

人類的費洛蒙

異性相吸的道理

林金盾

國立臺灣師範大學 生物學系

前言

費洛蒙是英文 pheromone 的音譯字，意思是指一種由動物體分泌出來且具有揮發性的化學物質，它可使同種的動物在不同個體之間，透過嗅覺的作用而傳遞訊息，產生行為或生理上的變化（Karlson and Luscher, 1959）。這種化學物質由外分泌腺（exocrine gland）所分泌，分子很小，可隨風飄逸再藉空氣流動快速的傳播到各處去。

費洛蒙和賀爾蒙（hormone）不同。賀爾蒙是由內分泌腺（endocrine gland）所分泌，分子很大，須藉血液循環運輸，在同一個體的器官或細胞產生作用。但費洛蒙和賀爾蒙二者有許多相同的地方，例如都是化學物質、都須經由受體（receptor）的結合和辨識才能發生作用、都具有訊息溝通的功能、都在極微量的濃度下就有很強的反應等特性。

個體之間的溝通方式有很多種，其中利用嗅覺訊息的溝通，對動物而言是很普遍的一種，但是對人類而言，有其他更有效的方式溝通使嗅覺變為較不重要，因而不受重視。昆蟲最常利用費洛蒙來表達『警報（alarm）』、『勢力圈設定（territorial marking）』、『性的接受度（sexual receptivity）』、『性別（gender）』或『年齡（age）』等訊息，甚至於用在維持社會階級中

的「權利」，例如蜂群中的女王蜂就會利用費洛蒙來興奮「同胞姊妹」工蜂的行為，一方面逼迫她們不斷的築巢、育幼、覓食、護王等無怨無悔地努力工作；另一方面又抑制工蜂性腺的發育、促其喪失生殖能力，所以工蜂既不能成為女王蜂，也不能產卵，自然就沒有後代，這完全是依賴女王蜂分泌的費洛蒙來掌控蜂群的結果。

相傳幾千年前，嫫祖就發現養蠶抽絲的方法而鼓勵百姓種桑養蠶，抽絲剝繭製作衣物，而且很早就知道，蠶蛾不論雌雄都長翅，但卻不會飛行。也許中國人較重視經濟價值，輕視學術研究，所以幾千年來都知道「天生我才必有用」，卻始終沒有人研究蠶蛾的翅不用於飛行，到底用於何處？小學時代養過「蠶寶寶」的人都知道，雌雄蠶蛾交尾之前，雄蠶蛾會拼命地振動雙翅然後摸索一陣子，才找到雌蛾進行交尾。現在已經知道，蠶蛾的交配行為幾乎不靠視覺，即使是在黑暗的環境下，雄蠶蛾靠著振翅的結果也能順利找到雌蠶蛾。可是，如果在交尾之前先將雄蠶蛾的雙翅剪掉，它就找不到雌蠶蛾了，這是為什麼呢？雄蠶蛾振翅有目的嗎？

試試看，先將雄蠶蛾單獨放在培養皿中，待雄蠶蛾振翅的時候，點一支香讓煙霧靠近它，就可以觀察到煙霧飄動的方向，而

發現雄蠶蛾振翅的目的在於鼓動空氣。振翅的結果使附近的空氣構成漩渦式流動，煙霧會由雄蠶蛾頭頂的前方經過頭頂流向後方。換言之，振翅有利於空氣流經雄蠶蛾頭頂上一對很發達的羽狀觸角。雄蠶蛾的觸角比雌蠶蛾發達，由蛹羽化出來就能夠用於偵測雌蠶蛾分泌的費洛蒙，進而知道雌蠶蛾的位置和尾部的方向。後來國外學者研究的結果，證明了雌蠶蛾一羽化出來就從尾部放出一種化學物質，引誘雄蠶蛾靠近而交尾，因此將這種吸引異性的化學物質，稱為性費洛蒙 (sex pheromone)。

最早證明昆蟲性費洛蒙化學成份的學者是慕尼黑大學的教授亞多福·部提蘭德 (Adolf Butenandt)。他歷時三十年的努力，在 1959 年以德文發表雌蠶蛾分泌性費洛蒙的研究成果，共用 500,000 隻的處女蠶蛾 (*Bombyx mori*) 才萃取出十二毫克的性費洛蒙 (Evans, 1984)，詳細分析後證明其化學成份為 (E, Z)-10, 12-hexadecadienol。

哺乳動物的費洛蒙

哺乳動物也有費洛蒙的分泌和作用，例如老鼠和狗的尿液或糞便中，都含有吸引異性的性費洛蒙。哺乳動物的子宮內膜可因生殖的目的，產生週期性的變化，對人類而言稱為月經週期 (menstrual cycle)，每週期的日數約為 28 天。對其他哺乳動物 (如白老鼠) 而言稱為動情週期 (estrous cycle)，每週期的日數約為 4-5 天。

惠甜 (Whitten, 1957) 最早用實驗方法證明哺乳動物的性費洛蒙功能。他將雌性小

白鼠單獨分籠飼養時，雌小白鼠的動情週期約為 4-5 天，每個週期都十分規律。但是，將雌小白鼠和雄小白鼠養在一起時，發現其動情週期的日數會縮短為 3-4 天一個週期。後來，又將雌雄小白鼠分開養於不同的籠子，但是兩個籠子十分靠近，居然也發現有動情週期縮短的現象。不久，又發現只要將雌小白鼠暴露在噴灑雄小白鼠尿液的環境中，就會出現動情週期縮短的現象。惠甜認為這個結果，可能是空氣中傳播著某種化學物質，才會縮短雌小白鼠的動情週期。經過長期的實驗，最後發現雄小白鼠的尿中含有一種特殊的化學物質 (稱為性費洛蒙)，可以抑制雌性個體的動情週期，而使之縮短。今日的學者將這種現象稱為惠甜效應 (Whitten effect)。

1984 年科學家 (McClintock, 1984) 發現利用雌小白鼠尿中的性費洛蒙，也可以改變其他雌小白鼠的性週期，而且有明顯的效應。實驗證明在排卵前分泌的性費洛蒙，會縮短其他雌小白鼠的性週期日數，而在排卵後分泌的費洛蒙，則有相反的作用。

這些結果不僅證明哺乳動物和昆蟲一樣，也會分泌費洛蒙，而且費洛蒙不只誘導雌雄在一起，也影響異性或同性的生理變化 (如動情週期日數的縮短等) 或行為改變 (樂於接受交配等)。哺乳動物的費洛蒙分泌之後，可隨著汗液或尿液離開身體，而散發於空氣中，再以氣味的方式刺激同類的嗅覺，引起其生理或行為的變化，這些現象已經成為不爭的事實。人類屬於哺乳動物也會排汗和排尿，而女性的子宮內膜也會隨著生殖週

期（月經週期）而變化。那麼人類到底有沒有費洛蒙？這始終是個若有若無的問題。

人類的費洛蒙

有些學者相信人類和其他動物一樣，也

能分泌費洛蒙來影響行為，這個觀念在 1970 年代才首次被提出。這是根據一次大規模的調查某大學的女學生，發現她們月經週期的日數和排經的日數，居然和男友約會的次數有關（表一）。

表一：和男友約會的頻率影響月經週期的長短和每回排經的日數（McClintock, 1971）

約會頻率（次數/星期）	月經週期（天）	排經日數（天）
0 2 (n=56)	30.0 ±3.9*	5.0 ±1.1(ns)
3 7 (n=31)	28.5 ±2.9*	4.8 ±1.2(ns)

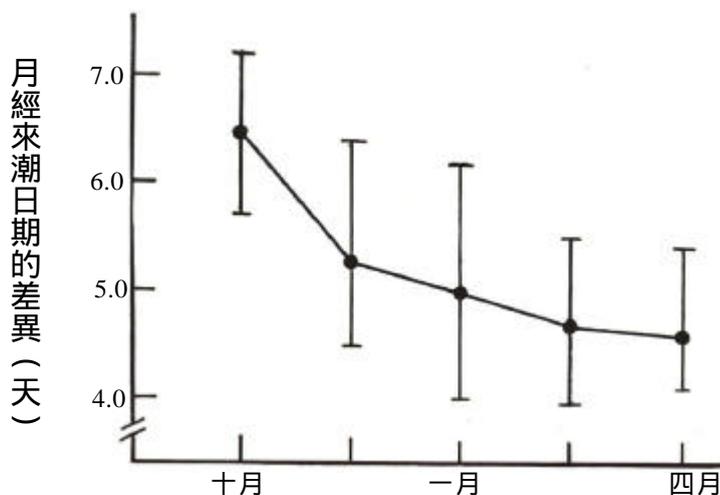
n：接受調查的人數

*： $p < 0.05$ 兩組間具有顯著差異

ns： $p > 0.05$ 兩組間不具有顯著差異

由表一的數據顯示，和男友約會頻率較低的女學生，其月經週期的日數比頻率較高的女學生長 1.5 天，在統計上具有顯著差異（ $p < 0.05$ ），但是對排經日數而言，都是 5 天左右，兩組之間在統計上沒有顯著差異（ $p > 0.05$ ）。這個結果引起多數學者的注意，好像人類也有惠甜效應存在。然而，青年男女之間是否也和白老鼠一樣，可藉著空氣傳播某種化學物質，而引起縮短月經週期日期的效應呢？

另一個調查住在同一寢室的女學生，也發現每個月之月經來潮日期有逐漸接近的趨勢，尤其是住在同一寢室又是「死黨」的女學生，月經來潮的日期更為接近。這個調查是從開學不久，學生放完暑假由不同地方返校住進宿舍起，一直接受調查共約半年期間的月經週期變化。換言之，從當年的十月份剛開學起，一直調查並記錄到翌年四月的住校期間，調查期間女學生的月經來潮日期越來越接近，而且趨勢越明顯（圖一）。



圖一：從十月到翌年四月的住校期間，同寢室的女學生每個月之月經來潮日期的差異性變化圖。由十月到翌年二月底的變化較明顯，二月底到四月的變化呈穩定狀態（McClintock, 1971）。

利用女學生月經週期的日數為指標的調查研究，發現青年男女之間（包括男生對女生或女生對女生）相互都有某種程度的影響。這些研究結果，暗示著人類也會透過費洛蒙的作用進行嗅覺訊息的溝通。不久，類似的報導時有所聞，但都缺乏直接的證據（Sobel et al., 1999），例如曾有報導指出某生理學家，曾經為二十九位患有頑固性月經不調的女性進行過一次特殊的實驗。先讓這些受試者連續半年以上無意間聞得到一般男性穿過的內衣，一年後的結果發現部份病人的月經週期，有逐漸恢復正常的現象。小兒科期刊也曾報導，如果常將母親的內衣和嬰兒的內衣放在一起，使嬰兒穿上染有「媽媽味道」的內衣時，這些嬰兒較容易安然入睡。有一隊共十個人組成赴南極考察的澳國男性科學家，在考察期間曾經有一段時期個個情緒低落，容易焦慮煩躁，甚至失眠健忘，服用多種藥物都無濟於事。後來有一位生理學家大膽的假設和小心的驗證，進而要求政府派出四位女科學家定期前往考察站訪問。奇妙的事發生了，所有的「患者」未經任何治療就很快康復了。有一位親戚的女兒讀女子高中，常說：「我們的生理期好像會傳染，只要有一位同學生理期一來，不知怎麼同夥的好友也通通跟著來。」這些事實可能都和人類分泌極微量的費洛蒙有關，只是分泌量太少又揮發太快，因而很難用儀器偵測出來而已。

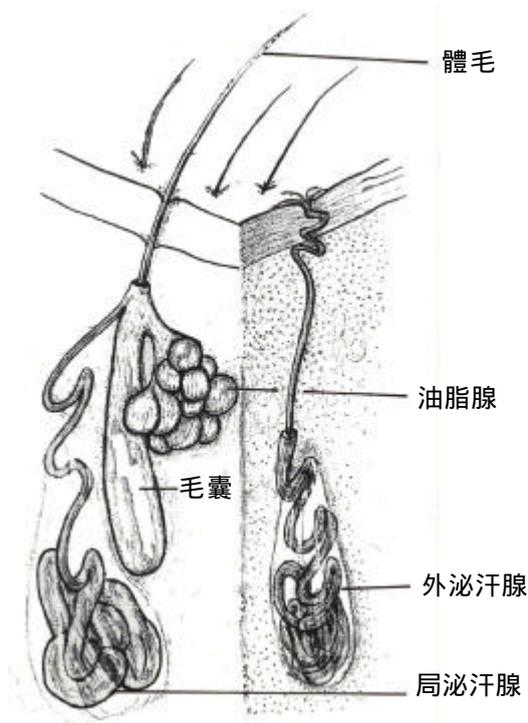
汗腺和費洛蒙

人體的汗腺有二類：局泌汗腺（apocrine gland）和外泌汗腺（eccrine gland）。局泌汗

腺常和毛囊結合在一起（圖二），多分佈於人體的腋窩、鼠蹊、陰部或乳頭周圍，在青春開始產生分泌作用，分泌物的內容含有油脂的成份，可經細菌的分解而發出異味，所以又稱為香腺（scent gland）。局泌汗腺的分泌量常受個體情緒的影響，例如在恐懼、煩躁、疼痛或各種方式的性刺激時，都會誘發分泌量的增加。外泌汗腺不和毛囊結合，幾乎分佈於全身，但在前額、頭部和背部最多。這種汗腺的分泌功能從出生就有，只要體熱增加，就會快速運作而大量分泌汗液以發散體熱，所以外泌汗腺對體溫恆定的維持十分重要。

Gower 等人在 1988 發現男人的腋窩汗液和尿液中，都含有一種化學物質，成分屬於固醇類，其濃度在男人的腋窩比女人高出二十倍，可能是男性的性費洛蒙。後來又檢驗出這種可能的性費洛蒙之成分為 4, 16-androstadien-3-one（簡稱為 AND），屬於睪丸所分泌睪丸酮（testosterone）的衍生化合物（Gower et al., 1988）。另一種可能的女性性費洛蒙，其化學成分為 *estra-1, 3, 5 (10), 16-tetraen-3-01*（簡稱 EST），可由女人的腋窩及皮膚分泌物中萃取。實驗證明這種化學物質可引起異性的體溫、皮膚電阻、呼吸率和心跳率明顯的改變及鼻子內側的犁鼻器（vomeronasal organ）產生特殊的電生理反應（Monti-Bloch and Grosser, 1991）。這些研究結果說明人類的局泌汗腺會分泌性費洛蒙，而且也是經由嗅覺訊息的傳導路徑，影響異性的生理反應。那麼費洛蒙經由嗅覺作用，如何影響到神經系統、內分泌系統和

生殖行為呢？



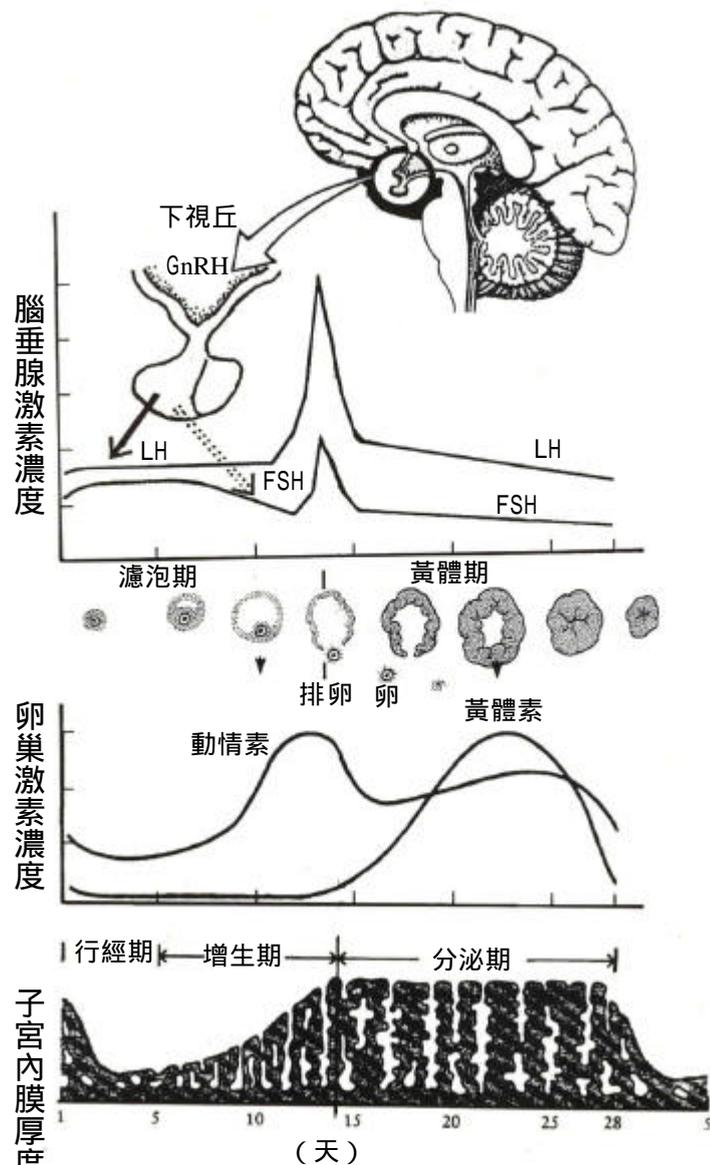
圖二：人體皮膚汗腺描繪圖。人體有兩種汗腺，其構造、分佈位置與功能都不同。局泌汗腺的數量較少，分佈處常有體毛伴隨而局限於某些部位，青春期最發達而後逐漸衰退。外泌汗腺的數量較多，主要功能在分泌大量汗液以發散體熱，調節體溫。

人類的月經週期

女性在成熟之後，每 28 天左右有一次子宮出血的現象，這種現象具有週期性變化，因而稱為月經週期。月經週期受到神經系統（下視丘）內分泌系統（腦垂腺）和生殖腺（卵巢）的聯合操控（圖三），下視丘在間腦

內是人體許多內在恆定的重要調節中樞，可接受大腦各區傳來的訊息再透過腦垂腺去調節其他分泌腺而產生生理上的變化。下視丘分泌的激素例如促生殖釋放激素（gonadotropin-releasing hormone，簡稱 GnRH）控制腦垂腺的分泌功能，而腦垂腺分泌的激素例如濾泡刺激素（follicle-stimulating hormone，簡稱 FSH）和黃體刺激素（luteinizing hormone，簡稱 LH），又能夠影響卵巢的卵子成熟、排卵和分泌動情素（estrogen）、黃體素（progesterone）的功能，進而操控子宮內膜的增生、分泌、脫落等週期性的變化。一般而言，卵巢的週期變化可分為濾泡期、排卵期和黃體期，而子宮內膜的週期變化也分為行經期、增生期和分泌期，二者的關係十分密切。

由圖三的圖意可以看出來，任何內在或外在的刺激因子，都可能透過中樞神經的作用，經由下視丘 - 腦垂腺 - 生殖腺的主軸關係，影響到女性月經週期的變化。根據婦產科門診的統計，在國內 921 或 331 的大地震之後，生理週期出現異常的敏感婦女增加很多，發現這些受驚嚇的婦女常有突發性的出血，卻檢查不出原因。這是由情緒因素造成神經內分泌系統平衡失序，導致荷爾蒙失調，在醫學上稱之為「功能失調性子宮出血」，也就是俗稱的「亂經」。婦產科的治療以補充動情素和黃體素製劑為主，用以強制停止不規則的出血和建立新的月經週期。可見人類的月經週期也容易受其他內在或外在因素刺激的影響。



圖三：下視丘、腦垂腺及卵巢分泌的激素影響卵巢排卵及月經週期過程中的子宮內膜變化。

中樞神經系中的圓圈將下視丘和腦垂腺放大，下視丘分泌 GnRH 促使腦垂腺分泌 LH 和 FSH 促進卵巢排卵、濾泡分泌動情素和黃體分泌黃體素。

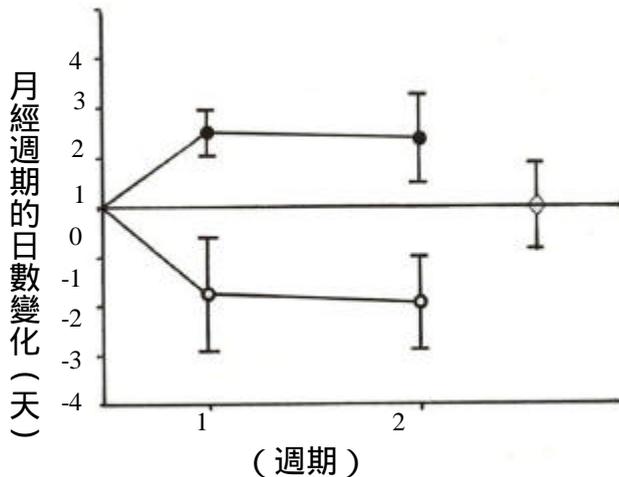
人類的費洛蒙和月經週期

前人已經證明人體的費洛蒙主要來自局泌汗腺。雖然局泌汗腺在鼠蹊部也有分佈，但是研究需要時，還是由腋窩收集最為方便。人類的費洛蒙屬於脂溶性有機物，可用

有機溶劑來萃取。最近幾年，科學家為了進一步實驗人類費洛蒙的作用，所以用 70% 異丙醇 (isopropyl alcohol) 萃取女性自願者 (年齡在 20-25 歲) 腋窩的費洛蒙，然後貯存於零下 80 的冷凍庫內，稱為腋窩液 (axillary

compounds)，以供實驗之用 (Stern and McClintock, 1998)。在萃取前先調查自願者的月經週期，就能夠將腋窩液依照萃取當時的生理狀態，分為排卵前液和排卵後液兩

類。排卵前液和排卵後液分別指，捐贈者尿中所含黃體刺激素 (LH) 高峰 (參見圖三排卵時 LH 濃度最高) 之前 2-4 天和高峰之後 2-4 天所收集的腋窩液。



圖四：排卵前和排卵後的腋窩液對月經週期日數的效應。只聞溶劑 (70% 異丙醇) 受試者的週期日數沒有增減 ()，而只聞排卵後 (腋窩) 液受試者的週期日數增加 ()，但只聞排卵前 (腋窩) 液受試者的週期日數，則明顯的減少 ()，而且二者和對照組相比都具顯著性差異 (Stern and McClintock, 1998)。

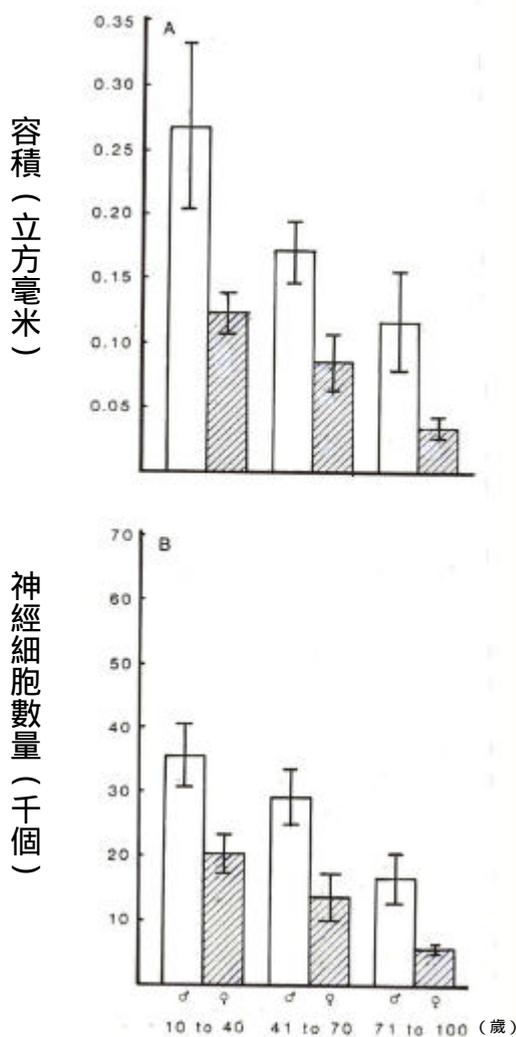
人體實驗時，將此二種腋窩液塗上受試女學生的上唇，每天一次，塗上後六小時內不可清洗該處。另外一群女學生則用 70% 異丙醇塗在上唇，當做對照組。連續塗抹四個月的實驗結果，發現聞到排卵前液的女學生，其月經週期的日數平均縮短 1.7 天 (- 1.7 \pm 0.9 天)，而聞到排卵後液的女學生，則平均延長 1.4 天 (+ 1.4 \pm 0.5 天)，在統計上具有顯著性差異 (圖四)。這個實驗結果證明，由腋窩萃取的腋窩液因萃取時間不同，所含的成份不同，因而這兩類不同的化學物質才具有相反的作用。

都有可能發生前述的月經週期同步化 (synchrony) 的現象。女性的生理期可透過下視丘 - 腦垂腺 - 生殖腺主軸受費洛蒙的影響，而男性也有下視丘 - 腦垂腺 - 生殖腺主軸，為什麼沒有受費洛蒙影響的現象呢？

這個人體實驗結果和早期文獻報導小白鼠的實驗結果一致 (McClintock, 1984)，說明人類有可能藉費洛蒙的分泌在個體間相互影響，所以生活在一起的女性 (例如母女或姊妹等) 或經常在一起工作或讀書的女性，

科學家發現「男女有別」源於「下視丘有別」，而非單純家庭教育或社會制約所造成 (Swaab and Fliers, 1985)。下視丘的前視區 (preoptic area) 是分泌促生殖釋放激素 (GnRH)，而影響兩性差異的主要區域。比較研究 13 位男性和 18 位女性 (從 10 歲到 93 歲) 遺體的腦部切片，發現男性的下視丘前視區較女性大 2.5 倍，而且該區的神經細胞數量，在男性也較女性多 2.2 倍 (圖五)。這些不同，可能是男女兩性多方面差異的先決因素。此外，男性沒有生殖週期的變化可以當作研究生殖行為的指標，因此，費洛蒙

透過下視丘 - 腦垂腺 - 生殖腺主軸，如何對男性生殖行為的影響，這方面的研究證據至今仍十分缺乏，因而無法確知。



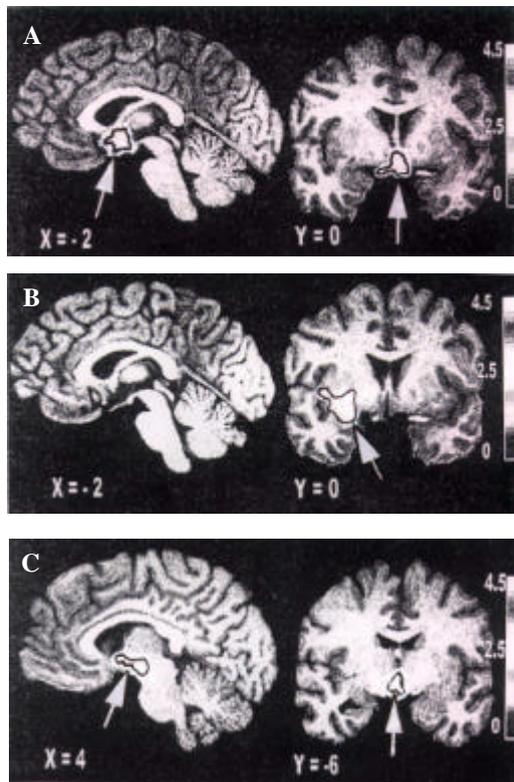
圖五：人類下視丘之前視區的容積大小和神經細胞數量隨著性別不同而不同。A. 前視區的容積大小，在各年齡層樣本男性（ \square ）都比女性（ \square ）大兩倍以上。B. 前視區的神經細胞數量，在各年齡層樣本男性（ \square ）也都比女性（ \square ）多出兩倍左右（Swaab and Fliers, 1985）。

正子放射斷層攝影研究人類的費洛蒙

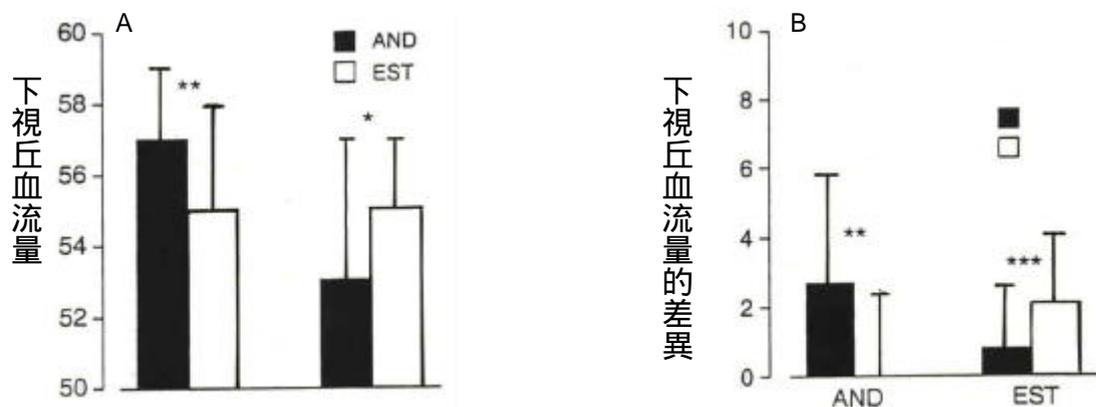
正子放射斷層攝影（positron emission tomography，簡稱 PET）是一種非侵犯性、不需手術、不需麻醉、無痛苦也不必住院的高科技檢驗技術，但價格十分昂貴。

PET 的原理是利用一個特殊的磁場儀器（迴旋加速器），產生兩種帶正電子的化學物質。一種是含氧 - 15 的放射性水分子（ ^{15}O labeled H_2O ，簡稱 H_2^{15}O ），用來偵測血流量；另一種是含氟 - 18 的放射性葡萄糖（ ^{18}F -2-Deoxy-Glucose，簡稱 FDG 或 2DG），用來偵測細胞的代謝活動。因為人體細胞（尤其是神經細胞）在正常運作時，必須有氧氣和葡萄糖不斷的供應，氧氣將葡萄糖氧化才能產生細胞活動所需的能量。氧氣可和紅血球的血紅素結合，而葡萄糖則溶解在血漿中，二者都依靠血液循環運輸，因此腦部某處的細胞活性高時，消耗的氧氣和葡萄糖的量就多，流到該處的血液就會多而快。換言之，在腦部某處血流量的多寡，就可以作為該處腦細胞活性高低的指標。

檢查血流量大小時，先將 H_2^{15}O 注入人體，使之流到腦部的血管內，此時腦細胞正在運作而「忙碌」的區域，血流量較多，而含放射性水分子也較多。放射性水分子放出正子（positrons）可和電子撞擊而釋放能量，產生二個光子（photons）。此時利用 PET 就可以偵測到光量的位置和數量而轉成影像，呈現在電腦螢幕上，供診斷或辨識之用。如果發現腦部的血流量特別少，就可以判斷有腦血管阻塞的現象；如果要求受測者說話，可以發現大腦語言區的血流量會突然增



圖六：正子放射斷層 (PET) 人腦通過下視丘、杏仁核的縱切面 (左) 和冠狀面 (右) 電腦圖。A. 女性受試者聞 AND 時, 下視丘的血流量增加 (箭頭)。B. 女性受試者聞 EST 時, 杏仁核的血流量增加 (箭頭)。C. 男性受試者聞 EST 時, 下視丘的血流量增加 (箭頭) (Savic et al., 2001)。



圖七：性別不同影響 AND 和 EST 誘發下視丘血流量的差異統計圖。A. 男性或女性受試者分別處理 AND 和 EST, 比較下視丘的血流量 (單位: 毫升/分鐘/百克組織) B. 用 AND 和 EST 分別處理男性和女性, 比較下視丘血流量的差異 (單位: 同 A) * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ (Savic et al., 2001)。

加很多。

利用細胞的代謝作為檢查目標時，為了檢查某器官是否有癌細胞（代謝活動比正常細胞強很多），可以在此器官注射 2DG 進去，由於癌細胞的細胞膜上擁有的葡萄糖運輸器（glucose transporter），比附近的正常細胞多很多，所以 2DG 堆積在癌細胞的濃度會特別高。2DG 也會放出正子，再釋出 PET 可偵測的光量子，PET 藉由比較光量子的多少而看到腫瘤的位置。利用此種精密檢驗的方法，可以早期發現潛伏在人體內而正在轉變的癌細胞。

在學術研究上，注射 2DG 可以顯示正常細胞的代謝活動情形，藉以判斷在某種刺激（例如聞一聞費洛蒙）下，腦部那些區域細胞的代謝活動會明顯的增加，就代表這個區域和費洛蒙的刺激有關係。另一方面也可以用放射性水分子注射方法，來顯示血流量的多少，以研究費洛蒙在腦部的作用部位。利用這種最新的科技解決最古老的疑惑，可以確認人類真的能夠分泌費洛蒙，也接受費洛蒙的作用，才引起中樞神經細胞的反應，進而改變月經週期的日數。

人類費洛蒙的作用部位

最近瑞典斯德哥爾摩卡洛琳斯卡研究中心的研究人員，利用 PET 研究十二位男性及十二位女性，分別對男性費洛蒙 AND、女性費洛蒙 EST 和空氣的反應，並記錄腦部血流量的變化（Savic et al., 2001），發現女性受試者聞到男性分泌的 AND 時，在下視丘的前腹側（anterior-ventral hypothalamus）有明顯

血流量增加的反應（圖六 A，圖七），但是聞到女性分泌的 EST 時，下視丘沒有血流量增加的反應，而杏仁核（amygdala）才有反應（圖六 B）。男性受試者聞到女性分泌的 EST 時，在下視丘又見血流量增加的明顯反應（圖六 C，圖七）。這個研究結果證明人類費洛蒙的作用部位在下視丘。下視丘接受嗅覺神經傳入的異性費洛蒙訊息而興奮，再透過下視丘 - 腦垂腺 - 生殖腺主軸（圖三）操縱女性月經週期，所以和男友約會的次數增加的時候，會明顯縮短女學生月經週期的日數（表一）。

自從 1959 年德國慕尼黑大學教授分析蠶蛾的性費洛蒙，發現其化學成分而確認昆蟲的「異性相吸」乃拜「性費洛蒙」所賜，但是對人類的「異性相吸」物質，則始終懷疑其存在性。如今利用最先進的儀器證明，人類也有分泌和接受異性費洛蒙的作用，性費洛蒙作用於中樞神經的下視丘，讓發情的青年男女很容易的傾慕對方，透過神經系統和內分泌系統的運作，產生異性相吸的行為。

參考資料：

1. Evans, H. E. 1984. A textbook of entomology: insect biology. Addison-Wesley Publishing Company.
2. Gower, D. B., Nixon, A. and Mallet, A. I. 1988. The significance of odorous steroids in axillary odour. In "The psychology and biology of fragrance." Ed. by Toller, S. V. and Dodd, G. H. Chapman and Hall.
3. Kalson, P. and Luscher, M. 1959. Phero-

- mones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183: 55-56.
4. McClintock, M. K. 1971. Menstrual synchrony and suppression. *Nature* 229:244-245.
5. McClintock, M. K. 1984. Estrous synchrony: modulation of ovarian length by female pheromones. *Physiol. Behav.* 32:701-705.
6. Monti-Bloch, L. and Grosser, B. 1991. Effect of putative pheromones on the electrical activity of the human vomeronasal organ and olfactory epithelium. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 39:573-582.
7. Savic, I., Berglund, H., Gulyas, B. and Roland, P. 2001. Smelling of odorous sex hormone-like compounds causes sex-differentiated hypothalamic activations in humans. *Neuron* 31:661-668.
8. Sobel, N., Prabhakaran, V., Hartley, C. A., Desmond, J. E., Glover, G. H., Sullivan, E. V. and Gabrieli, J. D. 1999. Blind smell: brain activation induced by an undetected air-borne chemical. *Brain* 122:209-217.
9. Stern, K. and McClintock, M. K. 1998. Regulation of ovulation by human pheromones. *Nature* 392:177-179.
10. Swaab, D. F. and Fliers, E. 1985. A sexually dimorphic nucleus in the human brain. *Science* 228:1112-1115.
11. Whitten, W. K. 1957. Effect of exteroceptive factors on the oestrus cycle of mice. *Nature* 180: 1456-1457.