

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國報告類別:其他)

赴美國參訪華盛頓州州立毒物實驗室報告

出國人員服務機關：法務部法醫研究所

出國人員姓名/單位/職稱：

曹芸甄/毒物化學組/助理研究員

出國地點：美國

出國期間：民國一〇六年九月六日

至 民國一〇六年九月十五日

報告日期：民國一〇六年十一月三十日

出國報告名稱：赴美國參訪華盛頓州州立毒物實驗室報告

頁數：16 含附件：否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

法務部法醫研究所/潘立人/22266555

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曹芸甄/法務部法醫研究所/毒物化學組/助理研究員/22266655

出國類別：其他

出國期間：民國一〇六年九月六日至民國一〇六年九月十五日

出國地點：美國

報告日期：民國一〇六年十一月三十日

關鍵詞：法醫毒物、實驗室參訪

內容摘要：

原預計參加2017年於美國佛羅里達州博卡蘭頓舉辦之第55屆國際法醫毒物學者學會(TIAFT)暨美國毒物學者(SOFT)聯合年會，於會議前抵達美國佛州後，因颶風影響而宣布該會議延期。艾瑪颶風被稱為怪獸級颶風，席捲加勒比海區域造成重大傷亡，而佛羅里達州因在颶風預測途徑內，南部區域包含邁阿密及本次會議地點之地區要求住民緊急撤離，職為安全先遷往佛州中部之奧蘭多，且為使本次出國計畫仍有實質效益，故在取得機關首長同意後，聯絡多位熟識之台籍、美籍教授，協助安排參訪美國西岸之相關毒物實驗室，在多方奔走下，幸運得到美國華盛頓州州立毒物實驗室之接待，故再度飛往西雅圖參訪該實驗室。

美國華盛頓州州立毒物實驗室是西岸頗具規模之高規格實驗室，藉由本次參訪行程，了解美國毒物鑑識檢驗流程、實驗室規模概況、人力分布、收受案件數、儀器使用情形、檢驗技術採用方式、案件毒物分布及美國西岸新興毒品使用情形等，藉此了解先進國家在毒藥物鑑識科學領域的具體作法，比較美國與本國流行毒藥物之異同，及未來可能面臨之挑戰，機會非常難得，可增廣見聞並瞭解世界鑑識科學發展的趨勢，同時收集相關可能之研究主題及新技術，作為本所未來開發新鑑驗項目及改進現有鑑驗技術之重要規劃參考。本次參訪使職學習到該實驗室之諸多優點，祈可幫助改善本所實驗室，且亦得知本所實驗室之強項，並對我國之毒物鑑識感到驕傲；在參訪後，該實驗室亦對我國鑑識現況有所了解，加深雙方認識，並樂見未來雙方合作機會，並肯定本次交流活動，提高本所能見度，實獲益良多。

赴美國參訪華盛頓州州立毒物實驗室報告

目 次

摘要.....	1
壹、出國目的.....	2
貳、過程.....	3
參、參訪實驗室內容.....	4
肆、檢討及心得感想.....	6
伍、建議與展望.....	13
陸、附件資料(原投稿之摘要及論文壁報).....	15

摘

要

原預計參加 2017 年於美國佛羅里達州博卡蘭頓舉辦之第 55 屆國際法醫毒物學者學會(TIAFT)暨美國毒物學者(SOFT)聯合年會，於會議前抵達美國佛州後，因颶風影響而宣布該會議延期。艾瑪颶風被稱為怪獸級颶風，席捲加勒比海區域造成重大傷亡，而佛羅里達州因在颶風預測途徑內，南部區域包含邁阿密及本次會議地點之地區要求居民緊急撤離，職為安全先遷往佛州中部之奧蘭多，且為使本次出國計畫仍有實質效益，故在取得機關首長同意後，聯絡多位熟識之台籍、美籍教授，協助安排參訪美國西岸之相關毒物實驗室，在多方奔走下，幸運得到美國華盛頓州州立毒物實驗室之接待，故再度飛往西雅圖參訪該實驗室。

美國華盛頓州州立毒物實驗室是西岸頗具規模之高規格實驗室，藉由本次參訪行程，了解美國毒物鑑識檢驗流程、實驗室規模概況、人力分布、收受案件數、儀器使用情形、檢驗技術採用方式、案件毒物分布及美國西岸新興毒品使用情形等，藉此了解先進國家在毒藥物鑑識科學領域的具體作法，比較美國與本國流行毒藥物之異同，及未來可能面臨之挑戰，機會非常難得，可增廣見聞並瞭解世界鑑識科學發展的趨勢，同時收集相關可能之研究主題及新技術，作為本所未來開發新鑑驗項目及改進現有鑑驗技術之重要規劃參考。本次參訪使職學習到該實驗室之諸多優點，祈可幫助改善本所實驗室，且亦得知本所實驗室之強項，並對我國之毒物鑑識感到驕傲；在參訪後，該實驗室亦對我國鑑識現況有所了解，加深雙方認識，並樂見未來雙方合作機會，並肯定本次交流活動，提高本所能見度，實獲益良多。

壹、出國目的：

原始出國目的為促進國際學術交流、觀摩學習各國在法醫毒物鑑識科學領域之實務運作、藥物濫用趨勢及研究發展之情況，並藉由論文公開發表提升本所國際學術地位及能見度。本所於一〇六年度政府科技計畫內編列預算計劃派員至美國佛羅里達參加國際法醫毒物學者學會年會暨美國毒物學者及於會議中發表科技計畫研究成果論文。

經向本屆會議投稿，獲評審委員團審核通過准予本屆年會中公開發表有關法醫毒物分析之論文一篇：「New Psychoactive Substances (NPS)-Related Deaths in Taiwan During the 2012–2016 Period (2012-2016 年臺灣新興毒品相關死亡案件探討)」(曹芸甄、劉秀娟、劉瑞厚、林棟樑)。

後因佛羅里達州颶風影響，該會議取消，為保有出國之經濟與實質效益，輾轉至美國西雅圖參訪華盛頓州州立毒物實驗室，而此行瞭解美國對於毒物鑑識之作法，亦學習其鑑驗流程，其可作為改善我國實驗室及毒物鑑驗之參考。鑒於近年來新興毒品相關死亡案件數不斷增加，嚴謹的毒物化學分析鑑定結果往往成為「破案」之關鍵。法醫毒物分析具有極高的困難度與複雜度，利用參訪國外實驗室可收集相關可能之研究主題及新技術，並加強雙方友好關係，增加未來兩國合作可能並提高本所能見度。

貳、過程：

日期	事由	所在城市
9/6(台灣)	搭乘飛機前往佛羅里達州。	
9/6(美國)	抵達佛羅里達州後，美國毒物學者學會告知會議因颶風延期。	美國 勞德岱堡
9/7(美國)	佛羅里達州南部因颶風進行撤離，但因無法購得機票飛往其他地方，故走陸路先前往相對安全之佛羅里達州中部—奧蘭多。	美國 奧蘭多
9/7-9/8(美國)	因颶風已漸接近佛羅里達州，故出於安全考量需離開佛羅里達州，在與美國航空公司接洽後終購得機票飛往美國西岸之洛杉磯。	美國 奧蘭多
9/9-9/10(美國)	在洛杉磯安置後，為使本次出國計畫仍有實質獲益，遂在周末聯絡美國阿拉巴馬大學劉瑞厚教授，其協助聯絡美國毒物學者學會主席 Bruce Goldberger 博士，在其聯絡安排後，華盛頓州州立毒物實驗室同意接待並提供參訪行程，故9/11-9/13(周一至周三)前往西雅圖參訪該實驗室並進行交流。	美國 洛杉磯
9/11-9/13(美國)	參訪美國華盛頓州州立毒物實驗室。	美國 西雅圖
9/14-9/15(美國)	返回洛杉磯，並依原定行程 9/15(原機票)返回台灣。	美國 洛杉磯

叁、參訪實驗室內容：

- 一、依原定行程到達美國佛羅里達州之後，美國毒物學者學會才緊急通知會議因艾瑪颶風影響故需延期舉辦，而佛羅里達州南部亦開始發動緊急撤離，在機場人滿為患、機票一票難求之情況下，先以陸路移動至佛羅里達州中部之奧蘭多，而因颶風一路北上，沿著佛羅里達州移動，故為安全起見，歷經千辛萬苦終購得前往美國西岸洛杉磯之機票。
- 二、在安排交通機票之餘，經請示本所所長，其支持變更出國計畫為參訪實驗室以發揮出國之最大效益，故職著手連絡美國阿拉巴馬大學劉瑞厚教授(本次發表學會壁報論文之第三作者，且為與本所友好之台籍教授)，請其利用其人脈幫忙連絡美國國內知名毒物學者，是否有實驗室有意願接待。後劉教授協助聯絡美國毒物學者學會主席 Bruce Goldberger 博士，在其聯絡安排後，華盛頓州州立毒物實驗室同意接待並提供 3 天參訪行程。
- 三、美國華盛頓州州立毒物實驗室位於西雅圖，成立於 1963 年，負責華盛頓州全州 39 個縣的法醫毒物及酒精案件，包括法醫解剖、執法單位送驗及道路駕駛採檢檢體等。該實驗室 1 年約 13,000 件案件，約 50% 來自藥物/酒精道路駕駛案件，而剩餘案件為司法解剖案件；實驗室組成成員約 20 位，1 位實驗室主管 (Laboratory Manager)、1 位品質主管 (Quality Assurance Manager)、1 位行政主管 (Office Manager)、2 位鑑識監事 (Forensic Supervisors)、1 位技術組長 (Technical Lead) 及 14 位毒物學家 (Forensic Toxicologists)，另外有 2 位財產及證物管理人 (Property and Evidence Custodians)。毒物案件檢驗是以輪分方式進行，而每位毒物學家一周約有 2 天須至法庭出庭作證，提供專家意

見。該實驗室於 2005 年通過美國法醫毒物學會認證(American Board of Forensic Toxicology)，並於 2009 年通過 ISO 之認證。

四、華盛頓州州立毒物實驗室所受理之檢驗案件來源有：法醫解剖毒物案件、藥物/酒精道路駕駛案件、藥物性侵案件等，檢驗藥物項目有：一般毒藥物篩驗、呼氣酒精、血液酒精、acetone、isopropanol (2-propanol)、methanol、amphetamine (AMP)、methamphetamine (METH)、pseudoephedrine (PSED)、3,4-methylenedioxyamphetamine (MDA)、3,4-methylenedioxy-methamphetamine (MDMA)、amobarbital (AMB)、butalbital (BTB)、pentobarbital (PTB)、phenobarbital (PHB)、secobarbital (SCB)、benzodiazepines、quetiapine、zopiclone、carisoprodol、meprobamate、cocaine (COC), benzoylecgonine (BZE) and cocaethylene (CE)、methadone、morphine (MOR)、oxymorphone (OXM)、hydromorphone (HYM)、codeine (COD)、oxycodone (OXC)、6-acetylmorphine (6AM)、hydrocodone (HYC)、phencyclidine (PCP)、fluoxetine (FLX)、norfluoxetine (NFX)、sertraline (SER)、desmethylsertraline (norsertaline, NSR)、 Δ^9 -THC (THC)、11-nor-9-carboxy- Δ^9 -THC (THCCOOH)、trazodone (TRZ)、zolpidem。

肆、檢討及心得感想：

一、參訪實驗室心得

很感謝華盛頓州州立毒物實驗室在百忙之中接受我們臨時突兀的要求，很熱情的招待我們。在抵達西雅圖後，該實驗室主管 Brianna Peterson 親切地告知交通資訊，而西雅圖捷運便捷，很容易地便找到了實驗室所在地，其附近皆為辦公區域，寧靜且乾淨；進入該大樓後，一樓是收發及接待處，接待處明亮及整潔，經通報後，實驗室主管 Dr. Peterson 便下樓接待我們，並親切歡迎我們到來。進入實驗室後，一一為我們介紹當天出席之實驗室成員，並介紹實驗室概況、儀器使用情形、檢驗現況等，並為我們說明實驗室監管流程。在過程中，亦提及毒物實驗室所遭遇之困難—人力及物力極為不足，在每年 13,000 件的案件而毒物學家只有 20 人，人力極為吃緊，而我們亦說明台灣也是類似情形，我所每年約 4,500 件案件，而職員 7 人，以案件比例來說是一致之窘況，或許這是世界上每個毒物實驗室皆面對之問題。



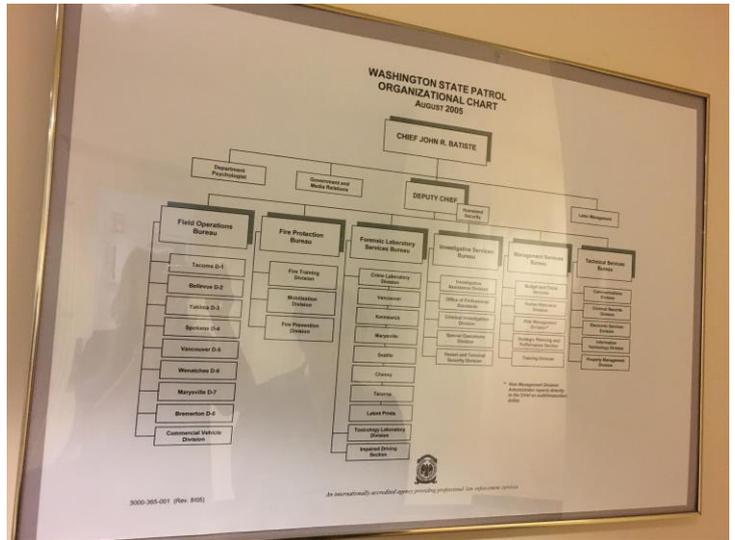
實驗室大樓外觀



州立實驗室辦公區域說明



大樓接待室



實驗室機構配置



實驗室-1



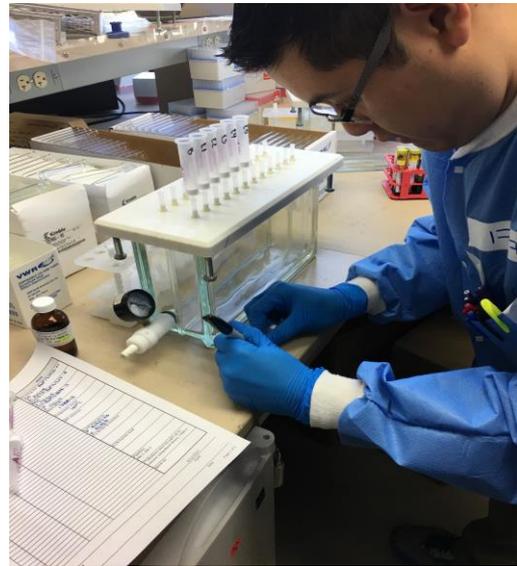
實驗室-2

二、參訪實驗流程心得

參訪華盛頓州州立毒物實驗室第二天，我們實際觀看藥物定量之過程，當天由實驗室成員 David Nguyen 帶領我們，做藥物 Buprenorphine 的定量，該定量是使用固相萃取方法，而因本所實驗室較少使用固相萃取法實驗，故此次參訪實為難得經驗，因在觀看實驗過程中，發現固相萃取法不似想像中這麼難，且習得不少小技巧可讓實驗更快速，之後可對我們自己實驗室進行評估，是否可採取固相萃取法作為實驗選項，且固相萃取法方便應用於自動化，或可為未來節省更多人力。



固相萃取實驗-1



固相萃取實驗-2



固相萃取實驗-3



固相萃取實驗-4

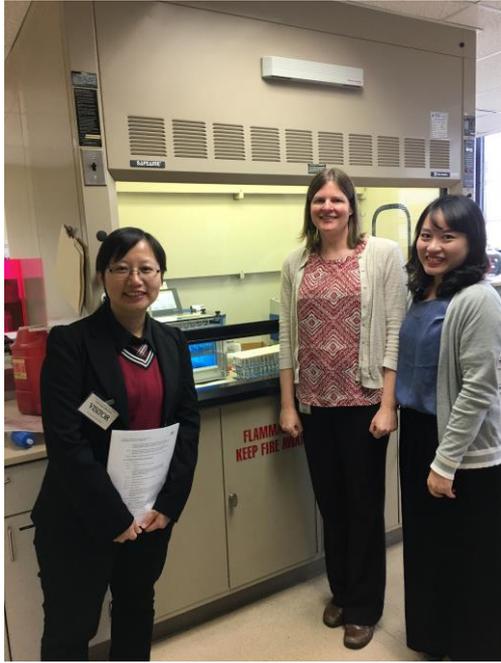
參訪實驗室的第三天，該實驗室為我們說明他們檢體的監管流程、實驗量測不確定度之計算及法庭證據之重要性，因美國專家證人的制度施行行之有年，且為世界之楷模與先驅，相當值得台灣學習。因需上法庭的緣故，證物的監管流程需要相當嚴密與謹慎，故該實驗室的電子化監管流程做得相當完善，每個證物皆有編碼，且進入實驗室前須先經過拍照，而這項工作有專人處理，在進入實驗室檢驗後，經手的人及所作之檢驗都需有電子紀錄，而所有的報告亦會上傳，故查詢電子系統可得知每個檢體經過那些程序、現階段在哪、檢出什麼藥物、被使用多少、經手的人有哪些，一切清楚明瞭，上法庭作證據時才有所依憑。目前本所實驗室沒有這麼完善的電子監管流程，大部分仍為紙本作業，當要查詢案件時需要個別查詢，無法一概而知所有的檢驗概況，實為可惜，或許日後可建立電子監管系統，將案件更有效的管理。



實驗室儀器概況-1



實驗室儀器概況-2



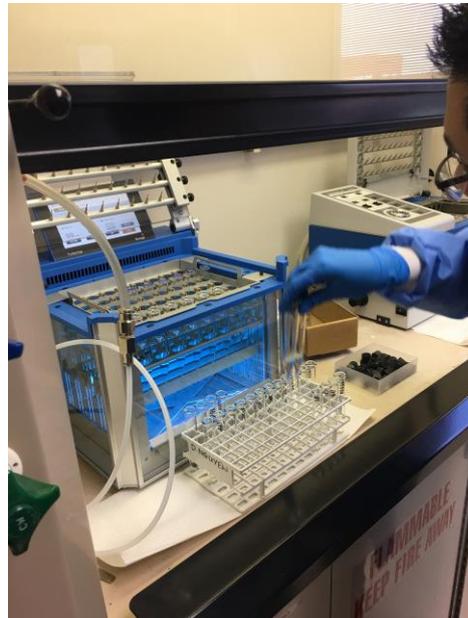
與實驗室主管 Dr. Peterson 合照



與實驗室成員 David Nguyen 合照



觀看證物監管及實驗流程



新穎實驗水浴設備

三、同行者心得 (法醫研究所毒物化學組 楊筑安技士)：

過去幾次公差出國多是著重於研討會的論文發表，由於這類行程通常會按照既定行程照表操課，因此很少有額外參訪國外實驗室的時間。這次在因緣際會之下，來到位於西雅圖的華盛頓州立毒物化學實驗室，無疑是一個能夠近距離觀察其他實驗室運作的好機會。對我而言，若說過去參加研討會的目的是為了能夠汲取新知、與國外人士交流或了解世界脈動等巨觀的活動；那麼，這次參訪實驗室就是一種微觀的作業，透過了解整體的運作情形，可以與自身所處實驗室比較，亦可進行相關作業流程更深入的對談，真的是在毒物化學領域工作六年的我夢寐以求的行程，可惜的是這次時間有點倉促，不過也算是了卻了我一樁心願。

華盛頓州立毒物化學實驗室跟我們單位一樣通過 ISO 的認證，因此從進入辦公室開始，外人都要確實登記換證；辦公室和實驗室是由一個換衣間隔開，實驗室分成樣品前處理區和儀器區；同一層樓另一邊是實驗室主管與品質主管的辦公室。實驗室分工仔細，分析化學家共 14 人，而實驗室主管、品質主管、技術主管、技術人員各有專人擔任，各司其職，沒有多樣兼任的情況；並設有證物監管人管理所有生物檢體及證據的進出。一個新人進入實驗室到成為一個可以上線的分析化學家至少需要 1 年，因為除了技術的學習、定期的能力考核之外，美國刑事訴訟法的制度迫使每一位在鑑識科學實驗室工作的專家，都須接受法庭相關活動的訓練，尤其像州立實驗室這裡的毒物化學檢驗是不分來自屍體或活人的檢體，因此更彰顯了此訓練的重要性。我雖然難以想像訓練的內容，但可以理解這套司法系統運作的邏輯，這當然也同時影響到實驗室所有作業流程的設計(認證即是一環)，至於這樣的制度是好是壞，也只有身處相同環境下的人才能領會箇中滋味了。

此外，實驗室使用一套電腦管理系統，從受理證物開始、拍照、進出監管室時間次數、各項實驗記錄、到出具報告為止，分析化學家都必須在線上完成作業，以利後來需要上法庭作證時，可以查詢到完整的流程資料。每個案件所記錄的資料甚至詳細到連實驗使用的溶劑或耗材，都需鍵入貨品的批號、或配製人、或日期等等。事實上，只要經過認證的實驗室，這些資料的確都會保存並有跡可循，但通常不會註記在每個案件的原始文件中，也許是因為他們透過這套管理系統節省了大量的人力時間，得以完成更多更細微的紀錄；也或許是美國的辯護人太過刁鑽尖銳，為了避免事後的爭議以及法庭上交互詰問的麻煩，所以作得如此徹底吧！毒物化學分析尚如此，DNA 鑑定顯然更為講究，而這些問題恐怕是生在台灣的我們比較難以想像的部分。之後透過在州實驗室資訊部門工作的台灣人的說明，我們才知道原來這套電腦管理系統甚至有專門的資訊人員進行維護，而且這些資訊人員各自負責不同鑑識領域的系統——他們必須與實驗室人員互相討論，了解從受理證物到出具報告的所有流程，針對實驗室人員的需求寫出更好使用的系統——這或許可以成為一個未來在台灣鑑識科學界可以持續努力的目標。

這次實驗室參訪的內容非常充實，也很發人深省，跟台灣的相比，各有千秋。最重要的是讓我更加了解到一個實驗室的運作除了基本的第一線分析人員外，仍然需要其他專業人員的協助；而且實驗室的認證系統也需要專業管理人的維持，光想著要節省成本，讓專業身兼多職，只會造成一心多用，最後什麼事情都只做到半套——如果說這是因為法律制度下的演化結果，那麼台灣目前偏向改良式當事人進行主義的刑事訴訟制度，對於鑑識實驗室所出具的鑑定報告，也許可以更用心地看待背後隱藏的內涵與程序，以及將來可能涉及到憲法上的意義。

伍、建議與展望：

1. 由於對法醫毒物藥物分析鑑定的品質要求越來越高，分析儀器也從低解析度、低精密度進階至追求高解析度及高精確度，以求最精準之鑑驗結果，以符合司法機關毒藥物檢測之要求。本次參訪美國實驗室，不僅可以得知目前美國法醫毒物研究發展的現況及進展，也可參考美國實驗室作法來補足或改進本所實務上所遇到之困難或問題，並加深兩國交流，因此建議持續派員至外國參訪實驗室。
2. 為了維護毒藥物檢測數據的可靠性與追溯性，實驗室採用統一的國際認證標準，提高實驗室產出數據的品質與可信度。為了提昇本組法醫毒物實驗室的專業公信力，本所毒物化學組法醫毒物實驗室檢驗項目陸續取得 ISO/IEC 17025 實驗室認證，惟此持續進行增項認證目標亟需投入許多人力及心力進行維持及改進，實有賴機關首長支持方得以延續，期盼培育法醫毒物鑑識專業人才，積極鼓勵相關鑑驗人員參加各項實驗室教育訓練課程，以期應用於各項鑑驗案件，提供更具品質之鑑驗結果。
3. 本次訪問華盛頓州州立毒物實驗室，印象最深刻的便是其監管流程之縝密，所有的步驟都在同一套電子系統中可供查詢與追溯，不僅嚴實規範每個檢體傳遞及實驗步驟，也讓報告更具公信力。而此套電子系統是由該實驗室專任的資訊人員所負責，有任何需求都可以及時改善或擴充。我認為這是非常好的，以目前本所來說，資訊人員負責一般的行政系統及軟體電腦等，對於實驗室的流程與規範不甚熟悉，且無法只專心負責處理實驗室之系統，故電子作業系統在本所尚無法有效地推行，而華盛頓州州立毒物實驗室的專責資訊人員剛

好是台灣人，已與她保持聯絡，她亦答應若回台灣將來我所參訪，並給予建立電子系統之專業意見，或許日後我們也可建立一完善之電子系統，以更有效的追蹤並控管案件，這是此行非常大的收穫。

4. 此次參訪也對該實驗室所有的資訊置於網站透明化的事實印象深刻，他們所有的檢驗流程、檢驗項目、實驗步驟、人員簡歷等都可以在網站上查詢，清楚明瞭；他們在網站上有清楚的表示他們所做的毒物檢驗項目種類，換言之若沒有標示的便無法檢驗，這與本所的作法亦有所不同，我所不斷地開發檢驗方法，不斷增加檢驗項目，希望可讓死因鑑定與司法案件更加地撥雲見霧、釐清案情，故我所的檢驗項目比起美國之實驗室多出許多，這也是此行備感驕傲之事，表示我國在毒物鑑驗方面一點都不輸人，未來更加努力發展定可在國際佔有一席之地。<http://www.wsp.wa.gov/forensics/toxicology.htm>
5. 法醫毒物分析是一門專業的科技技術，尤其近年來新興毒品變化多端，這些非法物質通常都是非實驗室例行鑑驗項目，鑑驗人員需具備高度研發能力，藉由研究過程中熟悉各種儀器操作與解決鑑驗難題之方向，並能將研究論文投稿國內外期刊或研討會，增加法務部法醫研究所在國際刑事鑑識/法醫鑑識領域的能見度。本次亦與美國毒物學者討論新興毒品之問題，他們亦是覺得這是棘手之難題，需要花許多人力、物力去開發新方法，目前台灣推動毒品防制基金計畫，希望可以解決新興毒品問題，但這非一蹴可幾，需投入相當之研究人力。本次交流加深雙方共識，在研究方面可互通有無，相信對彼此的研究都有助益，達到事半功倍之效。

New Psychoactive Substances (NPS)-Related Deaths in Taiwan During the 2012–2016 Period

Yun-Chen Tsao^{1*}, Hsiu-Chuan Liu¹, Ray H. Liu², Dong-Liang Lin¹

¹Department of Forensic Toxicology, Institute of Forensic Medicine, Ministry of Justice, Taipei, Taiwan; ²Department of Justice Sciences, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, AL, USA.

Introduction: The 2014 World Drug Report by the UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime) reported an increased number of detected new psychoactive substances (NPS) from 251 in July 2012 to 348 in December 2013, while the number of psychoactive substances controlled on an international level was 234. In recent years, NPSs have for example been found in instant coffee or milk tea packets in nightclub and within the party scenes in Taiwan.

Objective: UNODC's 2016 World Drug Report emphasized that "understanding the NPS problem in order to address it more effectively requires efforts ... to improve ... forensic capacity related to NPS detection and ... monitoring systems". This study reports the analytical methodologies, trends and toxicological findings of the 204 known NPS-related fatalities in Taiwan during the 2012–2016 period.

Methods: Postmortem blood samples were routinely screened using liquid-liquid extraction (Toxi-tubes[®] A), followed by GC/MS, LC/ion-trap/MS, and LC-QTOF/MS with automated library search protocols. NPSs were quantified by LC-MS/MS or GC/MS using deuterated analog internal standards. The LOQ established for the analysis of these NPSs was 0.010 µg/mL.

Results: Among the 204 cases reviewed, the mean age of the NPS-related fatalities was 29.0, ranging from 15 to 54, while 162 (79.4%) of these deaths were men and 42 (20.6%) were women. Top ten NPSs detected were: ketamine ($n = 149$; 29.2%), PMA/PMMA ($n = 117$; 22.9%), ethylone ($n = 62$; 12.2%), methylone ($n = 52$; 10.2%), 4-chloroamphetamine ($n = 41$; 8.0%), 4-fluoroamphetamine ($n = 31$; 6.1%), 5-MeO-MiPT ($n = 26$; 5.1%), mephedrone ($n = 14$; 2.7%), butylone ($n = 13$; 2.5%), and 25B-NBOMe ($n = 5$; 1.0%). There was evidence of poly-drug use in 95% of these NPS-positive cases, including 1 to 5 other drugs. Average NPSs detected per case increased from 1.9 in 2012 to 4.1 in 2016. Furthermore, these NPSs were ruled as the cause of death in 156 cases (76%). Mean concentrations of ketamine ($n = 140$), PMA ($n = 113$), PMMA ($n = 61$), ethylone ($n = 60$), 4-chloroamphetamine ($n = 39$), methylone ($n = 36$), 4-fluoroamphetamine ($n = 30$), mephedrone ($n = 11$), and butylone ($n = 11$) were 1.03, 3.24, 2.28, 2.66, 0.59, 5.28, 0.37, 1.84, and 12.17 g/mL, respectively. Fifty (25%) fatalities occurred during or shortly after activities at a club, party, or rave.

Conclusion: Out of the total numbers (2927, 3003, 3513, 3654, and 3557 in 2012, 2013, 2014, 2015, and 2016 respectively) of forensic postmortem toxicological cases received and analyzed in our laboratory, NPS-related deaths increased from 0.34% in 2012 to about 2% in 2016. Growing use of NPSs has become a critical public health concern — given the lack of understanding on these substances' toxicity, addiction potential, and withdrawal symptoms. "Greater efforts [are] needed to enhance forensic capacity and monitoring systems for new psychoactive substances" (UNODC's 2016 World Drug Report).

Key Words: New Psychoactive Substances, Postmortem toxicology, Fatalitie



New Psychoactive Substances (NPS)-Related Deaths in Taiwan During the 2012–2016 Period

Yun-Chen Tsao^{1*}, Hsiu-Chuan Liu¹, Ray H. Liu², Dong-Liang Lin¹

Contact: Yun-Chen Tsao
70025@mail.moj.gov.tw

¹Department of Forensic Toxicology, Institute of Forensic Medicine, Ministry of Justice, Taipei, Taiwan; ²Department of Criminal Justice, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, AL, USA.

Introduction

The 2017 World Drug Report by the UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime) presented that 106 countries and territories reported the emergence of a cumulative total of 739 NPSs from 2009 and 2016. And in 2015 alone, almost 500 NPS were on the market worldwide. The NPS-related deaths is increasing year by year. In recent years, NPSs have for example been found in instant coffee or milk tea packets in nightclub and within the party scenes in Taiwan.

Methods

Postmortem blood samples were routinely screened using liquid-liquid extraction (Toxi-tubes[®] A), followed by GC/MS, LC/ion-trap/MS, and LC-QTOF/MS with automated library search protocols. NPSs were quantified by LC-MS/MS or GC/MS using deuterated analog internal standards. The LOQ established for the analysis of these NPSs was 0.010 µg/mL. This study reports the analytical methodologies, trends and toxicological findings of the 204 known NPS-related fatalities in Taiwan during the 2012–2016 period.



Figure 1. Mixed-NPS products were marketed as powder samples and hidden in “normal” instant coffee or milk tea packets.

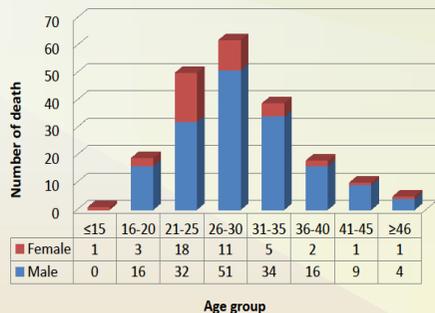


Figure 2. Age and sex distributions of the 204 fatalities tested positive for NPS in Taiwan (2012-2016).

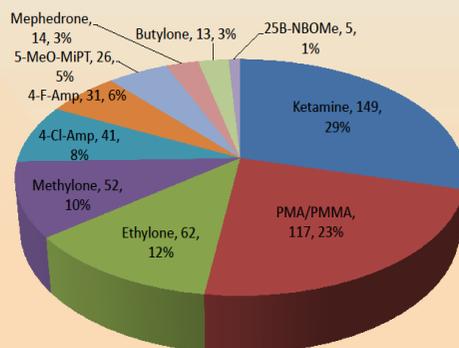


Figure 3. Top 10 NPSs found in 204 postmortem case specimens (2012-2016).

Results

Among the 204 cases reviewed, the mean age of the NPS-related fatalities was 29.0, ranging from 15 to 54, while 162 (79.4%) of these deaths were men and 42 (20.6%) were women. Top ten NPSs detected were: ketamine ($n = 149$; 29.2%), PMA/PMMA ($n = 117$; 22.9%), ethylone ($n = 62$; 12.2%), methylone ($n = 52$; 10.2%), 4-chloroamphetamine ($n = 41$; 8.0%), 4-fluoroamphetamine ($n = 31$; 6.1%), 5-MeO-MiPT ($n = 26$; 5.1%), mephedrone ($n = 14$; 2.7%), butylone ($n = 13$; 2.5%), and 25B-NBOMe ($n = 5$; 1.0%). There was evidence of poly-drug use in 95% of these NPS-positive cases, including 1 to 5 other drugs. Average NPSs detected per case increased from 1.9 in 2012 to 4.1 in 2016. Furthermore, these NPSs were ruled as the cause of death in 156 cases (76%). Mean blood concentrations of ketamine ($n = 140$), PMA ($n = 113$), PMMA ($n = 61$), ethylone ($n = 60$), 4-chloroamphetamine ($n = 39$), methylone ($n = 36$), 4-fluoroamphetamine ($n = 30$), mephedrone ($n = 11$), and butylone ($n = 11$) were 1.03, 3.24, 2.28, 2.66, 0.59, 5.28, 0.37, 1.84, and 12.17 mg/mL, respectively. Fifty (25%) fatalities occurred during or shortly after activities at a club, party, or rave.

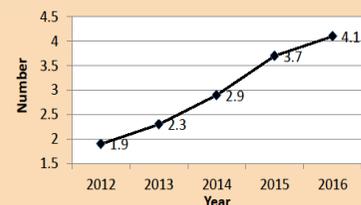


Figure 4. Average NPSs detected per case from 2012 to 2016.

Conclusions

Out of the total numbers (2927, 3003, 3513, 3654, and 3557 in 2012, 2013, 2014, 2015, and 2016 respectively) of forensic postmortem toxicological cases received and analyzed in our laboratory, NPS-related deaths increased from 0.34% in 2012 to about 2% in 2016. Growing use of NPSs has become a critical public health concern — given the lack of understanding on these substances' toxicity, addiction potential, and withdrawal symptoms. “Greater efforts [are] needed to enhance forensic capacity and monitoring systems for new psychoactive substances” (UNODC’s 2016 World Drug Report).

Table 1. Summary of blood concentration (µg/mL) of NPSs

NPS	n	Conc. Range (µg/mL)	Mean	Median
Ketamine	140	0.01-40.50	1.03	0.191
PMA	113	0.03-39.08	3.24	1.704
PMMA	61	0.01-12.23	2.28	0.802
Ethylone	60	0.03-91.52	2.66	0.573
	(59)	(0.03-11.36)	(1.16)	
4-Cl-Amp	39	0.03-5.24	0.59	0.159
Methylone	36	0.01-142.96	5.28	0.519
	(35)	(0.01-11.79)	(1.35)	
4-F-Amp	30	0.01-3.13	0.37	0.176
Mephedrone	11	0.21-6.90	1.84	0.957
Butylone	11	0.01-129.95	12.17	0.127
	(10)	(0.01-2.41)	(0.39)	

References

- UNODC Early Warning Advisory on New Psychoactive Substances. <https://www.unodc.org/ISS/Page/NPS>
- Lee, J., Yang, S., Kang, Y., Han, E., Feng, L. Y., Li, J. H., Chung, H., 2017, Prevalence of new psychoactive substances in Northeast Asia from 2007 to 2015. *Forensic Sci. Int.* Vol. 272, p.1-9.
- H. C. Liu, R. H. Liu, H. O. Ho, and D. L. Lin. Development of an information-rich LC-MS/MS database for the analysis of drugs in postmortem specimens. *Anal. Chem.* 81: 9002-9011 (2009).
- H. C. Liu, R. H. Liu, H. O. Ho, and D. L. Lin. Rapid screening and confirmation of drugs and toxic compounds in biological specimens using LC/ion trap tandem mass spectrometry and automated library search. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 24: 75-84 (2010).