

112 年 「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。

112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	尤文南	尤文南 孟憲輝	子彈發射火藥量影響工具痕跡變化之研究	2023犯罪偵查與鑑識科學研討會	2023.10.20
2	張崇豪	張崇豪 蕭宇廷 陳錦民 彭莉娟 陳俊傑	寧海德林試劑中添加聚乙烯醇(PVA)對感熱紙上潛伏指紋顯現之模擬操作試驗比較	2023犯罪偵查與鑑識科學研討會	2023.10.20
3	陳瑜軒	陳瑜軒 溫哲彥	監視錄影與其手機翻拍畫面資料內容差異之探討	2023犯罪偵查與鑑識科學研討會	2023.10.20
4	黃昱維	黃昱維 葉雅玲 謝金霖 王勝盟	以層析質譜法分析尿液中愷他命前驅物及其類似物之探討	2023犯罪偵查與鑑識科學研討會	2023.10.20
5	葉雅玲	葉雅玲 黃昱維 溫哲彥 謝金霖 葉家瑜 王勝盟	Fluorodeschloroketamine位置異構物質譜辨別及其體外代謝差異之探討	2023犯罪偵查與鑑識科學研討會	2023.10.20
6	Ya-Ling Yeh	Ya-Ling Yeh Sheng-Meng Wang Che-Yen Wen Yu-Hsiang Chang	Using Liquid Chromatography-Tandem Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry and Statistical Analysis to Establish Metabolic Profiles of Pyrrolidine Containing Cathinones in Vitro	23rd Triennial Meeting of International Association of Forensic Sciences(IAFS)	2023.11.21
7	黃志豪	黃志豪 陳錦民 彭莉娟 蕭宇廷 陳俊傑	指痕參考試紙對胺基酸顯現技術之評估與運用	2023犯罪偵查與鑑識科學研討會	2023.10.20
8	魏均達	魏均達 李承龍 游竹淋 蔡明達 翁旭谷	基於ATR-FTIR和化學計量學的基材血跡分析	2023犯罪偵查與鑑識科學研討會	2023.10.20
9	Hsiao-Wen Huang	Hsiao-Wen Huang Wei-Tun Chang	Improvement of Principal Component Analysis (PCA) by Using Log-transformed Fermentation Congeners for the Authentication of Scotch Whiskies	Forensic Science Journal	2023;22(1): 1-20

子彈發射火藥量影響工具痕跡變化之研究

► 尤文南、孟憲輝

摘要

槍彈鑑識主要是藉由試射已知參考樣品和現場採獲彈頭或彈殼作比對，進而研判是否由同一把槍枝射擊或是比對不同現場或案件的彈頭及彈殼而研判不同案件之間是否有所關聯。槍枝各零件可因與彈殼相互接觸和作用而在彈殼上留下可供分類或個化的工具痕跡，這些工具痕跡廣泛應用於槍彈鑑識實務工作上；然而並沒有研究論文對於子彈火藥減量影響工具痕跡變化做研究，故本研究選用3種不同火藥量9mm Luger子彈，分別搭配短反作用式GLOCK17半自動手槍、延遲後擊式VEKTOR CP1半自動手槍射擊，每種槍彈組合各射擊至少5發。GLOCK17與VEKTOR CP1半自動手槍射擊全量火藥子彈，彈殼均可觀察到撞針洞印痕，且每發子彈測得的射速均不同，射擊另2種減量火藥子彈均未觀察到撞針洞印痕，GLOCK手槍與其他廠牌手槍最不同的類化特徵就是其矩形的撞針洞印痕，當火藥減量後均無法觀察到撞針洞印痕，很有可能會使現場勘察人員或槍彈鑑識人員產生誤判。

VEKTOR CP1射擊3種不同火藥量子彈均可觀察到彈室痕，將射速與3種不同火藥量子彈之彈室痕分佈範圍長度做簡單線性迴歸，具有高度正相關，且將3種不同彈室痕分佈範圍長度做t檢定，在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下，有顯著差異，爾後在現場採獲之彈殼若有與本研究相同形態之彈室痕，則可應用此種方法推估射擊後留在現場彈殼之槍枝的殺傷力，提供法院更多有助於審判的證據。



關鍵字(詞)

鑑識科學、槍彈鑑識、工具痕跡、
火藥減量子彈、槍彈殺傷力

寧海德林試劑中添加聚乙烯醇 (PVA) 對感熱紙上潛伏指紋顯現之模擬操作試驗比較

► 張崇豪、蕭宇廷、陳錦民、彭莉娟、陳俊傑

摘要

感熱紙因便利性已廣泛應用於日常生活之票證、收據或短時證明使用。然而，進行指紋顯現時常遭遇感熱紙與顯現溶液產生反應使紙張背景變黑，影響指紋之紋線清晰度。目前解決方法眾多，但每種方法各有其優缺點，尚無最佳建議之顯現技術，故感熱紙檢體上之指紋顯現對實務單位來說仍有許多困難與不便之處。

2022年犯罪偵查與鑑識科學研討會曾介紹於寧海德林試劑中加入黏膠物質-聚乙烯醇 (Polyvinyl Alcohol, 縮寫PVA)所配製之配方，可有效顯現感熱紙上之指紋且背景未變黑，與實務常用技術相比具操作方便、安全性及低成本等優點。然而，該實驗僅侷限於噴墨印表機製作之模擬指紋檢體，故本研究將延伸實驗做「模擬操作試驗(Pseudo-operational trial)」，收集真實環境中感熱紙收據檢體，並針對該配方偶有紋線過淡及試劑物質稀出等問題進行「配方改良試驗」。

經本實驗發現改良後之寧海德林(PVA-T)配方與ThermaNin配方相比，具反應時間短及成本低等優點且有效運用於所有材質之感熱紙，可提供實務單位針對感熱紙檢體進行指紋顯現新的選擇。其最佳化配方之配製方法為2 g寧海德林加入5 mL異丙醇及15 mL醋酸乙酯，待完全溶解後再與20 mL的10% w/v PVA溶液(將2g PVA加入超純水至20 mL)混合，最後再加400 mL石油醚即可使用，使用時以淋覆法進行顯現，過程無須加熱處理。

此外，經本實驗證實「噴墨印表機製作法」可用以製作具再現性及成分一致性之標準指紋檢體，可避免捺印時眾多因素影響導致無法客觀之問題，且可適用於不同材質、大小之紙張檢體(如感熱紙收據、紅包袋或信封紙)，但須注意製作檢體時所選用之列印模式以及檢體製作完的保存環境濕度。



關鍵字(詞)

指紋顯現、感熱紙、寧海德林、
聚乙烯醇 (Polyvinyl Alcohol、PVA)、
噴墨印表機

監視錄影與其手機翻拍畫面資料內容差異之探討

► 陳瑜軒、溫哲彥

摘要

現行刑事案件偵辦過程中，監視錄影資料已是輔助偵查非常重要的工具，然而在實務工作上，由於考量時效與特殊因素，經常無法即時利用轉檔的方式直接取得監視錄影設備中的檔案，而是改用其他攝錄影設備（尤其是手機）以翻拍螢幕畫面的方式間接取得相關現場畫面。然而，現場監視錄影設備與調閱時用來翻拍螢幕畫面的設備，在軟硬體的功能與規格上並不完全相同（例如：每秒錄影張數），此外，在進行翻拍時的操作過程（例如：角度）是否可能造成與原本監視錄影資料所紀錄的資訊有所差異，而無法正確呈現現場的狀況，這個問題是本文想要探討的問題。由於手機是目前實務上作為翻拍監視器畫面最常使用的工具，因此本文以手機所翻拍的畫面與原本監視錄影資料作為比較的對象，利用影像幀率(frame rate)、投影變換與交叉比例(cross-ratio)、影像融合技術等方法進行影像分析，透過影像畫面之測量，分析移動距離及時間間隔，以了解翻拍後影像與原始檔案之差異程度，並進行相關評估，以作為實務應用時之參考。

關鍵字(詞)

監視器、影像翻拍、特徵提取、
交叉投影比例 cross-ratio

以層析質譜法分析尿液中 愷他命前驅物及其類似物之探討

► 黃昱維、葉雅玲、謝金霖、王勝盟

摘要

據聯合國毒品及犯罪問題辦公室（United Nations Office Drugs and Crime, UNODC）2022世界毒品報告（World Drug Report, 2022），近幾年愷他命及其類似物的查獲量佔所有毒品的51%；而從我國111年第51週內政統計通報顯示，台灣愷他命與其前驅物的查獲量也達到數千公斤之多（佔所有查緝毒品的22%），可見愷他命對於我國濫用藥物的影響力不容小覷，惟文獻上大多僅探討傳統愷他命與去甲基愷他命之影響，在台灣也少有愷他命前驅物以及類似物的相關研究。因此，本研究旨在探討尿液中愷他命前驅物（N-Boc Ketamine）及類似物（2-Fluorodeschloroketamine、Deschloroketamine、2-Methoxy Ketamine、Deschloro-N-ethyl-Ketamine）等新興毒品之檢測方法確效，透過液相-液相萃取搭配氣相層析質譜儀（GC-MS）以及液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀（LC-QTOF/MS）進行檢體分析，在方法確效開發方面，包括線性範圍（linear rang）、偵測極限（Limit of detection）、定量極限（Limit of quantitation）、日內變異（Intra-day variation）以及日間變異（Inter-day variation）等。研究結果發現使用化學衍生法可以在氣相層析質譜儀得到更豐富的離子圖譜，進一步針對不同的類似物進行碎片的推測，找出規律的斷裂模式。此外，在氣相層析質譜儀中，除了N-Boc ketamine的線性範圍落在70-800 ng/mL，其餘分析物線性範圍落在60-1000 ng/mL，R2都能達到0.995以上，而N-Boc ketamine在氣相層析質譜法中因與化學衍生劑三氟醋酸酐（Trifluoroacetic anhydride）作用而去保護；在液相層析質譜儀中，方法的線性範圍落在20-1000 ng/mL，R2都能達到0.995以上，氣相與液相層析質譜法的日間以及日內變異皆落在±20%之內。最後以建立的方法分析真實檢體，並從中檢測到愷他命、去甲基愷他命以及氟去氯愷他命等化合物，期望本研究方法可提供實務單位鑑定尿液中愷他命前驅物及類似物質譜資料參考與分析方法建立。



關鍵字(詞)

愷他命類似物 (Ketamine analogs)、
氣相層析質譜儀 (GC-MS)、
液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀 (LC-QTOF/MS)、
化學衍生法 (Chemical derivatization)、
方法確效 (Method validation)

Fluorodeschloroketamine

位置異構物質譜辨別及其體外代謝差異之探討

► 葉雅玲、黃昱維、溫哲彥、謝金霖、葉家瑜、王勝盟

摘要

衛生福利部「濫用藥物檢驗通報系統」統計至2023年1月共檢出181種新興毒品（New psychoactive substances, NPS），其中愷他命濫用情形一直都相當嚴重，且近年陸續出現愷他命類似物，例如：2-Fluorodeschloroketamine（2-氟-去氯愷他命，2-FDCK）、Methoxetamine、Deschloroketamine及Bromodeschloroketamine等，亟需建立愷他命類及其代謝物之檢測方法，且苯環上鄰、間、對位之位置異構物分析亦是一大挑戰。

本研究以三氟乙酸酐（Trifluoroacetic anhydride, TFAA）進行衍生搭配氣相層析質譜儀（GC/MS）分析2-、3-、4-FDCK-TFAA，再將強度大於10%的所有質譜碎片作為特徵，利用主成分分析（Principal components analysis, PCA）降維至2組特徵（Features），再用邏輯迴歸（Logistic Regression, LR）進行分類。訓練集取自標準品，取適當濃度並重複分析20次。測試集為標準品配製尿液經液相液相萃取法之檢體。由測試集的實驗結果，分類的準確度為100%，最後分析真實尿液檢體，由建立的模型可以研判是2-FDCK，顯示本方法可有效區別苯環上鄰、間、對位之異構物。

本研究亦探討2-、3-、4-FDCK經人體肝微粒體（Human liver microsomes, HLM）進行體外代謝實驗，以液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀（LC-QTOF/MS）分析共發現約15種代謝物（包含氫化、氮上去甲基化、羥基化、脫氨及脫水等代謝反應），於7小時培育時間下，可以發現4-FDCK代謝最慢，原型態比例約48%，主要代謝物為Dihydro-4F-DCK，但未發現Dihydro-nor-4F-DCK代謝物；其次為2-FDCK比例約30%，主要代謝物為Nor-2F-DCK；代謝最快的是3-FDCK比例約20%，主要代謝物為Dihydro-3F-DCK，體外代謝實驗結果可用來建立代謝物滯留時間及二次質譜資料庫，其代謝物比例亦可增加檢測參考，期望本方法可以推展至其他新興毒品作為相關研究分析與應用。



關鍵字(詞)

氟去氯愷他命 (Fluorodeschloroketamine, FDCK)、
位置異構物 (Position isomers)、
邏輯迴歸 (Logistic regression)、
人體肝微粒體 (Human liver microsomes, HLM)、
液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀 (LC-QTOF/MS)

Using Liquid Chromatography-Tandem Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry and Statistical Analysis to Establish Metabolic Profiles of Pyrrolidine Containing Cathinones in Vitro



Abstract

► Ya-Ling Yeh 、 Sheng-Meng Wang 、 Che-Yen Wen 、 Yu-Hsiang Chang

Synthetic cathinones (SCs) are the most prevalent new psychoactive substance found in Taiwan, and their use continues to grow. Current methods for detecting drug abuse rely on urine samples, but the metabolic profiles and metabolites of these SCs are not widely reported in Taiwan. Therefore, in this study, the in vitro metabolism of four pyrrolidine containing cathinones were elucidated. The metabolism experiments were conducted by incubating SCs with human liver microsomes and using liquid chromatography tandem quadrupole time-of-flight mass spectrometry (LC-QTOF MS) to analyze the resulting metabolites.

Of the four SCs (α -Pyrrolidinohexiophenone (α -PHP), α -Pyrrolidinoisohexanophenone (α -PiHP), 4-Fluoro- α -pyrrolidinohexanophenone (F- α -PHP) and 4-chloro- α -Pyrrolidinohexanophenone (Cl- α -PHP)) studied, metabolites from SCs β -ketone reduction, pyrrolidine ring hydroxylation, aliphatic hydroxylation, N-dealkylation, and oxidation were identified by high resolution MS/MS. After incubation for 8 hours, 65%, 50%, 64%, and 31% of α -PHP, α -PiHP, F- α -PHP, and Cl- α -PHP remained unmetabolized, respectively. The main metabolism product was β -ketone reduction, yielding two peaks for the two diastereoisomers. For secondary metabolism, the various SCs present different pathways. For α -PHP, hydroxylation and oxidation at the pyrrolidine ring, followed by a ring opening and further hydroxylation was observed. For α -PiHP and F- α -PHP, pyrrolidine ring hydroxylation was observed. For Cl- α -PHP, β -ketone reduction and aliphatic hydroxylation were observed.

Moreover, the metabolic profile was obtained by observing the various metabolites after different incubation times. For α -PHP, 10 metabolites can be found after 30 minutes and the metabolism plateaus after about 5 hours. For α -PiHP metabolism, 9 metabolites can be found after 30 minutes and active metabolism is still observed after 8 hours. For F- α -PHP metabolism, 10 metabolites can be found after 45 minutes, and active metabolism still occurs after 8 hours, albeit at a slower rate. For Cl- α -PHP metabolism, 10 metabolites can be found after 30 minutes, and the relative abundance of β -ketone reduction metabolite exceeds that of the unmetabolized Cl- α -PHP after 4 hours. The rate of metabolism for Cl- α -PHP was faster than that of α -PHP and F- α -PHP. The rate of metabolism for α -PiHP, a structural isomer of α -PHP, was faster than that of α -PHP.

Because mass spectra of α -PHP and α -PiHP were similar in LC-QTOF MS, secondary mass spectrometry fragment ratios and metabolite ratios were required for more sophisticated computer-assisted analysis (Python language) to differentiate them and to compare with real-life samples to determine the accuracy of discrimination. Ultimately, this study provides a possible metabolic profile and suitable markers for confirming the consumption of pyrrolidine containing cathinones.

指痕參考試紙對胺基酸顯現技術之評估與運用

► 黃志豪、陳錦民、彭莉娟、蕭宇廷、陳俊傑

摘要

場採證時，需要將相關證物進行潛伏指紋化驗，實際操作上在相似材質（吸水或非吸水性）捺印自身（或標準）指紋作為標準品，化驗前標準品與證物在相同條件進行顯現，以確認配製試劑與使用顯現技術是否適當且有效。但實務操作仍存有不同變因（如環境溫度、溼度條件、捺印者指紋成分、捺印壓力及時間等），加上無適當指紋標準品當控制品，在品管與品保方面，仍有進步空間。



2022年犯罪偵查與鑑識科學研討會發表建立吸水性檢體標準品之方法，以人工胺基酸模擬真實指紋成分，噴印客觀一致模擬指紋之標準品，稱之指痕參考試紙（Fingerprint Reference Strip; 縮寫FRS）。本研究用上述技術、實驗條件及FRS的客觀、重複、均勻之特性，實際應用於不同國家機構配製胺基酸反應試劑（寧海德林、DFO、IND等）條件，噴印於七種市面常用材質紙張（影印紙、牛皮信封紙張、支票……等）上經顯現後觀察差異；此外，使用噴印於影印紙做成FRS，分別保存室內（23°C）、冷藏（3°C）及冷凍（0°C）保存30日與7個月，檢視可保存時效，祈能未來提供實務單位及實驗室研究人員作為參考依據。

本實驗研究證實，人工胺基酸之指痕參考試紙經印表機噴印製作後，成功顯現反應出不同國家機構間試劑配方差異性。同時可評估針對常見不同材質紙張，指紋顯現成效及指紋靈敏度差異，且對指痕參考試紙保存期限試驗，亦成功確認存放30日與7個月有效範圍，顯現指紋紋線清晰度並無衰退，希能藉此助供國內實務單位及研究人員實務作業參考。



關鍵字(詞)

指紋顯現、人工胺基酸、模擬指紋、寧海德林、Indanedione

基於ATR-FTIR和化學計量學的基材血跡分析

► 魏均達、李承龍、游竹淋、蔡明達、翁旭谷

摘要

在刑事調查中對各種基材上的血跡進行鑑識分析有至關重要的作用。本研究提出一種使用衰減全反射傅立葉轉換紅外光譜(ATR-FTIR)結合化學計量學分析血跡的方法。ATR-FTIR具有非破壞性和非侵入性的優點，只需極少的樣品製備。通過檢測血液成分中的特定化學鍵，可以區分各種體液。然而，對光譜的主觀解讀給區分不同體液帶來挑戰，為此採用化學計量學技術。在化學計量學中機器學習被廣泛用於分析化學資料、建立模型和提取有用資訊，包括非監督式學習和監督式學習，以進行客觀表徵和區分。本研究的重點是區分不同基材上的人血跡和豬血跡。主成分分析法(PCA)用於資料預處理，進行降維並分析潛在變量。偏最小平方判別分析(PLS-DA)用於建立分類模型並驗證測試。結果表明，ATR-FTIR與化學計量學相結合，成功識別不同基材上的血液，並測試模型的準確性。這些學科的結合使研究人員能夠利用資料導向方法的力量來解決複雜的鑑識問題。利用機器學習客觀區分血跡對刑事調查具有重要貢獻。這項技術為鑑識分析提供一種非破壞性、簡單、選擇性和快速的方法，有助於鑑識科學家和調查人員確定與血跡有關的關鍵證據。



關鍵字(詞)

犯罪現場調查、血跡分析、
ATR-FTIR、化學計量學

Improvement of Principal Component Analysis (PCA) by Using Log-transformed Fermentation Congeners for the Authentication of Scotch Whiskies

► Hsiao-Wen Huang 、 Wei-Tun Chang

Abstract

In order to improve the authentication effectiveness by principal component analysis (PCA), 52 single malt Scotch whiskies, 31 blended Scotch whiskies, and 3 adulterated Scotch whiskies were analyzed to select appropriate fermentation congeners with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). After the evaluation process, six fermentation congeners, including acetaldehyde, ethyl acetate, ethyl octanoate, 2-methyl propanol, 2-methyl butanol, and 3-methyl butanol, were selected based on the total explained variances results of PCA. Subsequently, the distribution fitting method demonstrated that the data distribution of these six fermentation



congeners more suitably corresponded to the lognormal distribution for both authentic single malt Scotch whiskies and authentic blended Scotch whiskies. Along with comparing original data and log-transformed data of the integrated value of selected fermentation congeners, PCA charts with log-transformed data were demonstrated to express better exclusory authentication results for single malt Scotch whiskies. For blended Scotch whiskies, both PCA and LDA, with log-transformed data, can enhance the discrimination of adulterated samples. As a result, it was verified that PCA with log-transformed data could effectively improve the discriminating power in determining the authenticity of adulterated Scotch whiskies.



Keywords

forensic science, authentication, adulterated Scotch whisky, fermentation congeners, normality test, lognormal distribution, principal component analysis (PCA), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)



TRACKING
RETINA PATH