

刑案現場重建

如何讓

體液

說話

李承龍 / 臺灣警察專科學校刑事警察科助理教授
黃蒞涵 / 工業技術研究院副研究員

摘要

如何讓體液說話，藉以重建事故現場，血清學的研究扮演重要角色，本文主要討論犯罪現場留下的體液(例如:血液、精液、唾液)和污漬，如何鑑定體液種類，並運用於協助犯罪現場的重建工作，其中體液的種類，以人類血液的研究最為普及。鑑識人員經常在重大的犯罪現場中發現各類血跡證據，這些犯罪大多和暴力犯罪有關，例如殺人、強盜、性侵害等重大刑案，有時也會在非暴力犯罪的現場找到血跡證據，以竊盜案為例，竊賊可能不小心被破碎的玻璃割傷時，也會留下血跡。因此，如果犯罪現場留下的血跡或體液，萃取DNA的比對結果可用來與嫌犯比對，則此血跡或體液就成為連結嫌犯和犯罪現場的重要證據。同樣的道理，在嫌犯身上找到含有被害人的血液或其他體液，也是連結被害人、嫌疑犯、犯罪的重要證據。

前言-找不到屍體的命案

民國90年一名女老師失蹤，警方研判可能已遇害，但始終找不到屍體，警方發現其李姓友人曾於女老師失蹤後使用女老師之提款卡，警方隨即將李姓友人列為案件嫌疑人，但李姓友人否認犯案。警方全面搜索李姓友人的車輛及女老師住家，最後透過化學藥劑的顯影下，在李姓友人轎車後座發現血跡；女老師家中浴室地磚也發現有血跡被清洗後的痕跡，雖然此案最終沒有找到女老師屍體，但藉由血液檢測和DNA鑑定的結果，研判女老師留下的血跡量太多，一般情況這樣的流血量足於致死，而推論已經死亡的結論，檢察官以此用殺人罪起訴，最後法院判決無期徒刑定讞。

什麼樣的化學藥劑可以讓清洗過的血液現形?精液、唾液及其他體液又需使用何種化學藥劑進行顯影?如何才能讓體液顯現，轉變成證據可以說話，藉以重建事故現場，本文將由下列八個重點，討論常見之試劑、採樣與檢測事項如下：

1. 判斷現場血跡常用的化學試劑及方法，包含酚酞、無色孔雀綠、四甲基聯苯胺、發光胺、螢光素等五種。
2. 現場初步測試並非百分百確認血液的存在，這些測試結果只能說可能存在血液，但最後仍需利用實驗室的儀器，方可進一步確認。
3. 若是新鮮的血液，採集時應用無菌棉棒或紗布吸附採集，等自然風乾後，才能包裝。
4. 乾燥的血液採集大致可分為擦拭法、剪取法、刮取法及黏取法。
5. 目前於刑案現場判斷是否含有『體液』常使用『多波域光源』檢測。
6. 唾液的標準取樣，以長10公分、寬2公分的白紙，採取嫌犯舌根下之唾液。
7. 分析唾液主要為運用澱粉與碘呈藍色反應的基本原理。
8. 精液的檢測方式有顏色試驗、結晶試驗、精蟲染色法。

鑑識血清學的意義

早在1990年代，DNA技術尚未成熟前，鑑識血清學就已開始利用血液型別來區分鑑定，連結嫌犯、犯罪現場和被害人的關係。近年來，大多數的鑑識實驗室已經不再使用此類的技術，而改用更新且更準確的DNA鑑定方法。

由於血液中可能含有致病的病毒，會傳播肝炎或愛滋病等疾病，所以鑑識人員在採集血跡作為證據之前，應格外謹慎，全程戴手套，鞋套等防護裝備，除需詳實紀錄犯罪現場重要的血跡型態外，並嚴格遵守現場採證安全的相關規定，以確保自身安全。

鑑識血清學運用了很多不同專業的原理和技術，例如：生物化學、血清學、免疫學、血液學、分子生物學，藉以判斷和分離血液及其他體液。當鑑識血清學家看到樣本時，會先思考以下幾個問題：

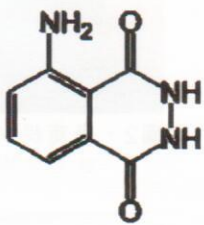
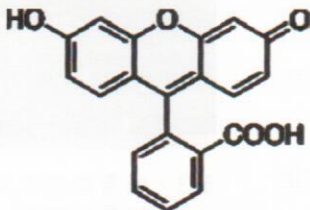
- (1) 這污漬是屬於體液嗎？
- (2) 這是哪一種體液？
- (3) 這體液是來自哪一個物種？
- (4) 這些污漬是否和已知的樣本有相同的血型或DNA資料？
- (5) 我們能否重建證據，找出污漬源自哪裡？

判斷犯罪現場是否有血跡

犯罪現場的微小的血漬並非都可用肉眼看到，且犯罪現場的血液也可能混有其他物質，兇手更可能清理過現場血跡，所以鑑識人員必須用化學檢測的方法，才能判斷犯罪現場是否有血跡的存在。

常見用來檢驗現場血跡的化學試劑共有五種(如下表1)，由於這些試劑對於血液非常的敏感，所以適合用來尋找超微量或清理過的血跡，就算兇手把血跡擦掉，甚至清洗過，這些試劑還是能夠找出殘留的微量血跡。此外，更先進的化學分析法，還可進一步能從現場留下之指紋、汗液殘留物中，分析出嫌犯的飲食習慣、有無抽煙、吸毒、甚至可利用DNA鑑定進一步分析人種、性別等生物特性；也可能從血鞋印的殘留物中，分析出鞋子的材質組成，有助於鞋子的資料庫比對分析。

表1. 常用判斷血跡之化學試劑。

化學試劑種類	判斷方式
酚酞(Phenolphthalein) (Kastle-Meyer)	用紗布沾一下可疑的污漬，加一滴酚酞(Phenolphthalein)和一滴3%過氧化氫(hydrogen peroxide)在紗布上。若污漬內含有血液，紗布會由無色變成紅色。其呈色原理為滴入含有血跡的證物時，雙氧水會被血紅素中的鐵錯離子催化氧化形成不穩定之單氧，此單氧會馬上將無色之還原酚酞氧化成粉紅色之酚酞，產生顏色變化。
無色孔雀綠 (Leucomalachite green)	測試方法同上述酚酞(Phenolphthalein)測試。若污漬內含有血液，紗布會馬上變成藍綠色。
四甲基聯苯胺 (Tetramethylbenzidine)	測試方法同上述無色孔雀綠(Leucomalachite)測試，不同的是呈陽性反應時，紗布會變成深藍色。
發光胺 (Luminol，又稱魯米洛) 	很多人可能在電視的節目或影集看過發光胺(Luminol)測試，發光胺之結構如左圖所示，為一帶有胺基的有機化合物，噴上發光胺後，血液中的鐵離子與過氧化氫反應，在暗處或蓋上暗箱後，可以看到血跡處產生明顯的藍光，發光的亮度會隨時間增加而減弱。
螢光素 (Fluorescin) 	螢光素不含胺基(結構如左圖)，使用時將螢光素(Fluorescin)噴灑於可疑物品上，再於該物品上噴灑 3%過氧化氫的乙醇溶液，接著以多波域光源激發，並搭配濾鏡即可看到血跡。

目前實務檢測血跡的工作，常使用一種改良的發光胺(Luminol)試劑，叫BLUESTAR®潛伏血跡檢測試劑，可以對新鮮的、陳舊的及用清潔劑清洗過的血痕進行檢測。其特點為靈敏度高，發光強，發光持續時間長，尤其對於檢測車禍案件之肇事車輛的血跡檢測最為實用，該試劑無需在完全黑暗的環境下，即可觀察到藍色發光現象，並可對同一血痕進行反覆噴灑，無需使用專用設備即可進行拍攝，更重要的此檢測結果是不會影響DNA的檢測，無毒，操作簡便，其廠商示範使用效果如圖2、圖3所示。該試劑的靈敏度極高，通過肉眼即可檢測出稀釋到1/1000的血痕，無論是否經清潔劑清洗過的細微血痕或血滴，皆可檢測出來。

但這些現場所使用的初步測試，並不能確認是否真有血液的存在，因為這些實驗可能會出現偽陽性反應(表示在現場實際上並沒有血液，但是測試結果卻呈陽性)。所以初步試驗只能告訴鑑識人員，該現場有可能是存在著血液，但鑑識人員應該把可疑污漬送到鑑識實驗室，做進一步的儀器分析和確認，方可確定是否真的含有血液。反之，當測試呈陰性反應時，確實現場沒有血液的結果，但當測試呈陽性反應時，則需要再進行更高標準的測試，如此此證據才能在法庭上被接受。

此外，當化學試劑和疑似血漬反應呈陽性時，只能證明該檢體含有血跡，卻並非一定屬於人類血液，可能來自人、牛、狗等不同的種屬，此時，只能進一步做種屬鑑定，方可確定是否含有人類的血液。實務工作上，採用人類血液測試劑即可在刑案現場快速證實所採驗之血液是否為人血，此試劑的原理係採免疫分析法檢測，藉由偵測動物靈長類血紅素特殊抗原、抗體反應的專一性，此免疫反應，對動物靈長類(包含人類)血極為靈敏，而對非人類之牛、狗、兔、貓、豬、馬、雞、羊、鹿等種屬，其血紅素抗原均呈現陰性反應。



圖1、酚酞法 (Kastle-Meyer 或 Phenolphthalein) 判斷血跡存在與否



圖2、廠商提供在屋內示範檢測潛伏血跡效果的圖片



圖3、廠商提供在車內示範檢測潛伏血跡效果的圖片

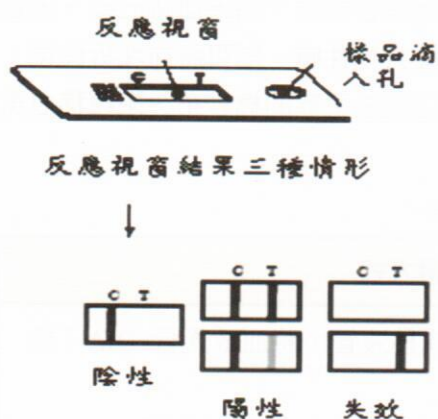


圖4、廠商提供反應結果判讀的圖片

依左圖4、廠商提供反應結果判讀的圖片，說明陽性與陰性反應判讀如下：

一. 陽性反應：出現兩條粉紅色的線條，一條在T(陽性)區域，表示有人血。

二. 陰性反應：若僅在C區域出現一條粉紅色的線條可能有以下兩種狀況：(1)無人血跡。(2)有高於 $500\mu\text{g/mL}$ 或低於 40ng/mL 血紅素。

在T區域無粉紅色線條出現，若懷疑待測血跡濃度高於 $500\mu\text{g/mL}$ 時，應將樣品稀釋1000倍至10000倍後再檢測。參考刑事警察司法醫室的研究報告，有關實務單位在使用此試劑檢測時，需注意事項如下：

1. 保存溫度為 $+4$ 至 30°C 為宜，建議可放置 $+4^{\circ}\text{C}$ 冰箱內保存，並請試劑包裝袋上之保存有效期限。
2. 建議使用微量試管中的溶劑，請勿加入漂白劑或含有SDS溶劑會使檢測試劑失效或僅呈現弱陽性反應。
3. 另正常人類的血液pH值約為 $\text{pH}7.3\sim 7.4$ 之間、正常人類的尿液pH值約為 $\text{pH}5\sim 8$ 之間、一般正常人類唾液pH值為 $5.6\sim 7.6$ 之間，若在檢測之樣本的pH值在5以下導致檢測試劑有偽陽性反應，若pH值在12以上，將會使檢測試劑失去作用。
4. 刑事警察司法醫室曾作新鮮人血檢測稀釋至48000倍時，人血顯示線仍明確能確定為人血，檢測時注意若懷疑有濃度高於 $500\mu\text{g/mL}$ 時，應將樣品稀釋1000倍至10000倍後再行檢測。
5. 請注意另外此試劑係檢測人類血紅素特殊抗原，請注意人血有可能存在人類其他體液中，如尿液、唾液等。

現場血液證據的收集

在犯罪現場發現的各類血液證據，均需小心採集及保存，避免相互感染或遭受污染，鑑識人員也應穿著實驗衣、手套、口罩及護眼罩等防護措施，方可著手採證。另外，到達現場時，應盡量在血液凝固前開始進行收集，表2列出在犯罪現場收集血液的常見方法。

一般而言，如果衣物上的血跡還沒乾，應使其自然風乾後，再以乾淨的紙張包裝。生物跡

證若有溼氣，常會導致腐敗和變性，所以決不能裝在塑膠或密閉容器內；如果血跡已乾，則連同沾有血跡的小物件，盡快送到鑑識實驗室；如果血跡凝固在大物件時，則可將血塊拆碎後，轉移放到紙上包裝後再送驗，或用生理食鹽水（或蒸餾水）沾濕後甩乾的棉紗布，來轉移血斑蒐集。

表2、在犯罪現場蒐集血跡的方法。

血液狀態	蒐集採證方式
新鮮血液	1. 若血液量多，使用皮下注射器或移液管，將血放入含EDTA（抗凝血劑）玻璃瓶。 2. 若血液量少，使用棉紗布或無菌棉棒吸附，風乾後送驗。
活體的全血	抽兩管血：一管含有EDTA（抗凝血劑），另一管不含EDTA（抗凝血劑），冷藏並立即送到實驗室。
乾燥的血液	1. 擦拭法：用已沾濕之棉棒擦拭血斑後，將綿棒風乾。 2. 剪取法：若血液沾在可剪開的物體上，則採此法。 3. 刮取法：以無菌的尖銳器具輕刮，將血跡刮入乾淨紙張，包裝收集。 4. 黏取法：以明膠貼紙或指紋膠帶，於血跡處沾黏取樣，但注意手不可碰觸膠帶的黏貼面。
硬化成痂狀	1. 將碎裂血塊，放入玻璃瓶。 2. 將碎裂血塊放置於紙上，摺疊倒入信封。 3. 用膠帶從表面黏起，另收集鄰近材質做為檢驗用。
刀子、石頭血跡	整個物件送驗，而不採樣。
地毯(織物)	1. 剪下並送驗。 2. 未沾染的部分也要蒐集檢驗，當對照組。
牆上血跡 或極小血跡	1. 沾濕無菌的棉花，擦拭血跡直到棉花染紅或棕色，再風乾。 2. 膠帶黏貼法。
大血跡	大血跡
衣物	室溫風乾，避免日照，將每一物件分別置放於不同紙袋子，以U型釘固定，不能使用塑膠袋。

血液樣品的檢驗與分析

在犯罪現場採集到初步確認之可疑血斑後，應盡早轉送到鑑識實驗室進行一系列不同目的之鑑定工作。首先，樣本應先確定可疑之斑跡是否為血跡，其鑑定方式是採用和犯罪現場相同的初步檢測試劑。再者，要證明為人血，則需通過人類的種屬鑑定，用免疫沉澱測試法來檢測，所以現場發現疑似的血斑，需先通過初步檢測後，再展開鑑定的是人血的測試，最後才進行人別鑑定，即利用DNA鑑定，比對DNA資料庫即可得知血斑是誰留下的。

其他體液的檢測及分析

目前在刑案現場判斷是否含有其他體液的光學檢測方式，大多使用「多波域光源器(ALS)」，ALS不僅常用來偵測血液或體液，還可用來協助偵測現場的部份微物跡證，例如：纖維、指紋、射擊殘跡、傷口等皆可透過ALS偵測出。其原理是利用特定波長的光源，與不同的體液作用，會產出不同光譜的螢光，但須透過濾光鏡才可以讓肉眼觀察到該螢光的結果。但ALS也可利用非螢光反應偵測跡證，例如：未受化學試劑處理的血斑。

(一) 唾液：

經常在電影或影集中，看到鑑識人員將棉花棒伸入嫌犯的口中，採取嫌犯的唾液，以便與現場的證據比對，其正確的採取方式為使用長10公分、寬2公分的白紙，採取嫌

犯舌根下之唾液。而澱粉會與碘產生澱粉-碘錯合物，該錯合物內部的碘原子又會形成一種直線形的多碘離子鏈，因此呈現藍色。由於唾液中含有澱粉酶，能將澱粉分解為糖，此時遇碘不再顯藍色。此方法係實務上常用碘檢測，來鑑定是否為唾液的原理，若需更進一步確認唾液為何人所有，則需進行DNA的萃取和分析，而所採樣的檢體應為口腔細胞，而非唾液，需特別留意。

(二) 精液：

在性侵案件中，精液的鑑定，通常是最重要且關鍵的證據之一，在犯罪現場可使用紫外光(UV)或多波率光源器(ALS)搜尋乾燥的精液，加以採集。當鑑識人員著手分析精液時，通常以精液中較特殊的成分為分析對象，例如：膽鹼(Choline)、精胺(Spermine)、鋅離子及其他特殊酵素。對疑似精斑的檢體需考慮下列問題：可疑斑痕是否為精斑？若是精斑，要確認精斑的是屬何人所有？其檢驗步驟和檢測血斑雷同，包含肉眼觀察、初步檢測、確認試驗、種屬鑑定和最後的DNA鑑定，實務上常見用來要確認是否為精液的檢測方法主要有下列三種：

1. 顏色試驗

利用化學藥劑與精液中的酸性磷酸酶(Acid Phosphatase, ACP)產生反應，並使顏色發生變化，呈現藍綠色則表示為精液。

2. 結晶試驗

常用的結晶試驗分為碘化鉀-碘結晶試驗(Florence結晶試驗)法及苦味酸結晶試驗(Barberio結晶試驗)法。Florence法將化

學藥劑加入精液中，檢驗是否含有膽鹼(精液中的特殊成分)，若有暗褐色結晶則為精液；苦味酸結晶試驗法同碘化鉀-碘結晶試驗法，亦須加入化學藥劑，但須於100X之顯微鏡下觀察其是否有結晶存在。

3. 精蟲染色法

檢出精蟲是認定精斑最簡便、最可靠的方法，不需要特殊試劑和儀器。精蟲具有典型而穩定的形態，不易受其他因素影響而改變。在顯微鏡下觀察到典型精蟲，即能確證為人精斑。精斑中的精蟲形態相當穩定，十餘年的陳舊精斑也可能查見。顯微鏡下觀察精蟲是無色的，通常精蟲頭部有折光，尾部很細，而塗片觀察的結果，常見精蟲的頭部和尾分離。只要檢視出典型的精蟲頭，即可確證精斑。為觀察其是否有精蟲存在，須先將精蟲染色，以便於觀察。國外案例說明體液跡證的現場重建

國外案例說明體液跡證的現場重建

美國康乃狄克州橋港警察局接獲女子塔米的報案，報案的內容與其失蹤的男朋友艾力克斯有關，她向警方表示艾力克斯替一名叫湯瑪士的人收帳，有一次塔米不小心聽到艾力克斯向父親表示，希望能利用認罪協商來逃離非法討債的困境，警方得知艾力克斯最後的穿著為灰色跳傘連身裝和一雙古怪風格的運動鞋。

當調查人員查訪湯瑪士時，發現他是FBI（聯邦調查局）付費的線民身份，有關艾力克斯失蹤一案湯瑪士則表示不知情，

且當艾力克斯失蹤後一個月，湯瑪士的其他工作夥伴也陸續失蹤。調查人員輾轉找到湯瑪士的親密好友尼可拉斯時，他告訴警方湯瑪士曾跟他坦承殺害艾力克斯，棄屍在附近船塢水中，並盜領艾力克斯的帳戶。然而，這些資訊還不足讓調查人員有足夠的證據，可成功申請搜索票，更別說要控告湯瑪士。為了控告湯瑪士，警方必需找到艾力克斯的屍體。結果，警方總共花了半年多的時間，並且派出潛水人員與聲納搜索裝備，但是並未找到任何屍體。

事隔一年後，有位婦人和女兒在岸邊散步時，在沙灘上發現了一雙舊運動鞋，婦人發現鞋子內有一隻襪子和一些骨頭碎片，她便向警方報案，一位調查人員突然想起了塔米對於艾力克斯鞋子的敘述。後來，證實那是艾力克斯失蹤前所穿的鞋子。有了死者鞋子和屍體證據的支持，橋港警方請求鑑識專家李昌鈺博士協助調查。

李昌鈺博士指揮鑑識人員搜索車庫，他推測若是艾力克斯在車庫被殺害的話，血跡將會散佈整個牆壁、甚至天花板。儘管車庫最近才剛被油漆過，李昌鈺博士嘗試在牆上噴上發光胺(Luminol，會顯示潛伏血斑的化學藥劑)，試圖找尋任何可能的血跡證據，很幸運的發現發光胺在牆上顯示微弱的反應，李博士也從樓層間的木板取得一些碎片，這些碎片上面也同樣出現血跡反應。另外，李博士也從湯瑪士的貨車零件中發現了血跡反應，最後，將車庫和車上所得到的血跡，與鞋子中的骨頭碎片作比對，發現DNA符合，因此斷定艾力克斯在此車庫遇害，並

重建出嫌犯利用此車運屍的過程，因此，檢方控告湯瑪士一級謀殺的罪名。

開庭時，李博士向陪審團解釋這些體液證據的檢測原理，並說明犯罪現場重建的結果，經過雙方激烈的辯論後，陪審團宣判湯瑪士一級謀殺罪名成立。湯瑪士將在監獄裡度過他的餘生，且不能被假釋。

小結

許多的犯罪現場都會留下體液或乾燥的污漬(例如:血液、精液、唾液)，此類跡證的鑑定與分析研判，有其重要性，早期的鑑識血清學因應而生，為一門跨領域的專業，其中包含不同的原理和技術，例如:生物化學、血清學、免疫學、血液學、分子生物學等。

現場鑑識人員在犯罪現場，需勘驗微量的體液污漬時，常因為無法用肉眼直接觀察，且犯罪現場的體液也可能混合其他雜質，所以常運用多波域光源器 (ALS)從事初步的觀察和篩選，再以化學檢測的方法，來判斷現場是否有體液或污漬。有關體液跡證的鑑定中，又以血液的研究最為完整，常用的化學試劑分別有酚酞、無色孔雀綠、四甲基聯苯胺、發光胺及螢光素等五種。由於這些試劑對於血液十分敏感，只要是含有微量的血跡，縱使現場曾清洗過，仍可透過試劑找出殘留的微量血跡。其他體液的判斷方式，也常使用「多波域光源器 (ALS)」搜尋，利用特定波長的光源，與不同體液產生螢光反應偵測。對於發現可疑的乾燥精液，則以分析膽鹼 (Choline)、精胺 (Spermine)、鋅離子或其他特殊酵素等進行

分析與確認。

本文前言與最後一段所提之國內、外案例，相互呼應，均為利用體液證據，協助犯罪現場調查和重建工作，尤其對於找不到屍體的命案，完成最終重建的結果，除有助於警方偵辦案件的需求外，也可說服法官藉以認定犯罪事實，釐清犯罪真相的目的，所扮演的角色與作為，可供國人偵查案件之參考。FACT

參考文獻

- [1]Lee, H. C., Taft, G. M., and Taylor, K. A. Forensic Science Today, Lawyers & Judges Pub Co.,2006。
- [2]李昌鈺、提姆西·龐巴、瑪利林·米勒，犯罪現場，城邦文化事業公司，2005。
- [3]蔡麗琴，鑑識血清學，李昌鈺博士物證科學教育基金會，2011。
- [4]吳芳親、吳國權、鄭家賢，赴美參加2006年國際鑑識學會第91屆年會之心得報告，法務部調查局，2006。
- [5]駱宜安，刑事鑑識概要與採證要領，台灣警察專科學校，2002。
- [6]Dakota Boswell , Forensic serology, <http://www.slideshare.net/dfboswell22/forensic-serology-20680063> (accessed on 2012/02/24)
- [7]台灣鑑識科技有限公司，人類血液測試劑，<http://somo.tw/ffat/wp-content/uploads/2013/10/test-9.pdf> (accessed on 2012/02/24)