

## DNA 鑑定系統

摘自成大法醫學系網站

它一般可分為二大類：一是 RFLP 系統(restriction fragment length polymorphism, 限制性片段長度多型性), 另一是 PCR 系統(polymerase chain reaction, 聚合酶連鎖反應型)。RFLP 之基因變異性高, 但十分費時, 檢體必需大量為其缺點; 而 PCR 基因變異性低, 方法簡單快速且適用微量和裂解之檢體, 在犯罪鑑定應用上較廣。這二種方法中以 RFLP 開發較早, 因此, 早期國外 DNA 鑑定都以 RFLP 系統為主, 直到 1990 年 PCR 系統的大量高變異 DNA 被發現後, 藉著 PCR 鑑定法的優點, 幾乎所有新設的 DNA 實驗室都採用 PCR 系統進行鑑定。在台灣除了馬階院早期使用三個 DNA 探針的單基因 RFLP 鑑定系統進行親子鑑定外, RFLP 鑑定法尚未運用在刑事案件上。因此, PCR 系統的 DNA 鑑定幾乎是國內所有 DNA 實驗室的共同方法。至於以 PCR 系統可以鑑定的 DNA 又可分成二類：一類是鹼基多型, 即 DNA 片段的差異發生在鹼基的改變, 如二條 DNA 片段長度相同, 但其中 DNA 序列的重複單位之重複次數上, 造成重複次數多的 DNA 片段其長度比較長, 重複次數少的 DNA 片段其長度比較短。第二類的長度多型又依重複單位之鹼基對數目的多寡分為 VNTR(variable number of tandem repeat 重複次數多型)和 STR(short tandem repeat 短重覆多型)二種 DNA 變異類型。VNTR 和 STR 的區別在前者重複單位的鹼基數目約在十個以上, 後者則大多在五個以下。

在人類約三十億鹼基對的 DNA 中, 具有變異的 DNA 相當多, 其中適合 PCR 系統鑑定的高變異 DNA 也不少, 但考量時間的長短, 經費和人力因素下, 事實上, 不可能將此成千上萬個變異 DNA 全部都鑑定出來。可行的做法是鑑定其中一部分高變異 DNA, 計算這些 DNA 型的發生頻率, 作為是否獨一無二之研判依據。目前常見的 PCR 鑑定系統基因有鹼基多型的 HLA DQA1, LDLR(LOW Density Lipoprotein), GYPA(Glycoprotein A), HBGG(Hemoglobin G Gammaglobin), D7S8 和 GC(Group Specific Component)基因, 長度多型之 VNTR 類的 D1S80 基因位和長度多型之 STR 類的 D3S1358, vWA, FGA, TH01, TPOX, CSF1PO, CSF1PO, D5S818, D13S317 和 D7S820 基因位。實務上使用的 PCR 鑑定方法都是商業劑, 有必備試劑均已預配製完成, 鑑定時只需要加入證物 DNA, 即可進複製反應, 鑑定分析方面也已由儀器自動控制, 幾乎無人為操作的誤差。尤其 PCR 複製鑑定法所鑑定的對偶基因屬於獨立式對偶基因型(discrete allele), 因此可精確鑑定出基因型, 在對偶基因型的研判上,

並無人為判斷誤差之可能。在生物學上對具有功能的一 DNA 稱為基因，對未知功能或不具功能但和基因具有相同的遺傳模式之一段 DNA，則以該 DNA 所存在的染色體位址稱呼。，特定命名為基因位 (Locus)。刑事 DNA 所選取的多型 DNA 大都不具功能，以避免因自然淘汰引起族群遺傳學上的統計誤差。在多型基因(位)鑑定中，由於染色體是成對的，因此，如果一基因(位)在二條相對染色體上的 DNA 分子組成形態相同時，稱為同型合子(homozygote)，如果不相同，則為異型合子(heterozygote)，這些在一個基因(位)內許多可能的組成形態稱為對偶基因或對偶基因型，為基因(位)中成對存在的基因模式，在相對染色體上二個對偶基因型的組合，就是該基因(位)的基因型(genotype)。一個多型基因(位)在族群中，可能存在二個或二個以上的對偶基因型，有時可達數百或數千對偶基因型。個體基因型的形成即是在這對偶基因型中，隨機可重複的選取二個偶基因型的組合而成。以 ABO 血型基因之基因型為例，對偶基因型有三個，A, B 和 O，基因型 AA, AO, BB, BO, AB, 及 OO 六種;以 STR 之 D7S820 基因位為例，對偶基因型在國人有七個，8, 9, 10, 11, 12, 13, 和 14，互相配對起來的基因型就多達二十八種(註：數字化對偶基因型示變異的 DNA 是屬於長度多型且數目代表重複單位之重複次數)。在採用某基因進行 DNA 比對前，必須先建立此基因之族群數據及此基因在該群中出現了哪些對偶基因型，每一對偶基因型的發生頻率和每一基因型之發生頻率，並檢驗此抽樣所得數據是否足以代表母群體，及預期誤差範圍和信賴係數。經由族群數據可以預期以某一基因進行鑑定比對時，在某一族群中機選取的二個人其基因型相符的理論機率。

一般而言，對偶基因型愈多且每一對偶基因型發生率愈平均的基因，隨機二人擁有相同基因型的機率愈低。如果把 DNA 實驗室中不連鎖而相互獨立遺傳的多型基因鑑定所獲得的基因型的理論相符率相乘的結果，將是使用這些基因系統在人別鑑定時，隨機二人基因型組合相符的理論機率值。對個案而言，將所有鑑定出的基因型依乘積法則把所有發生率相乘結果，就代表這個基因型組合在此族群的發生機率。

目前國內刑事 DNA 實驗室所鑑定的上述十六種基因，若扣每個基因的基因型數目相乘，則可組成約  $3 \times 10^{20}$ (約二百億相乘的值)個基因型組合，其理論相符率約為 1 : 1000000000000000(一百萬億人口才出現一人)。雖然這些數字大得非常嚇人，但實際上這些組合中存在許多未曾出現的罕見型和常見型，許多罕見型因抽樣數目不夠大而未知其數，常見型的發生率則比理論發生率高許多。因此，發生率的估計必須依個案基因型組合來決定，但個案發生率是否真的已低到達

世上獨一無二的程度，則只能以統計數字來推論，提供法庭參考其化證物做最後的判斷。

目前應用情形：

由於 DNA 鑑定和傳統之血清學鑑定相較具有 DNA 檢體較穩定，DNA 檢體較多樣化，DNA 變異性較高，DNA 鑑定靈敏度較高和 DNA 鑑定結果可信度較高等優點。因此，所有血清學鑑定的應用範圍，不僅 DNA 鑑定都可適用，而且更能大幅提高生物跡證的證據價值，以下出常見之刑事應用及未來可能應用的方向。

(1) 性侵害案鑑定：

性侵害案件是生物跡證出現機率最高的案件，也是最需要被害人配合保全或提供證物的案件。目前此類案件已有〈疑似性侵害案件證物蒐證袋〉提供醫護人員，在被害人身上有系統的蒐集嫌犯遺留的物證。對犯罪現場，則由警察進行搜證勘查，搜尋嫌犯所有可能遺留的跡證。證物和嫌犯 DNA 比對建檔，將是性侵害案件偵查的重要工作之一。

(2) 親子鑑定：

個體細胞之源為受精卵，受精卵之染色體為精子和卵子各攜帶單套染色體組成。因此，子代 DNA 之基因型為父親 DNA 之基因半型和母親 DNA 之基因半型所組成，完全符合孟得爾之遺傳定律。因此，鑑定 DNA 型，可以精確地判定親子關係，這是鑑定傳統血型血清蛋白質型或血球酵素型所不能及的，也是目前鑑定手指指紋所無法獲得的訊息。

(3) 命案鑑定：

命案是暴力犯罪傷害最嚴重的一種，在這類案件中，血液體液毛髮組織體骨等生物跡證都是可以進行 DNA 鑑定的重要證物。尤其血液在命案現場更是常見，但也是最可能疏忽的證物，因為可能主觀上判定是被害者的血，也有可能沾染在嫌犯身上，他日若能在嫌犯身上或住處找出血跡，鑑定其來源並和被害人之 DNA 交叉比對，則可能成為證明犯罪之鐵證，絕不可輕忽，更何況尚未鑑定更不能武斷認為現場的血都是屬於被害者的血。命案現場的血跡也可能有兇手受傷的血或是和被害人掙扎打鬥時抓下兇手的身體組織皮膚等等，這些證物都可用來證明並找出真正命案當時有誰在現場，誰的嫌疑最大。

(4) 大型災難罹難者之身分鑑定：

大型災難罹難者身分鑑定在目前的科技中仍以指紋為最優先的方式，但對無指紋檔案者(如小孩和婦女)或缺少指紋之殘骸，則身體特徵(如性別身高髮型牙齒疤痕刺青等和身上配件(如身分證件信用卡衣物手錶配飾等)都是良好的辨識方法，這些特徵可由家屬法醫或法

牙醫輕易的辨識出來。然而，對於類似華航空難那種支離破碎或燒焦烤黑的空難屍體或被放火燒車或是自焚等事件，則難以用以上的方式來辨識。因為指紋特徵僅存在手指最末關節上；血清學的血型鑑定在交互汙染的屍塊血漬中，無法提供正確的結果；性別特徵並不會表現在每一個殘骸之上；牙齒特徵檔案在國內並未普遍，且牙齒只在尋獲頭顱使得鑑定；身體外貌特徵在破碎屍塊也難以辨識。此時，DNA 鑑定不僅可以取得基本的性別和血型資料，也可獲得鑑定身分所需的 DNA 型。因此，不論個體被損壞或支離的程度，只要收集到所有的殘骸，相同 DNA 型的殘骸將可組成一個個體，若有生 DNA 檢體供比對，可迅速辨識出身分，或由親屬 DNA 鑑定也可推斷殘骸的身分，尤其在已知身份範圍中的空難檢體，DNA 鑑定的可靠性更高。

#### (5) 生物犯罪鑑定：

在犯罪現場中，除了屬於人類的生物跡證之外，只要能證明犯罪發生，證明嫌犯和犯罪現場或被害人的關係，或協助研判犯罪發生的時間，地點的生物檢體，都應採取做化驗。此外，以生物體為犯罪工具或犯罪對象的案件也是 DNA 鑑定未來可能的應用之一，例如美國一位愛滋帶原者牙醫師把愛滋病毒傳染給病患的案例，可能是許多未曾被發現的生物犯中較受矚目者。另外，集體食物中毒，養殖場內動物集體染病死亡，植物病蟲害的蔓延等，都有可能和生物犯罪有關，未來具有使用 DNA 鑑定的方法來協助偵查。

#### (6) 財產鑑定：

由於以 PCR 進行 DNA 鑑定僅需要微量的 DNA，因此，許多訂做 DNA 或個人 DNA 已被用來作為個人財產的證明標記。例如把 DNA 塗在珍貴的珠寶或骨字畫的隱密處，以備未來鑑定這些財產所有者身分之用，為 DNA 鑑定科技使用在財產保護上的另類運用。(真是聰明的想法啊!)

#### DNA 鑑定真的無懈可擊嗎？

人類辦案每經一新的突破或新式的辦案技巧的發明都為社會公理正義打了一劑強心針，彷彿為執法人員多加了一門法寶，但 DNA 它真的是萬無一失的嗎？它真的能用來十足地做呈堂證據嗎？明白的說，自 1987 年英國基因學家傑佛瑞以新發明的 DNA 鑑定科技，幫助警方破獲一宗令人髮指的姦殺懸案。自此，短短的十餘年間，它已讓多少歹徒無所盾形地俯首認罪，它不但成為犯罪和刑罰史上的今日之星，更註定成為明日的當紅炸子雞。然而，百密也必有一疏地，我們要確定檢體本身無誤，檢驗程序無誤，數據判讀無誤，證據評價無誤，才能定案嫌犯是否有涉案的可能。在名人李昌鈺士的口述自傳《神探李昌鈺破案實錄》裡，有一個案例是一別棕櫚強姦案---適足以說明 DNA

並非破案的萬靈丹。1991年春天，威廉·史密斯被控強姦派翠西亞·鮑曼。威廉乃曾是美國第一家族，即赫赫有名的甘迺迪家族第三代，為現仍活躍政壇的國會議員愛德華·甘迺迪外甥。甘家的緋聞，本來就是美國媒體的最愛，此一強姦疑案，理所當然成為各大媒體的八卦頭條新聞。據說，威廉和派翠西亞邂逅於棕櫚灘的一家酒吧，當日，二人回到附近甘家別墅的海灘散步，隨後二人發生關係，到此為止二人說詞並無盾。然而，威廉聲稱做愛是二情相悅，派翠西亞則指稱散步時，威廉突然脫掉衣服要和她做愛，她拒絕並轉身逃離，但是他追上來，將她推倒在水泥地上，她奮力掙扎，趁隙脫逃，但但是威廉窮追不放，最後被他按倒在草地上暴了長達十五分鐘之久。雖然，雙方都不否認曾經發生過性關係，只對於男方是否使用暴力強迫女方性交一點有所爭執。然而，檢方卻把重點放在殘存精液的分析上，忽略找尋任何顯示強迫行為的證據，最後化驗的結果雖然發現到DNA比對和威廉符合，但對案情的釐清根本一點幫助也沒。有辯方的專家證人李昌鈺則把重心放在證物上是否有微物轉移的痕跡，因為若女方說詞為真，則必定會留下諸如水泥青草及泥土擦痕等等微量物轉換痕跡，用高倍顯微鏡即可清楚辨識。然而，證物上完全無此跡象，這表示他們既沒有在草地上待過，也沒有在水泥地上掙扎過！陪審團最後一致裁決威廉的強暴罪名不成立。所以，我們值得深思一個問題~DNA鑑定能挑戰法律傳統的辦案方式嗎？我們只能說，這一科技為法律辦案增加了判斷的工具和方式，但不能完全的信賴它，要用得適得其所適得其時。畢竟我們仍是處在個人治的時代，狡猾的律師和被告也深知DNA的威力和極限，因此，很有可能他們會著鑑定報告而調整辯詞，面對證據確鑿的DNA報告時，他們通常會丟出燙手山芋，從原的認發生性關係改口為性關係經過對方的同意。不論此一例或其它的案件，可看出DNA鑑定有時反而會影響辯方的答辯模式以及明辨是非公理的那把尺。

總之，DNA鑑定雖為證物個化的偉大成就，但也只能建立嫌犯和犯罪事實之間的某個關聯性而已，如果對此有所誤解，而忽略其他據及分析言些其他證據的鑑定科技，則DNA鑑定不見得是摘奸發伏的工具。科學不是萬能，在錯綜複雜的辦案中，最重要的還是辦案人員二耳之間的東西才是根本辦案的一切。法醫身處刑警及醫事鑑定技術人員的雙重角色上，如何扮演好這一個角色，的確是件不容易的事，需要十足的辦案經驗和功力，以及多方面性的思考方式，才能當個好的現代包青天。