

# 111 年 「獎勵研究物證科學績優學生」 獲獎論文摘要



本基金會為鼓勵從事物證科學學術研究，提倡研究物證科學風氣，特訂定「財團法人李昌鈺博士物證科學教育基金會研究物證科學績優學生獎勵要點」。申請研究物證科學績優獎勵，應具備下列資格條件之一：

- (一) 於社團法人臺灣鑑識科學學會所舉辦之研討會中發表論文績優者。
- (二) 參加國際性與物證科學相關之學術研討會論文發表者。
- (三) 其它經本會核定具研究物證科學績優者。

本會研究物證科學績優獎勵每年舉辦一次，經本會核定績優者，頒給獎狀及新台幣伍仟元整獎勵金。獲得本會獎勵之研究物證科學績優者，需提出論文摘要電子檔以利刊載於本會出版之刊物。

## 111年「研究物證科學績優學生」獎勵名單

項	申請人姓名	作者	論文名稱 (英文)	期刊名稱	刊登時間
1	葉雅玲	葉雅玲 黃怡嘉 王勝盟	合成卡西酮類體外代謝實驗及實際尿液檢體代謝物之探討	2022犯罪偵查與鑑識科學研討會	2022.09.30
2	蘇莞筑	蘇莞筑 葉雅玲 王勝盟	建立尿液中吩坦尼與戊醯吩坦尼分析方法與體外代謝途徑之探討	2022犯罪偵查與鑑識科學研討會	2022.09.30
3	鄧宇翔	鄧宇翔 孟憲輝	非制式槍枝殺傷力鑑定方法錯誤率之研究	2022犯罪偵查與鑑識科學研討會	2022.09.30
4	陳寶玉	陳寶玉 李承龍	基因證人：鑑識DNA 生理描繪技術之應用及未來趨勢	2022犯罪偵查與鑑識科學研討會	2022.09.30
5	王彥婷	王彥婷 楊筑安 劉秀娟 林棟樑	UHPLC-MSMS定量血液及尿液中DCK、2-FDCK及3-MeO-PCP之研究與案例探討	2022犯罪偵查與鑑識科學研討會	2022.09.30
6	郭哲瑋	郭哲瑋 陳錦民 彭莉娟 陳俊傑	真空鍍膜技術於複雜顏色材質上顯現指紋之探討	2022犯罪偵查與鑑識科學研討會	2022.09.30
7	黃志豪	黃志豪 張崇豪 郭哲瑋 彭莉娟 陳俊傑	使用人工胺基酸噴印製作模擬指紋之探討	2022犯罪偵查與鑑識科學研討會	2022.09.30

# 合成卡西酮類體外代謝實驗 及實際尿液檢體代謝物之探討

► 葉雅玲、黃怡嘉、王勝盟

## 摘要

衛生福利部「濫用藥物檢驗通報系統」統計至2022年2月共檢出178種新興毒品（New psychoactive substances, NPS），以合成卡西酮類氾濫情形最為嚴重。由於目前濫用藥物分析檢體仍以尿液為主，研究新興毒品代謝物可以增加檢測時效及了解使用者短期使用歷程等，且代謝途徑可作為同類型新興毒品檢測標的參考。因實際尿液檢體基質複雜，不易確認代謝物，故本研究針對含亞甲雙氧基之合成卡西酮類，先以人體肝微粒體（Human liver microsomes, HLM）及肝溶質（Cytosol）進行體外代謝實驗，再以液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀（LC-QTOF/MS）分析代謝物，由精確質量比對及二次質譜碎片確認其結構。

本研究於9種合成卡西酮類體外代謝實驗中均有發現Phase I及Phase II代謝物，包含N-去甲基化（N-Dealkylation）、 $\beta$ 位酮基還原（ $\beta$ -Ketone reduction）、脂肪烴烴基化（Aliphatic hydroxylation）、去亞甲基化（Demethylenation），再進一步O-甲基化（O-Methylation）及phase I代謝物與葡萄糖醛酸（glucuronic acid）形成Phase II共軛物。比較各分析物其代謝物相對豐度及不同培育時間的代謝順序，可以發現氮上接兩個甲基的分析物（如Dimethylone、Dibutylone及Dipentylone）整體代謝物相對豐度較高，主要為N-Dealkylation及 $\beta$ -Ketone reduction代謝物，且在代謝反應進行3分鐘後就可以發現4種Phase I代謝物；其他分析物則以Demethylenation及進一步O-Methylation為主，代謝反應進行3分鐘後只有發現Demethylenation代謝物，到60分鐘才有Aliphatic hydroxylation代謝物。此外，以體外代謝實驗建立的質譜資料庫與20個實際尿液檢體比對，可以發現 $\beta$ -Ketone reduction代謝物及Demethylenation再O-Methylation代謝物的相對含量較多，適合作為檢測標的的代謝物，期望本方法可以推展至其他新興毒品並作為未來鑑定之參考。

**新興毒品（New psychoactive substances, NPS）、  
液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀（LC-QTOF/MS）、  
合成卡西酮類（Synthetic cathinones）、  
人體肝微粒體（Human liver microsomes, HLM）、  
肝溶質（Cytosol）**

關鍵字(詞)

# 建立尿液中吩坦尼與戊醯吩坦尼分析方法 與體外代謝途徑之探討

► 蘇莞筑、葉雅玲、王勝盟

## 摘要

吩坦尼類藥物 (Fentalogues) 屬於強效  $\mu$  型鴉片受體激動劑 ( $\mu$ -opioid receptor agonists) 藥效為嗎啡的50至100倍，在國際間已造成多起過量致死案件，在2020年美國約有五萬六千人因過量使用吩坦尼類藥物造成死亡，60%。目前台灣尚未出現，為了即時發掘此類藥物濫用情況，並有效預防此類藥物可能帶來的危害，亟需建立一有效分析尿液中吩坦尼類藥物的方法。本研究建立以液相-液相萃取前處理法並利用液相層析串聯四極柱飛行時間質譜儀 (LC/QTOF/MS) 分析尿液中吩坦尼 (Fentanyl) 與戊醯吩坦尼 (Valeryl fentanyl)，並進行方法確效評估，線性範圍為5-1000 ng/mL，具有良好的線性關係 ( $R^2 > 0.995$ )，平均萃取回收率介於93.6%-96.9%，基質效應介於6.0%-13.8%，日內變異及日間變異偏差在10%以下。

由於吩坦尼類藥物代謝迅速，僅小於10%的藥物以原型態的形式經由尿液排出體外，為延長偵測時效、發掘真實施用情況，本研究運用肝微粒體結合肝溶質體外代謝實驗方法模擬人體肝臟 Phase I 代謝之情況，吩坦尼與戊醯吩坦尼主要代謝反應包含氮上去甲基 (N-Dealkylation)、羥基化 (Hydroxylation)、氧化 (Oxidation)、醯胺水解 (Hydrolysis) 等反應，藉由高解析質譜與二次質譜資訊判別代謝物之分子結構，比較兩者的代謝趨勢，並提供未來檢測的標的參考：吩坦尼可以單次羥基化 (Monohydroxylation)、羥基甲基化 (Hydroxymethoxy) 代謝物作為檢測標的；戊醯吩坦尼則以單次、二次羥基化 (Monohydroxylation、Dihydroxylation) 以及羥基化-氧化 (Hydroxylation-oxidation) 代謝物作為檢測標的。期望透過本研究有效防止此類藥物濫用危害，縮短面臨此類藥物威脅的反應時間。



## 關鍵字(詞)

吩坦尼類藥物 (Fentalogues)、  
液相層析串聯質譜 (LC/QTOF/MS)、  
體外代謝 (In vitro metabolism)、  
肝微粒體 (Liver microsomes)、  
肝溶質 (Cytosol)

# 非制式槍枝殺傷力鑑定方法錯誤率之研究

► 鄧宇翔、孟憲輝

## 摘要

槍砲彈藥刀械管制條例明定「其他槍砲」須具有「殺傷力」才受管制，我國鑑定機關針對槍枝殺傷力採用「性能檢驗法」實施鑑定，然而審判時辯方並未完全接受其作為非制式槍枝及「其他槍砲」殺傷力鑑定之標準方法，而有鑑定結果可信性之疑慮。

本研究蒐集46枝經「性能檢驗法」鑑定具殺傷力之扣案非制式槍枝，先以外觀檢視及物理性質檢測，將槍管材質初步分為鐵類金屬槍管、非鐵類金屬槍管、組合材料槍管等3類，再以掃描電子顯微/X射線能譜分析法（SEM/EDS）、顯微傅立葉轉換紅外光譜法（micro-FTIR）等方法分析槍管材料，確認其成分。接著依「動能測試法」進行鑑定，每枝槍分別裝填適用規格子彈進行試射，測定射出彈頭速度，再計算其動能密度，並以20.0 J/cm<sup>2</sup>為判定標準進行殺傷力研判。試射前後均檢視槍管結構，並量測槍管多個位置之內、外徑及其他缺陷，以判斷試射後槍管材料是否失效。最後結合動能測試及材料失效研判之結果，計算性能檢驗法殺傷力鑑定的錯誤率。

結果發現，槍彈鑑識人員未經儀器分析即可針對槍管材料予以正確分類。試射之46枝非制式槍枝，均可至少射出1顆動能密度高於20.0 J/cm<sup>2</sup>的彈丸，證明其均可發射具殺傷力之子彈。可知性能檢驗法之錯誤率為0%，陽性預測值為100%。顯示性能檢驗法在鑑定槍枝殺傷力上，具有良好的可信性。本研究非制式槍枝所發射彈頭之動能密度，平均而言低於同口徑制式槍枝射出彈頭，但高於常見最小口徑制式槍枝射出彈頭。研究結果亦顯示，與制式槍枝相較，非制式槍枝的壽命較短。



## 關鍵字(詞)

槍彈鑑識、槍彈殺傷力、錯誤率、性能檢驗法、動能測試法

# 基因證人：鑑識DNA生理描繪技術之應用及未來趨勢

## Genetic Witness: the application and future trend of forensic DNA phenotyping

► 陳寶玉、李承龍

### 摘要

鑑識DNA生理描繪技術（Forensic DNA phenotyping, FDP）有別於罪犯心理描繪（Offender profiling），係利用與表型特徵關聯基因預測人類外觀特徵（Human externally visible characteristics, EVCs），並繪製出視覺化之人像圖。FDP除有助人像描繪，未來更能整合犯罪手法（Modus Operandi）、生物地理、醫療等資訊，協助犯罪偵查工作。犯罪現場採集的DNA跡證，若無DNA資料庫比對恐無用武之地，亦為當前DNA鑑定的窘境。故如何發揮生物跡證應有的功能，是鑑識科學家努力的方向。歐美先進國家已將FDP應用於犯罪偵查，藉此提升DNA鑑定的功效，但可惜臺灣的實務單位尚未引用。因此，本文期待拋磚引玉，透過文獻回顧，說明不同技術平台之FDP基因標記資料庫，及其提供的輔助資訊探討未來運用。另期盼能整合臺灣特有的健保資料庫在地化應用，反饋給予相關單位、社會應用與鑑識科學跨界的整合建議。本研究發現一常用的FDP之測試能提供眼睛顏色、髮色與膚色等特徵之曲線下面積值，做為模型優劣的指標，並提供相應陽性和陰性預測值。此外，討論增添可供外表基因形態特徵（眼距、鼻寬、耳垂、雙眼皮、捲舌與拇指彎曲等）功能，將有助未來生理描繪更趨細緻與精確。總論而言，隨著生物科技的發展，FDP所能提供的訊息越來越多，未來再整合醫療資料庫，將有助排除或縮小偵查範圍、案情釐清，對於冤獄平反或緝獲真凶的工作將有莫大助益。



### 關鍵字(詞)

苯二氮平類藥物、代謝物、肝微粒體、體外代謝、液相層析串聯質譜儀

## 以UHPLC-MS/MS定量血液及尿液中Deschloroketamine、2-Fluorodeschloroketamine及3-Methoxyphencyclidine之研究與案例探討

► 王彥婷、楊筑安、劉秀娟、林棟樑

### 摘要

台灣可見的愷他命類緣物包括Deschloroketamine (DCK)、2-Fluorodeschloroketamine (2-FDCK) 及 3-Methoxyphencyclidine (3-MeO-PCP) 等，使用後會產生解離、麻醉及幻覺的效果，為新興精神活性物質其中一類，其濫用情形日益嚴重，因此亟需開發高感度之UHPLC-MS/MS定量方法，並應用於司法毒物及臨床毒物案件分析，以提昇當前相關中毒死亡案件法醫毒物鑑驗之品質。本研究建立一套簡單、準確與快速之四極柱串聯質譜儀分析法，定量血液及尿液中的DCK、2-FDCK及3-MeO-PCP三種成分。0.5 mL空白血液及尿液以3-MeO-PCP-d3為內部標準品，配製檢量線濃度為50-1000 ng/mL，進行液相-液相萃取後，再注入UHPLC-MS/MS分析，以正電離子模式電灑游離法 (AJS ESI Positive) 配合多重反應偵測 (MRM) 進行定量分析方法確效評估。研究結果顯示三種待測物在濃度50-1000 ng/mL範圍下線性關係 ( $r^2$ ) 均在0.999以上，血液及尿液萃取回收率均在86%以上。精密度評估血液及尿液同日內及異日間確效的偏差各在0.79-7.85%及4.67-12.2%、1.18-6.60%及2.58-14.1%之間，準確度評估同日內及異日間確效各在91.2-112%及97.4-104%、93.5-104%及95.3-106%之間，其精密度及準確度皆在可接受範圍 ( $CV\% < 15\%$ )。血液及尿液中最低檢測極限為5 ng/mL，最低定量極限為5-10 ng/mL。本研究方法已成功應用於各地檢察署相驗、解剖案件及警察局送驗濫用藥物案件之生物檢體中DCK、2-FDCK及3-MeO-PCP的含量檢測。統計民國108-110年檢出DCK、2-FDCK或3-MeO-PCP的解剖案件數共計26件，以男性居多，年齡層集中在20-29歲；死亡方式以意外死亡比例最高，多數的死亡原因為藥物過量造成中毒性休克。合併檢出毒品成分以愷他命最多，苯乙胺類新興精神活性物質 (PMA、PMMA) 次之，其次為合成卡西酮類 (Mephedrone、Eutylone、N-Ethylpentylone、4-MEAPP)。同期間受理新興毒品濫用尿液檢驗共14,838件，檢出DCK 238案、2-FDCK 403案、3-MeO-PCP 10案，其中合併檢出毒品成分情形與死亡案件相似，顯見愷他命類緣物與愷他命、合成卡西酮類及苯乙胺類等新興精神活性物質有混合使用之趨勢。



關鍵字(詞)

去氯愷他命、2-氟-去氯愷他命、  
3-甲氧基苯環利定、液相層析串聯質譜分析法、  
案例探討

# 真空鍍膜技術於複雜顏色材質上顯現指紋之探討

► 郭哲璋、陳錦民、彭莉娟、陳俊傑

## 摘要

從毒品吸食現場到新興毒品製造工廠，人與物之證物相當多，其中指紋採證，更是毒品溯源之重要一環，新興毒品常用咖啡包、奶茶包或即溶包等偽裝食品型態的方式包裝，而包裝材質（咖啡包等）大多為非吸水性材質，常用氰丙烯酸酯法顯現指紋，但囿於包裝材質顏色多樣，雖有多種染劑可以使用，依然干擾指紋顏色對比效果，影響指紋特徵點確認，進而降低指紋比對鑑定之效能。

本研究一方面嘗試解決包裝材質之背景干擾，另一方面冀望提升指紋顯現效能，故採用高真空環境下蒸鍍金屬材料，即「真空金屬鍍膜法（Vacuum Metal Deposition簡稱VMD）」的方式，首先評估金／鋅蒸鍍及銀的單金屬蒸鍍分別針對沾附一般汗液或油脂成分之顯現情形，另再搭配多波域光源和濾鏡攝影增強潛伏指紋之對比。

同步探討指紋研究之客觀、標準方法，故使用自然指紋及商用指紋印台搭配指紋印章捺印指紋外，另外自行合成人工乳液，以印表機列印在非吸水性表面以製作標準檢體，製作出新式客觀標準檢體供研究使用，後續以刑事局真空鍍膜儀搭配金／鋅真空金屬鍍膜法，初步實驗結果發現在非吸水性分裝袋上顯現出透明指脊、鋅沉積灰黑色背景之清晰紋線，驗證了VMD之金與鋅在指紋顯現之效果。也發現在發生有空印痕（empty print）的情形時，增加鋅的蒸鍍量有機會可以顯現部分紋線，將顯現之指紋嘗試搭配多波域光源及濾鏡增強觀察，雖然指紋本身並不會發射螢光，但可使基材上之印刷油墨花紋或文字顏色改變或產生螢光，進一步增強指紋紋線。

另外使用警察大學建構之真空金屬鍍膜儀，以單一金屬銀蒸鍍，初步發現油脂和胺基酸成分個別對銀蒸鍍的影響，瞭解胺基酸成分對銀蒸鍍過程及蒸鍍後指紋褪色情形扮演著重大的角色。最後比較以自然真實指紋、印表機列印及商用指紋印台這三種方法所製作的標準指紋檢體在銀金屬蒸鍍法所顯現的情形。



關鍵字(詞)

指紋顯現、真空技術、真空金屬鍍膜法、銀金屬蒸鍍



## 使用人工胺基酸噴印製作模擬指紋之探討

► 黃志豪、張崇豪、郭哲瑋、彭莉娟、陳俊傑

### 摘要

指紋跡證係識別犯罪現場最常見證據之一，於現場勘察採證時，潛伏指紋顯現居多，實務上也常常將相關證物攜回實驗室詳細化驗潛伏指紋。指紋顯現技術依使用方法分物理、化學及物理-化學3類，實務上常以簡便控制樣品，如僅透過配製人員在同一張紙上捺印自己潛伏指紋，確認配製試劑是否有問題，或已配製數周試劑有效性等問題。但實際上每次製作捺印指紋檢體難以確認是否獲得兩個以上且一致性之潛伏指紋，且有許多不同變數（如環境溫度、溼度條件，及捺印者指紋成分、捺印壓力及時間等等），亦可能影響指紋汗液之胺基酸品質與數量，導致顯現技術在實務上缺乏可以重複之科學驗證。

縣市警察局鑑識人員及國外文獻建議各種增顯試劑配方，因不同地區常用材料差異性及環境因素等，影響指紋顯現效果優劣，故本國常見材質與指紋顯現配方之調整是有其必要。試劑配製過程中，除受設備、器皿與環境影響，也受不同廠商藥品差異或劑量錯置等諸多因素影響，若實驗結果無法顯現指紋，也不易查證問題所在。為使每批顯現在相同化驗條件與環境中有一致性結果，每次化驗時均有陽性控制樣品，才可以確保品質，所以建立良好客觀標準品刻不容緩。

本研究為能創建客觀指紋標準品，使現場採證與實驗室可以提高增顯試劑配製之良率，並借鏡國外文獻研究有關人體指紋汗液胺基酸成分，嘗試調整與配製人工胺基酸汗液，經過三款印表機噴印，達到製作客觀一致的指紋標準品，以克服長久以來以不確定性標準品測試試劑之窘境。

本次以吸水性檢體之標準品為初步研究，配製人工胺基酸汗液以模擬真實指紋，搭配設計之指紋紋型，經印表機噴印於吸水性紙張檢體上，再以寧海德林、DFO、IND及IND+Zn等增顯試劑顯現觀察，以期建立實驗室所需指紋標準檢體，並觀察試劑有效性與靈敏度，供國內鑑識人員於實驗室作業上之參考。



### 關鍵字(詞)

指紋顯現、  
人工胺基酸 (artificial amino acid)、  
模擬指紋 (simulate fingermark)