第十章　農藥之毒性及施藥時之安全防護

李國欽、李宏萍
行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
臺中縣霧峰鄉光明路 11 號
電話：04-3302101
傳真：04-3324738
E-mail: gcli@tactri.gov.tw
hplee@tactri.gov.tw

前言

在我國農業的發展過程上，農藥的使用情形一向是非常普遍的；而一般在使用農藥時，往往只著重在農藥是否有效果，以及所採收的蔬果是否有過量的農藥殘留等兩方面的課題。然而農藥對人體及非目標生物之毒性則甚少引起關注，對於施藥者本身，或施藥後之農藥對周圍的人員、環境等所產生的的安全暴露狀況，更是不被瞭解甚或不被重視，因此，因藥劑處置不當而造成之中毒現象時有所聞，嚴重者更因延誤急救而喪生。

一般可能接觸到農藥的人，不僅是進行實際噴藥的農民而已，通常也包括其他與農藥或農業相關人員，如在農藥工廠中進行農藥混合、搬運、包裝等工作的人，進行農作物栽培及採收的農民，在溫室、農場、穀倉附近出入的人。甚至在一般住家使用農藥照顧花園或噴灑環衛用藥的人，均有可能遭受到農藥的暴露。而此類暴露於含農藥之環境之狀況是否會造成任何危害則須經過「農藥暴露風險評估」方可了解其安全性。

農藥暴露風險評估技術之測定方式，在國外已有多個相關單位訂定了不同的制定方式，如：1975 年世界衛生組織(WHO)制定對於有機磷農藥在農業使用上之暴露標準流程；1982 年又制定了田間農藥暴露之試驗規範；1987 年美國環境保護署(U.S.EPA)制定了對農藥使用監測評估之指南；1986 年國際農業化學組織(NACA)制定對於農藥混合、載運及使用人之安全評估試驗規範；同時在 1990 年又制定田間工作人農藥暴露之風險評估指南；1992 年加拿大亦制定田間及室內工作人員農藥暴露評估試驗規範。所以由以上的實例可知，先進國家在對農藥使用人所推動的保障工作都不遺餘力，並積極的對其國內農藥使用人之暴露評估技術之建立投下了大量的研究人力與物力。臺灣

則於八十二年開始，由臺灣省農業藥物毒物試驗所進行一系列農民噴藥的農藥暴露安全評估之研究，藉此建立臺灣地區農民噴藥之暴露量的安全基本值，以作為將來農藥登記時和農民噴藥防護之評估依據，對全體國民提供農藥安全暴露的保證，進而達到合理、安全、有效的使用農藥。

儘管農政單位抗注極大之人力、物力於農藥之安全使用，然農藥中毒仍無可避免其發生。中毒之症狀如何及如何急救，亦為農業從業人不可輕忽之重點，更是廣大群眾需具備之常識。

農藥之毒性

一、農藥對溫血動物的毒性

(一) 農藥進入人體的途徑

1、經口部飲食：人類攝食殘留有農藥的食品，或是因意外使藥劑由口進入身體，經過胃、腸，由腸絨毛吸收進入血液中。

2、經皮膚吸收：藥劑與皮膚接觸而透過皮膚進入體內。曾有報告提到，穿著污染巴拉松的衣服，由皮膚吸附轉移至受害器官而造成死亡。

3、經呼吸系統吸入：藥劑以氣體、粉末、霧狀或蒸氣存在時，藉由呼吸進入人體。因藥劑顆粒或液滴大小不同會造成不同程度的傷害，一般半徑大於 10 μl 的顆粒不能到達肺部，而 3 μl 或小於 3 μl 的顆粒很容易就經過咽喉氣管而到達肺泡。

農藥對人體產生毒害的程度與農藥本身的毒性、農藥與人體接觸的劑量、暴露於農藥中時間的長短有關。又由於人體各器官酵素種類不同，農藥對人體的傷害也因它進入人體的途徑而異。

(二) 農藥侵入人體後的中毒現象

1、物理現象：毛髮脫落，皮膚出現紅斑，眼睛充血或發炎等。

2、行為的改變：包括昏睡、鬆懈、四肢不規則的動作等。

3、取食量的改變：不正常的食慾，連帶影響體重的增減。

4、取水量的改變：同時也造成排尿量的不正常。

5、血球的改變：紅血球、白血球、血小板數目及形態發生不正

常的變化。

6、血化學的改變：包括血糖、尿素氮、血清蛋白、三酸甘油脂、膽固醇、血中酵素及凝血作用的改變等。

7、尿的改變：包括還原糖、尿蛋白、沉澱物的改變及滲血現象。

8、碳水化合物新陳代謝作用及肝臟功能的改變。

9、器官形態及重量的改變。

10、死亡。

當然，上面許多現象除了靠患者本身的自覺外，還要靠醫師的臨床檢查才能發現。

(三) 急性毒害的分類

農藥除了使用時可與人類接觸外，使用後也會擴散到空氣中或沾到食物，當劑量很高時，會直接影響到人畜產生急性毒害，農藥的急毒性分類如表 10-1。

表 10-1、農藥急性毒性之分類

毒性分類	極劇毒	劇毒	中等毒	微毒
經口 LD_{50}(mg/kg)	固體 5	5- 50	50- 500	> 500
	液體 20	20-200	200-2000	>2000
經皮膚 LD_{50}(mg/kg)	固體 10	10-100	100-1000	>1000
	液體 40	40-400	400-4000	>4000
經呼吸 LC_{50}(mg/l)				
(EPA 標準)	≦0.02	0.02-0.2	0.2- 2.0	2.0- 20
(WHO 標準)	≦0.5	0.50-2.0	2.0-20.0	20.0-100

LD_{50} 是半數致死藥量，表 10-1 中經口、經皮膚的資料，乃是使試驗動物口服或皮膚塗擦某一藥量經過 14 天，有半數死亡時稱此藥量為 LD_{50}，單位

是毫克藥量/公斤試驗動物體重；而經呼吸毒性的資料，乃是將受試驗動物暴露於含某一藥量的空氣中 1 小時之後，14 天內有半數死亡，則稱此藥量為 LC_{50}，單位為毫克藥量/公升空氣體積。

當選擇農藥時，如果藥效相近，應該盡量避免使用劇毒農藥。尤須注意的是，許多農藥經皮膚的毒性大於經口的毒性，例如蟎離丹(Chinomethionat)、益發露(Dichlofluanid)等口毒性歸於微毒類，而皮膚毒性則屬於中等毒類。又如前述的巴拉松，易被皮膚吸附，如果赤身暴露於噴洒後的空氣中是很危險的。所以在做選擇時，經口、經皮膚、經呼吸三種毒性資料都要考慮到。

(四) 慢性中毒

施用農藥者或製造工廠中的工人，由於長期接觸藥劑，雖然所接觸的量遠低於急毒性的致死量，但是發生慢性中毒的例子，屢見不鮮。以有機磷劑為例，長期與低於致死量的有機磷劑接觸，常造成神經混亂、情緒激動及疲勞等病徵。

此外，長期與某些農藥接觸，常增加生殖不正常及癌症的發生。報告中指出，殺草劑 2,4,5-T 若含有 Dioxin 不純物會造成哺乳動物的胚胎畸型；薰蒸劑二溴氯丙烷(DBCP)造成工廠中工人的不孕症；3 種由 Phthalimide 衍生製造而來的殺菌劑如蓋普丹(Captan)、大富丹(Difolatan)及富爾培(Folpet)，在數種試驗動物中產生畸型的生殖；而殺蟲劑中有機氯劑滴滴涕(DDT)、阿特靈(Aldrin)、地特靈(Dieldrin)，有機磷劑二氯松(DDVP)，等都被認為可能的致癌物質。這些化合物之致癌性質如果是由其本身所造成者，都難免會遭到禁用之命運，而若其致癌之性質是由不純物所造者則此有害之不純物必須在生產時去除，否則也會被禁用。

目前，因化學品所引起的癌症及生殖障礙的知識和機制尚不完整，所以許多藥劑的慢性毒可能仍被忽略，相信當這方面的知識，繼續增加時，更多的藥劑會被認為可能造成上述同樣的生理不正常，因此在農藥合成發展使用以前，需預先考慮，已經上市使用者則必須經過風險評估後加以禁用或於其標籤上加註警告標語。至目前為止，本國禁用之農藥詳見附錄五。

二、農藥對其他作物及動物的毒病

Vom Ruber 等人估計葉部噴洒殺蟲劑，僅有少於 1%的量進入昆蟲體

內，其餘分別進入空氣、土壤、河川，並污染其他作物及殘留在被處理的作物上。這些到達自然環境中的農藥，直接或間接經過食物鏈，進入非目標動物體內，由於各種動物對它的敏感度不同，造成的傷害也不同。譬如有機氯殺蟲劑能夠影響動物體內鈣的新陳代謝作用，當殘留於鳥體時，使鳥類產下薄殼鳥蛋，造成某些掠食性鳥及海鳥的數目大為減少。

一般而言，當農藥對鳥類之 LD_{50} 小於 15 毫克/公斤時，該藥對鳥類之毒性為劇毒，LD_{50} 在 15 至 150 間時為中等毒，大於 150 者則為微毒。

另外殺蟲劑對魚類也有較高的毒性，例如屬於植物性殺蟲劑的魚藤精，只要 0.5 ppm，就可將水中的魚殺死。有機氯劑安特靈，對海魚的 LC_{50} 小於 3.1 ppb(10 億分之一)以下，有機磷劑如馬拉松對鱸魚的 LC_{50} 分別為 14 ppb 及 17.8 ppb。而殺蟲劑由於空中噴洒顆粒，液滴的降落，或地面施用經雨水沖流，都可能到達魚池、魚塭或河口處，對養殖漁業或近海漁業產生不良的影響。農委會將農藥對水生生物之毒性區分如表 10-2。

表 10-2、農藥對水生生物毒性分類*

水生物毒性分類	淡水魚類急毒性 LC_{50} (96hr)	淡水無脊椎生物急毒性 EC_{50} (48hr)
劇毒 I	≦ 1 mg/l	≦1 mg/l
中等毒 II	>1 -≦ 10 mg/l	>1 -≦10 mg/l
輕毒 III	>10 -≦ 100 mg/1	>10 -≦100 mg/1
低毒 IV	>100 mg/l	>100 mg/l

* 淡水魚類：以虹鱒(Rainbow trout)、藍鰓(Bluegill)或鯉魚(carp)為主。淡水無脊椎生物以 Daphnidae 之水蚤為主。

(一) 農藥對水生物毒性屬劇毒者及中等毒者，標示應加註「魚毒警告標誌」。

(二) 農藥符合下列條件者，不接受登記使用於水生作物及空中施藥。如登記使用於其他作物者，標示應加註勿使用於「飲用水水源水質保護區」或「飲用水取水口十定距離內之地區」。水生作物包括水稻、芋頭、茭白筍、蓮藕、水蓮菜、菱角及荸薺等。

1、對水生物毒性屬劇毒者。

2、 對水生物毒性屬中等毒性者，且其具生物蓄積性或具水中持續性者。(Kow≧1,000 或 BCF>100 或水中溶解度<0.5 mg/l 或水中半生期>4 天者)。

3、 對水生物毒性屬輕毒者，且其具生物蓄積性及水中持續性者。(Kow≧1,000 且水中半生期>4 天且水中溶解度<0.5 mg/l 者)。

(三) 農藥如提供水生物生活周期試驗(Fish aquatic invertebrate life cycle study)及水生物蓄積性試驗(Fish or aquatic organism accumulation study)等報告，證實在實際使用時不會造成水生物危害者，另以各案處理。

另外，某些農藥對飼養的蜂群及害蟲的天敵可能造成傷害，如何選出代表性的天敵，導出農藥試驗的標準，作為選用農藥的準則，亦為急需進行的工作。

所以選用農藥時不僅要了解它的防治效力，及對人畜的毒性，同時需了解它對環境中其他動物的影響，以避免經濟的損失及防止生態的不平衡。另有報告指出，某些農藥雖然達到防治有害生物的目的，但對被處理的作物亦會產生不良影響，此類影響，一般在正式推廣前已經試驗證明，但實際上當農藥使用後，極有可能直接或由環境污染間接接觸到其他作物而產生毒害，此種毒害包括對種子萌芽的影響、生長不良或畸型、品質變壞、產量減少等。

農藥暴露量之評估

評估農民在噴藥時所暴露之農藥劑量種類，應包括「體外暴露劑量」及「體內之劑量」兩種劑量。所以農藥風險評估之定量測定方法包括「直接測定」及「間接測定」兩種方法。「直接測定法」主要是藉著測定儀器直接測定其暴露劑量，可分為被動式偵測與生物監測兩種。被動式偵測包括個人皮膚及呼吸所導致的劑量測定。生物監測主要是收集農民暴露農藥後 24 小時內之血液、尿液樣品，以了解農藥及其代謝產物之含量，以以評估其暴露量。「間接測定法」主要是藉著間接預估包括模式推估、侷限在小環境上之測定及問卷調查等方式來作為評估之依據。

目前我們進行評估國內從事農藥暴露量之工作，所採行之偵測方法可分為直接之偵測（包括被動式偵測即皮膚暴露量之偵測及呼吸量之偵測）及生

物偵測兩種。以下即針對我們所使用的偵測方法加以敘述說明之：

一、皮膚暴露量之偵測

測試農民身上依圖 10-1 所示之各部位貼上吸附墊：(1) 前胸，(2) 後背，(3) 左、右上臂，(4) 左、右前臂外側，(5) 左、右大腿前方，(6) 膝蓋下左、右小腿前方，均各放置一片吸附墊「10× 10 cm^2」。所使用之吸附墊之材質，係採用 α-cellulose 的質材貼布，貼於農民於圖 10-1 所示之各部位，在貼布下並襯同樣大小之玻璃紙，用訂書針固定（其目的為防止衣服上原有之農藥污染上層之吸附層）。

於施藥一小時後取下貼布，分別以錫箔紙包好並置於塑膠袋中；再請受測者將左、右手分別置於 250 mL 95%藥用酒精中浸洗 15 秒；同時受測者之左、右腳亦需分別置於在 500 mL 95%藥用酒精中浸洗 15 秒後，再分別將四種浸洗液倒入玻璃瓶中後，與貼布一起攜回實驗室進行分析。

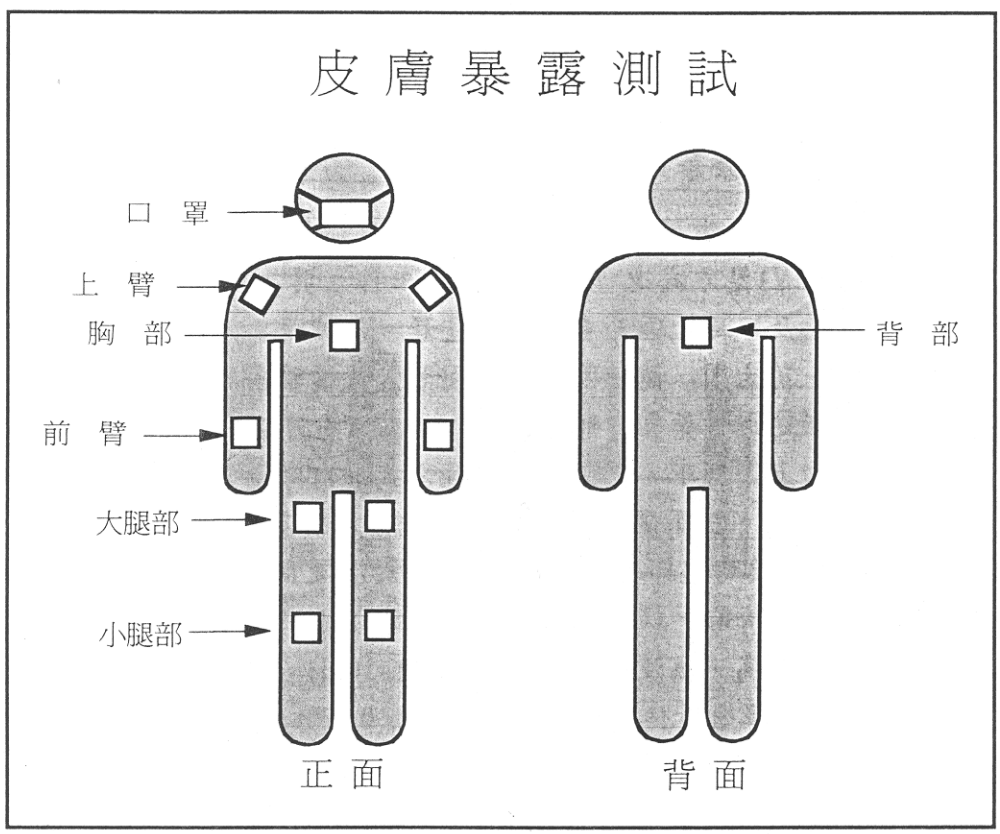


圖 10-1、農藥皮膚暴露量測試貼布位置

二、模擬呼吸暴露量之偵測

在農民噴藥前，先分別讓每個施藥及配藥之農民配帶上「攜帶型的空氣採樣器」，經由採樣器上所附之吸附管(XAD-2)在噴藥的三十分鐘至一小時過程中，將空氣中懸浮的農藥加以收集吸附，以模擬農民在施藥時，經由呼吸道所吸入的農藥量。

三、安全評估方法

農民噴藥測試時，分別以短時間急性暴露量及長時間慢性暴露量為測試參考值。急性暴露量主要經皮膚，呼吸之劑量與動物皮膚之半數致死量值由換算公式成每小時毒性物質百分比(PTDPH， Percentage of Toxic Dose per Hour)當為評估基準值，PTDPH 大於 1%時表噴藥時不安全，可能易發生急性之中毒，應特別加以防護。慢性暴露量主要是將皮膚、呼吸及各部分之體表面積(此面積參考美國環境保護署 EPA 之規定)，每天噴藥之時間與動物慢毒試驗之無毒害藥量（NOEL， No Observed Effect Level）相比較，而得一安全限量值(MOS， Margin of Safety)為評估之基準，當 MOS 值小於 100 時表示此藥劑不安全，可能長時間暴露時會在健康上有所危機出現，必須加以防範及加以注意。

四、臺灣農民之農藥暴露量

臺灣現有農民之噴藥器械包括背負式(手動)、背負式(馬達)、牽管式(馬達)、超微量(ULV)等方式進行噴灑農藥之工作，其中噴桿長度、噴嘴數目等，依不同作物及不同地區而有很大之差異。依據藥毒所所完成水稻田、荔枝園、柑桔園、花生園、葡萄園、玫瑰園等農民噴藥暴露試驗結果顯示，不同之噴藥器械所造成農藥在身體各部分之暴露百分率差異很大，將農藥噴灑於作物上分為向上、向下、平行噴藥三種方式加以考量，很明顯得向上噴藥時(葡萄園、荔枝園、檬果園)，上身之防護需注意佔暴露量 39.7 - 66.0%之間(圖 10-2)。向下噴藥時腿部暴露量佔 71.6 - 93.0%之間，尤以水稻田常赤腳故應注意其農藥暴露情形。以水稻田噴藥為例牽管式(馬達)及背負式(馬達)上身之暴露以背負式較高，故注意上身之防護(圖 10-3)。由口罩上直接測得之暴露量向上噴藥之口罩含量佔全身暴露量之比由 0.03% - 3.12% 之間，均較向下噴藥之 0.08 - 0.60% 之間均較高，故口罩之防護應特別注重。至於農民施藥時有多少量會落在人體表面上，依向下噴藥看大約十萬分之一至二之間，向上噴藥之比例為十萬分之一至十之間，仍以向上噴藥之暴露量較高。依急性

暴露評估每小時毒性物質之百分比(PTDPH)值，水稻田噴灑達馬松及亞素靈，花生園、檬果園之達馬松，其 PTDPH 值大於百分之一，噴藥時值得注意。依慢性暴露安全限值(MOS)來看，每天工作二個小時之危機率評估。水稻田噴灑一品松、達馬松、賓克隆、亞素靈，荔枝園噴灑加保扶、陶斯松、芬殺松、撲滅松、巴拉松，花生園噴灑達馬松，檬果園噴灑達馬松，柑桔園噴灑愛殺松，葡萄園噴灑貝芬替、撲克拉時其安全限值大部分均小於一百，安全堪慮，故噴藥時應特別注意上列藥劑之防護。

農藥中毒與急救

一、中毒症狀

農藥是具有毒性的物質，不但對有害生物有毒，使用不慎對人也會產生毒害，在使用農藥前施用者必須知道，所使用的農藥會造成何種中毒的現象，並且要知道在何種情況下會中毒。

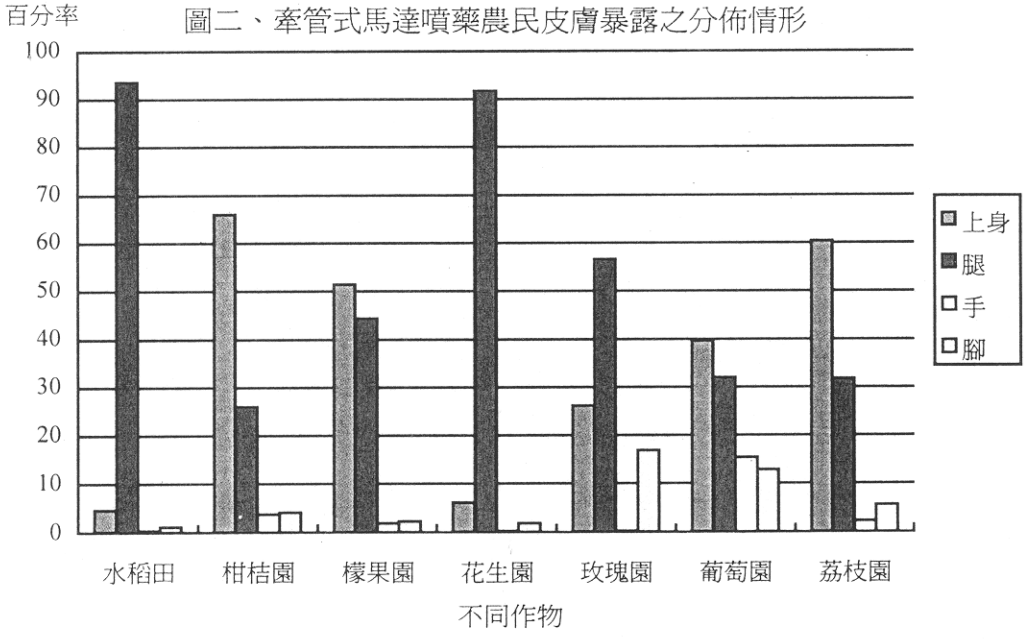


圖 10-2、牽管式馬達噴藥農民皮膚暴露之分布情形

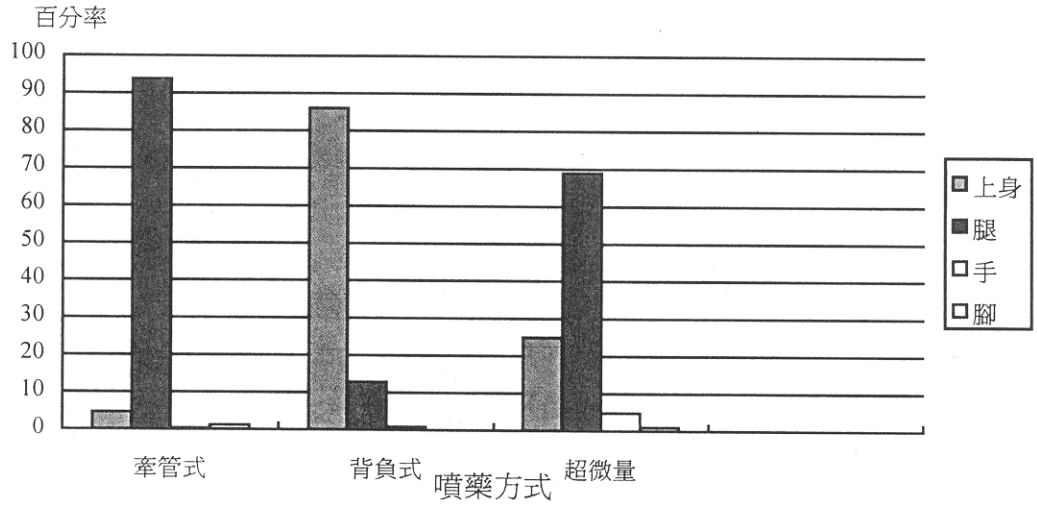


圖 10-3、水稻田農民噴藥皮膚暴露之分布情形

大約同一類屬的農藥所引起的中毒症狀是相同的，而中毒程度的深淺，則依農藥本身的毒性及吸入量而定。依不同農藥造成的中毒現象可分為下面幾類：

（一）有機磷劑中毒

它使神經系統受傷害，下面現象依次表示中毒由淺入深。

1、輕度中毒：依次現出疲倦、頭痛、頭暈、眼花、流汗、唾液過多、噁心嘔吐、胃痙攣或者腹瀉等現象。

2、中度中毒：依次現出不良於行、虛弱、胸部不適、肌肉抽搐、瞳孔收縮等現象。

3、嚴重中毒：依次現出失去知覺、瞳孔嚴重收縮、肌肉不斷抽搐、口鼻分泌液體、呼吸困難，如果不立刻治療則會死亡。

（二）氨基甲酸鹽類中毒：微狀與有機磷劑相似，但是造成的傷害較前者易於治癒，所以也較安全。

（三）有機氯劑中毒：早期的徵狀為頭痛、噁心、嘔吐、不舒服、頭暈，較嚴重則接著會抽搐、昏睡，或者變得興奮而敏感。

（四）**硝基酚類與五氯酚(PCP)中毒**：皮膚暴露於此類農藥，產生的徵狀為出現紅斑、焦痂及水泡。一般的徵狀依次為頭痛、噁心、胃部不適、慌張、燥熱、皮膚發紅、流汗、呼吸深沉而急速、心跳加快、發燒蒼白、崩潰、昏睡等輕微中毒時，很快會到達嚴重的現象，若不急救，在 24～48 小時就會死亡，但是治癒得也很快。

（五）**薰蒸劑和溶劑中毒**：吸收這類農藥太多的話，患者有醉酒的模樣，即動作不協調、發音模糊、神智混淆、睏睡。如果連續地暴露在少量溴化甲烷中，雖然不顯出上面的徵狀，久而久之，也會造成永久的傷害，如癌腫的形成。

（六）**無機鹽類中毒**：一次大量地攝取無機鹽類農藥，通常造成嘔吐及胃痛。

（七）**植物性農藥中毒**：其中幾種毒性很大，例如工業級的除蟲菊精能夠造成過敏反應，魚藤精粉末刺激呼吸道，尼古丁是很強的神經毒劑，作用相當於巴拉松。

二、中毒的急救

發現中毒者，應立刻送醫，必要時才加以急救處理，以減輕患者的痛苦，爭取送醫的時間。

（一）由皮膚接觸中毒：須立刻脫掉中毒者所穿污染農藥的衣服，並且用大量的水沖洗附著於皮膚上的農藥，不要忽略頭髮、指甲處。可溶性粉劑和懸浮液用水就能清洗掉，以石油醚或油溶解的農藥較難處理，須要用肥皂或清潔劑，而以清潔劑效果較好。須用有機溶劑時應注意不可用得太多，否則加速藥劑滲入皮膚內部則更為不利。

（二）呼吸中毒：將中毒者迅速移至新鮮空氣處，如已昏迷，或呼吸困難，可行人工呼吸。

（三）口服中毒：刺激咽部，使患者嘔出農藥，以水清洗口部，如果中毒者還清醒時，可使患者喝下 1~2 大杯的溫開水或食鹽水，將手指插入咽喉內部使用湯匙柄使刺激吐出，可以反覆多次，直到吐出的液體，無藥臭味為止。然而中毒者已呈昏迷時，則不可使患者飲水，以免流入氣管，造成支氣肺炎症，須迅速送醫。

三、預防身體中毒的配備

為避免農藥進入人體，採取防防護措施是必要的。而首需重視且必需絕對完成之防護措施乃施用農藥以後，一定要以清潔劑清潔身體，任何時候，不小心沾上農藥都要立刻沖洗掉。若施用農藥時沾濕衣服，應馬上換下，若被濃縮物或高毒性的物質所沾染，則將衣服燒燬，因為普通洗滌法很難洗淨。噴洒農藥時穿著的衣服不可和日常衣服一起洗，必須另外處理，帽手套、鞋、眼鏡每次用後內外洗淨，並檢查手套是否有破洞。而對於實際防護之質材(包括口罩及防護衣)之建議分別為：

(一) 施用微毒性農藥時：衣物是長袖襯衫、長褲、鞋子、長手套及口罩。衣服要寬鬆，質料要結實，領口要緊密以保護頸部。鞋子及長手套必須是防水的，不要用綿手套因為會吸附藥液增加由皮膚進入的機會。

(二) 施用中等毒性農藥時：在上述微毒性裝備外應在長袖衣褲外再穿上連身工作服，以及抗化學藥品的圍兜、帽子及長統鞋。

(三) 施用極劇毒及劇毒農藥：則應在上述中等毒裝備外再加護目鏡及防毒呼吸器。在背負式噴藥時藥桶與背部應以防水布隔開，以避免藥液流出直接滲入皮膚。