滤紙,并在四边用带子縛好,在四边縛好后,紗布垫的大小每边約为 4½ 吋 (11.4 厘米),每边可暴露的面积仅 2½ 吋 (6.4 厘米)。

$\alpha$ -纖維素垫具有吸收性,但在噴洒接触时不致浸湿。同样,一般操作者的皮肤,亦不可能被流出的雾滴弄湿,所以认为滤垫和皮肤可阻留所冲击的全部雾滴。

Fletcher 氏等(1959)曾試用羊毛脂浸漬的滤垫来观察噴雾工对狄氏剂的接触。他們指出,可引起爭論的是非油脂性滤垫在皮肤上的緊貼度,并不能与略具油脂的皮肤表面相等,因此,收集到的量将过于偏低。然而,經羊毛脂浸漬的滤垫亦不滿意,因羊毛脂可干扰化学分析,結果得出很高的空白值。皮肤从滤垫吸收羊

毛脂的程度,受敷貼濾墊部位出汗量的影响,而致身体各部份有不同的空白值。因此, Fletcher 氏等的結論是,用于測定皮肤接触时,洁淨濾墊較浸漬羊毛脂的为优。

用已知量的粉尘进行实验結果說明,用前述方法处理的外科紗布濾墊,即使在接触后位置改变或在机动震蕩器中震蕩,仍可阻留所用粉尘約 90%。然而,在接触后取下粉尘的濾墊时仍应注意,以避免所采集的粉尘失落。在某些情况下,濾墊是无效的。例如,敷貼于小型飞机飞行员身上时,則不仅粉尘,且濾墊本身亦可失落。

在制濾墊或袋①的衬里前,所有  $\alpha$ -纖維素外科紗布和濾墊等事先都应当用与分析相同的溶剂处理。然如上所述,这种处理往往不能完全去除染色和油脂;所以染色或有油脂的濾料均不应使用。

該濾墊以二条宽为 1 吋 (2.5 厘米) 的粘胶带貼附于操作者身体或衣服的各个部位。大約将一半宽的带复盖于濾墊的各边,而其余一半則粘貼于衣服或皮肤上。不同牌号的带子,其粘性有明显差別。有些粘带可較牢固地貼附于皮肤,以至于取下时引起疼痛;而有些則不能粘着在防水胶布衣服上。然而,有些是令人满意的。

濾墊可置于衣服的上或下面,和身体的任何部位。常规实验一般需用濾墊 10 块。濾墊貼附下述各部位:两膝盖下小腿前側、大腿前側、两前臂背側、两肩胛頂部、頸背(頸圈上緣)和胸上部切迹或靠近頸切迹的上胸部。后两个部位放置濾墊时,应尽量与暴露的頸部相接近。

口鼻部皮肤所用的濾墊可用橡皮带固定,并沿濾墊兩側伸到耳部。为了更完全地測定不規則部位的接触,把  $\alpha$ -纖維素带繞在头、前臂、腿或身体的其他部位。亦可用同样方法繞在鞋面上小腿的周围,以測定是否有噴药从褲脚管滴流下来。

若受試者衣服呈现出过度的沾染,則应在濾墊背側衬一张有光泽的紙,以避免来自衣服的污染。在分析提取前,衬紙应拿去。

在接触終止后,从工人身上取下濾墊时,扯掉濾墊边缘的粘胶带,每块濾墊折叠好分別置于腊紙袋內,濾墊折叠时,需用一张白色优质濾紙夹在两折叠之間。然后,用玻璃铅笔在腊紙袋上作好标记,将袋口褶好并加封,把袋置于容器內运往实验室。

这个过程不可能很快地完成。在现场,当操作者使用噴霧器或噴粉尘器械时,操作不能过慢。为了爭取操作者的充分合作,濾墊应尽可能快地从操作者身上取下;每块濾墊取下后,分別放在具有間隔的匣子內。它是有綹褶的硬紙卡分隔 12 个 1 品脫 (0.5 升) 广口瓶大小的紙格子,每一空格約相隔  $3\frac{1}{2}$  吋 (9.5 厘米)。放置濾墊时,应使两濾墊边成对角綫地交叉置于小格內,以防止匣子和准备分析的濾墊之間的相互污染。小格上应标好記号,注明貼附濾墊的身体部位。在噴霧者回复工作以后,濾墊可放入袋內并作好标记。

在对噴霧或噴粉尘器械操作者进行接触測定时,应小心保証每一个接触过程都包括一个或一个以上完整的噴霧或撒粉过程。每一个噴洒过程通常包括以下几个操作:罐装药物、进噴洒区、使用药物、返回装药区。接触期間均予計算時間,所以操作者的接触量可按一小时或一个工作日計算。

在实验室里处理标本时,先从袋內取出双层濾紙和接触濾墊,沿中央部剪下每边 2 吋 (51 厘米) 的方块。如为处理測定粉尘濾墊,应先取下边带,然后将 4 平方吋 (25.8 平方厘米) 的濾墊和濾紙放在 Soxhlet 盛器中以供提取。提取物中所測得毒物总量,即等于 4 平方吋身体接触部位的接触量。

最后,可算出噴霧操作者皮肤无防护部份的接触量。一般平均最少的穿着包括鞋、短袜、长褲、短袖开襟衫,而无帽,亦无面具及手套。当然必須承认,这是一种經驗的估計,有的操作者可能穿得更多,亦有穿得較少的。許多噴霧者仅用帽、手套和輕便防护短外套。工人佩戴面具也不普遍。通常裸露的体表按 Berkow 氏方法計算,这些裸露部份通常为:脸部 0.70 平方呎 (0.065 平方米)、手 0.88 平方呎 (0.082 平方米)、前臂 1.30 平方呎 (0.121 平方米)、頸后 0.12 平方呎 (0.011 平方米)、頸前和“V”形胸前区 0.16 平方呎 (0.015 平方米)。

全部接触通常为裸露部位皮肤接触及呼吸接触的总和。总接触量以毫克/公斤表示,以資与动物实验資料比較。但动物資料往往缺乏精确的呼吸毒性。在这种情况下,由于呼吸道較皮肤吸收更快、更完全,所以

① 袋可能指装濾墊用的袋——譯者注

权衡呼吸与皮肤的吸收量时,根据經驗,一般用 10 作为权重因子。

計算通常是以每一工作日 8 小时为标准。

滤垫方法的一个缺点为,需假設敷貼滤垫的部份即代表被測定的整个身体部位的情况。曾有一种方法对不均匀的身体表面特別有用,該法是在接触时用棉毛衫制品复盖試驗部位;用手套測定手的接触,“T”字型衬衣(短袖汗衫)用于測定上身接触(特別是用于估計可穿透外面衣服的毒物量),袜子用于測定脚的接触(特別是用于在刚噴过药的作物中行走时,測定渗入鞋內的杀虫剂量),短袜还可用于前臂、下腿和踝周围的測定。有时上衣需从穿着者身上剪下,以免在脫下时沾及身体其他部位。穿“T”字型衬衣时亦需剪下。用作測定前臂接触的袜筒,为了防止穿上或取下时受到手的污染,取下时,应先在手上套以塑料袋并将袖子盖沒。在毒物提取后未剪开或重新縫接的上衣,可經洗燙处理重新再用。

### (三) 用揩拭和溶液洗滌法直接測定暴露的皮肤

另一种測定毒雾或粉尘沾染皮肤的方法是:使用一种可以溶解毒物的溶剂,揩拭或輕洗皮肤,然后,分析洗液。这个方法比上述測定方法較为精确,特別适用于手及其他不規則的部位。

揩拭皮肤所用的敷料,是用二块 8 层  $4 \times 4$  吋 ( $10.2 \times 10.2$  厘米)处理过的外科紗布叠在一起,再折叠成  $2 \times 2$  吋 ( $5.1 \times 5.1$  厘米)的方块,并在折边上縫好。这种用作揩拭的紗布浸在盛有 95% 乙醇的瓶中,然后将瓶口封好,以便现场使用。在瓶盖的內側需复以鋁箔,以防止衬垫腐蝕。使用时,用鉗子鉗住縫合处,并在瓶內將紗布压挤一下,使紗布稍干,然后,在需檢驗的皮肤上反复揩拭。当最后一块揩布用毕放入瓶內后,在瓶上加以标签,送實驗室进行分析。

用此种揩布揩拭一次,常不能拭去全部毒物。尤其在相当严重的暴露下更不可能。曾对噴药員的手背和手臂背側作过 21 次揩拭对硫磷的試驗,結果表明:用 4 块揩布在手背或前臂背側一半区域上进行揩洗,每块揩布揩洗 25 次,所擦下的毒物量相当于分別用 6 块揩布拭下的毒物总量的 91%。第 5 块揩布上的毒物量接近或低于試驗灵敏度的下限。因此,可认为用 4 块揩布足够揩下 90% 的毒物。皮肤在做如上試驗前,必須先行洗净,清洗步驟与暴露后揩拭的方法相同。

由于手指間及指甲周围不易完全揩净,所以应用揩拭方法估計手部污染程度并不完全滿意。为了保証能回收全部毒物,必須用多块揩布拭洗。但这种手續费时,不易受到被检者的欢迎。

用聚乙烯袋盛装适宜的溶剂,用来洗去手上毒物的方法似乎可以解决上述难题。方法是将手伸入装有一定量的溶剂的口袋中,袋口在圍繞腕部或手臂部处扎紧,以防溶剂漏損。拇指与各手指及手指与手掌間相互擦洗,然后,将手与袋一齐用力搖动 50 次。用这种方法測定对硫磷,95% 乙醇是合适的溶剂。被检者手部在作搖动的动作时,手应微弯,手指分开,以使指間亦能充分洗滌。手指与手掌間的相互摩擦可促使沾污物质洗脫下来,而增加洗滌效率。通常測定的区域是腕部到指尖,因为这往往是穿长袖衣服工作时,易受沾污的暴露部分。最适宜的袋是用 7 吋闊 (17.8 厘米),0.0015 P. E. 厚的聚乙烯管制成。将此管剪切成 16 吋长 (40.6 厘米),每端用热封器(heat-seal roller)封閉,而制成袋。

由于許多热胶縫合处易于发生裂隙,因此,边缘有縫的袋在使用上也不够滿意。将用过的袋翻向,用乙醇充分洗滌,可以再用。但是乙醇昂貴,重洗费时,因此,回收再用并不經濟。

准备现场用的洗滌装置是:先在袋中倒入 95% 乙醇 200 毫升,扭紧袋口,用夹子夹住,放入一只約 500 毫升容量的广口瓶中,旋紧瓶盖。瓶盖部分(包括瓶盖及瓶盖內环)在盖紧前先用 2 吋 (5.1 厘米)长的胶布带穿过內环及瓶盖,便于袋从瓶中取出与放入。此胶布带亦可作为标签。待洗滌完毕,将袋口重新扭紧夹住,放入瓶中,以备送實驗室进行分析。

和揩拭法一样,用此袋洗滌一次并不能洗下全部毒物。曾作过 36 次的袋洗法試驗,此实验目的为确定从果园中噴药者手上洗下对硫磷,需要洗滌的次数,初步实验証明,第 3 次洗滌回收的对硫磷占回收总量的 5% 以下;連續洗滌其洗脫量依次减少。表 2 表明在暴露后立即进行 1 次及 2 次洗滌回收毒物的百分比。在此表中,以 3 次洗滌所得的对硫磷总量为 100%;1 次洗滌洗得量为 77~94%,平均为 84.4%;2 次洗滌洗得量为 89~98%,平均为 95.6%;輕度接触的洗滌效果似乎不及中等或严重污染下的洗滌效率。根据以上数据,每只手用袋洗滌 2 次即可得到滿意的結果。

皮肤对于毒物的吸附对洗滌回收对硫磷显然是有影响的。比較暴露后立即洗滌与暴露后 12 小时或更长

表2 用袋洗法从手上洗去对硫磷

| 暴露程度  | 試驗次数 | 数 值                 | 洗滌回收对硫磷的百分比 <sup>a</sup> |          |
|-------|------|---------------------|--------------------------|----------|
|       |      |                     | 洗 一 次                    | 洗 二 次    |
| 輕 度   | 10   | 范 围                 | 77~90                    | 89~96    |
|       |      | 平均数±SE <sup>b</sup> | 81.9±0.8                 | 92.7±0.7 |
| 中 度   | 18   | 范 围                 | 81~94                    | 94~98    |
|       |      | 平均数±SE <sup>b</sup> | 89.6±0.6                 | 96.9±0.2 |
| 重 度   | 8    | 范 围                 | 76~94                    | 95~98    |
|       |      | 平均数±SE <sup>b</sup> | 88.1±2.0                 | 96.6±0.4 |
| 总数或均数 | 36   | 范 围                 | 77~94                    | 89~98    |
|       |      | 平均数±SE <sup>b</sup> | 84.4±0.9                 | 95.6±0.4 |

a—以3次洗滌的洗得量作为100%；

b—平均数的标准誤

時間洗滌的效果,发现后者的对硫磷洗得率低于前者。初步研究指出:在暴露1天或几天后再进行洗滌,往往需经过4次袋洗,才能洗得可回收的毒物的90%。

曾进行多次研究,为了比較洗滌法与揩拭法对手部污染 DDT 及对硫磷的洗脫效率。在一定时期暴露后,一手用乙醇洗滌法,另一手用乙醇揩拭法,然后,此二法在左右二手交换进行。在洗脫 DDT 的15次比較中,用洗滌法洗得的毒物量相当于揩拭法的1.7倍。在对硫磷的18次洗滌比較中,洗滌法的洗得量为揩拭法的2.4倍。以上結果见表3。

表3 用不同方法測定皮肤接触 DDT 及对硫磷的效果

| 药 品   | 样 本 数 | 洗 得 值 (μg) |                       |          |
|-------|-------|------------|-----------------------|----------|
|       |       | 纖維素棉       | 揩 拭                   | 袋 洗      |
| DDT   | 15    | —          | 27.6±2.5 <sup>a</sup> | 47.6±3.0 |
|       | 9     | 761±77     | 632±44                | —        |
| 对 硫 磷 | 18    | 15.9±2.3   | 17.2±2.6              | —        |
|       | 18    | —          | 707±128               | 1715±344 |

a—平均数的标准誤

同样曾在前臂背側对 α-纖維素垫及揩拭法二者的洗脫效率作了比較,不論是 DDT 或对硫磷,二种方法均无显著差异。

#### (四) 口腔接触

如果手受到污染,在吃飯、喝水或吸烟时,就有机会从口腔接触杀虫剂。吸入的毒物沉积在上呼吸道粘膜上,亦可能吞咽入消化道。当用口吹除噴霧口的淤漬,或吹除操作过程中发生的障碍,均可能造成口腔的直接接触。目前尚无一种可靠和适当的方法来測定口腔接触。有人报告,可以分析呕吐物或洗胃所得的物质;洗胃的方法与治疗时洗胃的方法一样。

有人提出用水溶性染料,如亚甲蓝标志被测的毒物,作为間接測定口腔接触的方法。因为皮肤很少吸收亚甲蓝,所以尿中如有上述染料的排出,即可計算出口腔的污染程度。但此种建議尚未經实验室的試驗。