



圖片來源：李男設計

# 人類的性費洛蒙

昆蟲藉由性費洛蒙的釋放來吸引另一半，以完成繁衍後代的任務。

人類是否也會散發性費洛蒙，它在人體中的作用機轉又是如何？

■周延鑫

費洛蒙 (pheromone) 是一種由動物體的外分泌腺所分泌且具有揮發性的化學物質，它可使同種動物不同個體之間透過嗅覺的作用傳遞訊息，產生行為或生理上的變化。這種化學物質的分子很小，可隨風飄曳，再藉空氣流動快速地傳播到各處。

最早證明昆蟲性費洛蒙化學成分的學者是慕尼黑大學的亞多福·部提蘭德 (Adolf Butenandt) 教授，歷經 30 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。他共用

了 50 萬隻處女蠶蛾才萃取出 12 毫克的性費洛蒙，經詳細分析後證實其化

學成分是 (E, Z) - 10, 12 - hexadecadienol。至於人

類是否有性費洛蒙？

由於人類的嗅覺比昆蟲差很多，這種現象可以從人腦裡的視區及聽區比嗅區大很多而略窺一二，因此早期研究人類嗅覺的人很少。

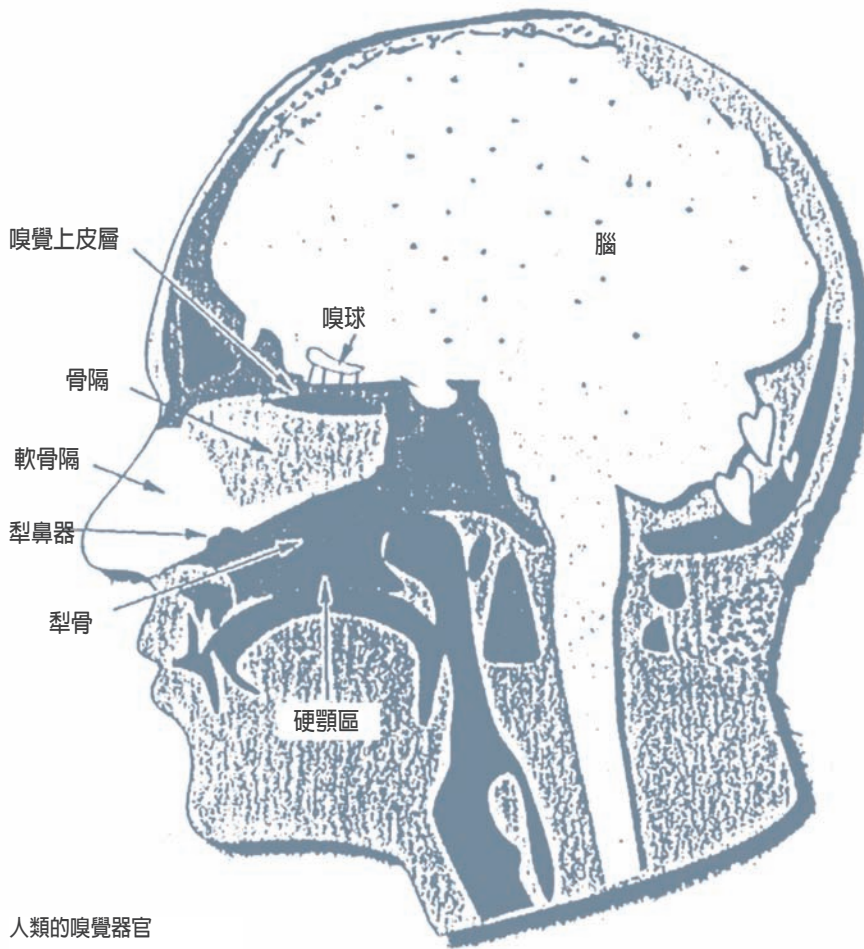
正因為人類不使用鼻嗅器，所以在做雌雄味道差別時，雙方都聞不

出另一方是否有分泌特異功能的化學物質，因此對人類是否有費洛蒙的問



圖：瑞隆

亞多福·部提蘭德



人類的嗅覺器官

題，多數人持保留的態度。

後來在老鼠的鼻子內側發現了犁鼻器，經研究後知道它是鼠類各種費洛蒙的嗅覺器官。於是有人開始在人類的組織中仔細尋找，結果在鼻子下方找到了專司接收費洛蒙的嗅覺器官，但是它和老鼠的不一樣，並無神經接嗅球，也未與嗅區相聯。有人進一步發現這種組織只有在人類發育的早期，也就是胎兒時期才有，到了成人時期就已退化，不再具有任何功能，因此仍有人對人類是否會分泌性費洛蒙持存疑的立場。

### 豬烯醇與松露

第1個有充分證據說明哺乳動物

也有性費洛蒙的例子，可能是豬與松露了。

在歐洲的森林地區，每年的冬季和夏季清晨，常看到有人帶著一、兩隻公豬在林地中逡巡，他們就是專業的採茸人。最好的野茸是松露，是法國料理中的頂級食材，非常珍貴。松露一般會在以松樹、橡樹等主樹根為中心的圓形外圍土壤裡成長，並發出

一種像豬的性費洛蒙的化學物質—豬烯醇香氣，豬烯醇對公豬有很強的誘引性。

因此早期找松露的人，都是趕幾頭公豬到野外，藉由豬鼻子靈敏的嗅覺去找松露。一旦豬聞到地下有松露時，會以為有母豬在附近，牠就會站著不走，這時在該處挖一挖，就可以挖到寶貴的松露。

松露也是豬的美食，豬見到松露就會搶食，為了避免被豬搶食，現在也有人先用松露的氣味訓練狗，然後再以狗代豬的方法找松露，在歐洲各國以狗替代豬找松露也很成功。至於為何松露會分泌豬烯醇這種聞起來像麝香的物質，到現在為止只能說這是植物、動物與微生物在演化上殊途同歸的一個好例子。

### 人體的汗腺和費洛蒙

在組織學裡，人體的汗腺有二類，即局泌汗腺和外泌汗腺。局泌汗腺常和毛囊結合在一起，多分布在人體的腋窩、鼠蹊、陰部或乳頭周圍，在青春期開始產生分泌作用，分泌物的主要成分是油脂，經細菌分解後會發出異味，因此又稱為香腺。局泌汗腺的分泌量常受個體情緒的影響，例如在恐懼、煩躁、疼痛或各種方式的刺激時，都會誘發分泌量的增加。

**第1個有充分證據說明哺乳動物也有性費洛蒙的例子，可能是豬與松露了。松露會發出一種像豬的性費洛蒙的化學物質—豬烯醇香氣，豬烯醇對公豬有很強的誘引性。因此早期找松露的人，都是趕幾頭公豬到野外，藉由豬鼻子靈敏的嗅覺去找松露。**

外泌汗腺不和毛囊結合，幾乎分布於全身，但在前額、頭部和背部最多。這種汗腺的分泌功能從胎兒出生就有，只要體熱增加，就會快速運作而大量分泌汗液以發散體熱，因此外泌汗腺對體溫恆定的維持非常重要。

葛渥（Gower）等人在1988年發現在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，這類化學物質在男人腋窩的濃度比女人高出20倍，懷疑可能是男性的性

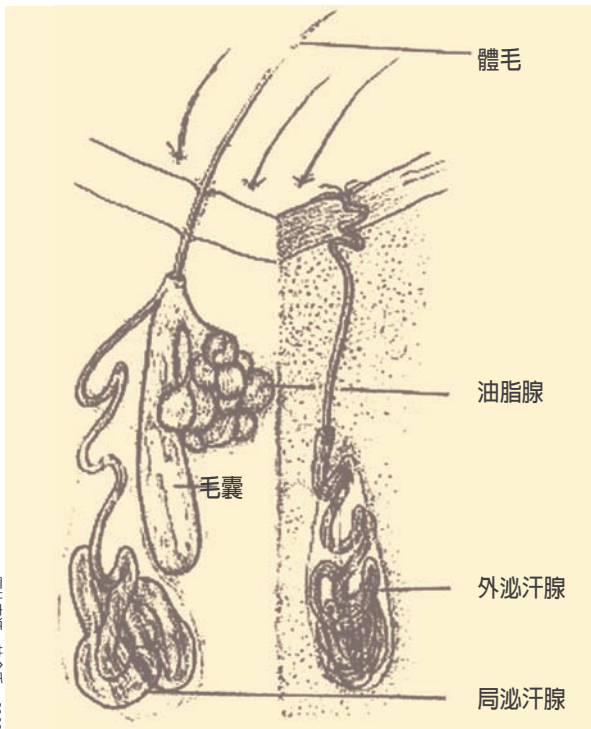
費洛蒙。後來又檢驗出這種可能的男性費洛蒙主成分是4,16 - androstadien - 3 - one（簡稱為AND），屬於睪丸所分泌睪丸酮的一種衍生化合物。

另一種可能是女性的性費洛蒙，化學主成分為estra - 1,3,5（10）,16 - tetraen - 3 - ol（簡稱為EST），可由女人的尿液、腋窩及皮膚分泌物中萃取得到。實驗證明這種化學物質可引起男性的體溫、皮膚電阻、呼吸率和心跳率產生明顯的改變，以及讓鼻子

內側的犁鼻器產生特殊的電生理反應。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間的生理反應。

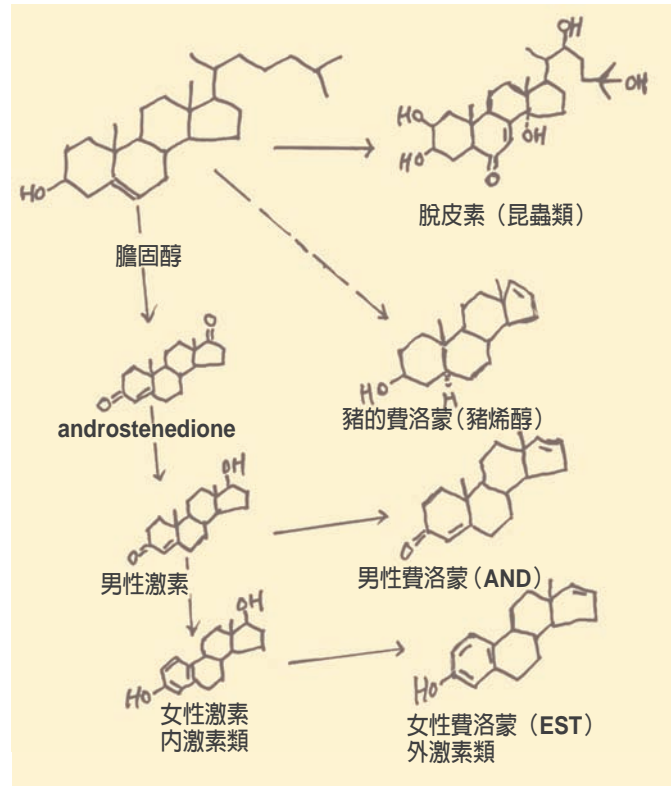
## 正子放射斷層攝影術

正子放射斷層攝影術（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



圖片來源：林金龍，2002

人體皮膚汗腺描繪圖。人體有兩種汗腺，其構造、分布位置與功能都不同。局泌汗腺的數量較少，常和毛囊結合，僅分布在某些部位，青春期最發達，然後逐漸衰退。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。



由膽固醇代謝來的高等動物及人類性激素與性費洛蒙的化學構造

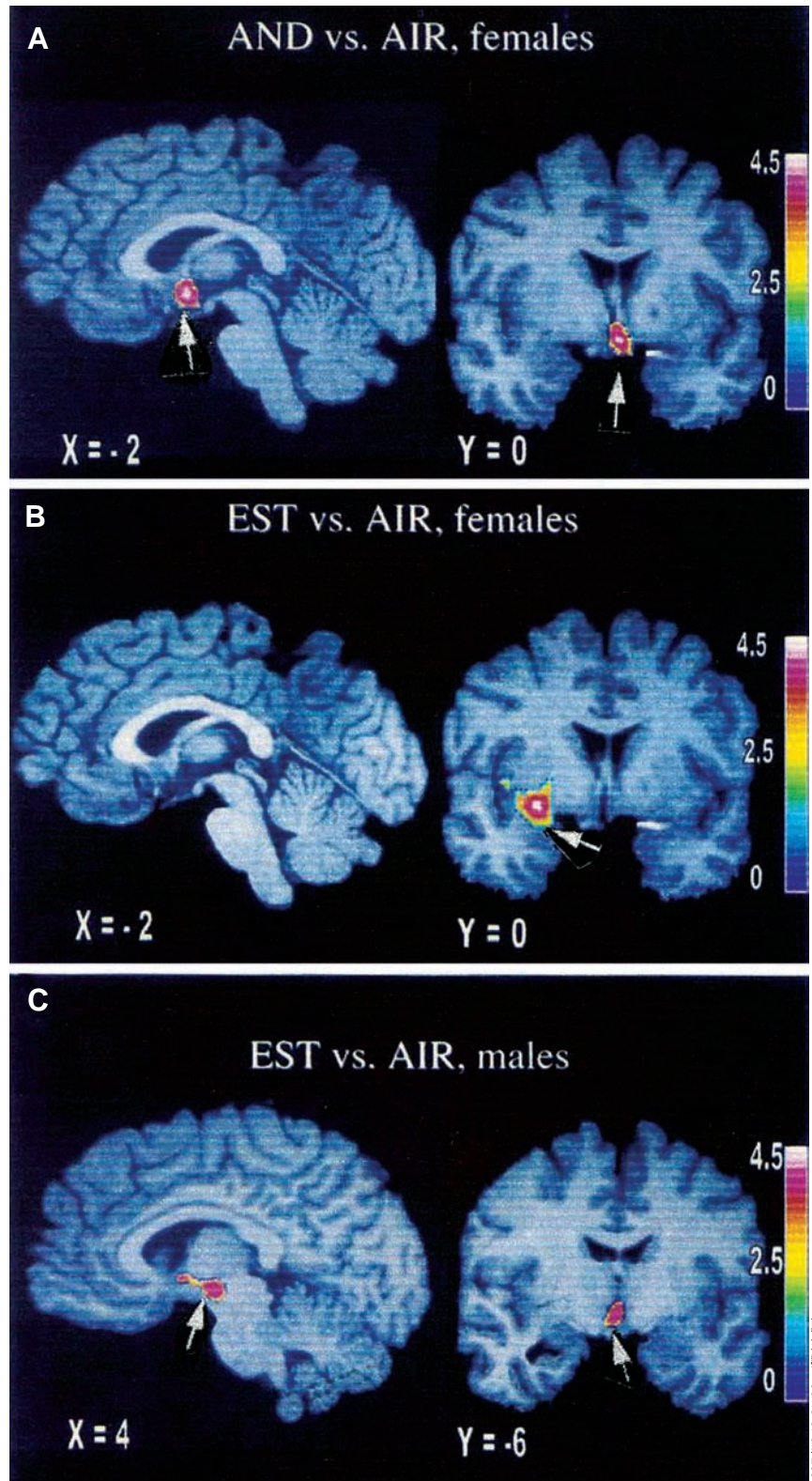
研究結果證明人類費洛蒙的作用部位在下視丘，下視丘在接受嗅覺神經傳入的異性性費洛蒙訊息後，可能利用第二訊息（cAMP）經由這通路傳遞消息。這一研究再次證明人類和低等動物一樣，都有利用性費洛蒙傳遞訊息的本能。

技術。它的原理是利用一個特殊的磁場器（迴旋加速器）產生兩種帶正電子的化學物質，一種是含氧同位素的氧-15 放射性水分子（ $^{15}\text{O}$  標記  $\text{H}_2\text{O}$ ，簡稱  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ ），用來偵測血流量；另一種是含氟同位素的氟-18 放射性葡萄糖（ $^{18}\text{F}$ -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，必須依賴氧氣和葡萄糖的不斷供應，葡萄糖被氧氣氧化後才能產生細胞活動所需的能量。氧氣可以和紅血球中的血紅素結合，葡萄糖則會溶解在血漿中，二者都依靠血液循環來運輸，因此腦部某處的細胞活性高時，消耗的氧氣和葡萄糖就多，流到該處的血液就會多而快。換言之，腦部某處血流量的多寡，可以做為該處腦細胞活性高低的指標。

檢查血流量大小時，須先把  $\text{H}_2^{15}\text{O}$  注入人體，使其流到腦部的血管內，腦細胞運作「忙碌」的區域，血流量較多，所含放射性水分子也較多。放射性水分子放出的正子和電子撞擊後會釋放出能量，產生 2 個光子，這時利用 PET 就可以偵測到光量子的位置和數量，經轉換成影像後呈現在電腦螢幕上，供診斷或辨識之用。如果發現腦部的血流量特別少，該處就可能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加很多。

要偵測器官的病變，可以利用細胞的代謝來檢查。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），可以在這器官注射 2DG，由



利用正子放射斷層攝影術研究人腦對性費洛蒙的反應圖，人在嗅聞性費洛蒙後，腦內下視丘、杏仁核的縱切面（左）和冠狀面（右）的電腦圖。（A）女性受試者聞到男性分泌的 AND 時，下視丘的血流量增加（箭頭指處）。（B）女性受試者聞到女性分泌的 EST 時，杏仁核的血流量增加（箭頭指處），但下視丘則否。（C）男性受試者聞到女性分泌的 EST 時，下視丘的血流量增加（箭頭指處）。

於癌細胞細胞膜上擁有的葡萄糖運輸器，比附近的正常細胞多很多，因此2DG堆積在癌細胞的濃度會特別高。2DG中的氟也會放出正子，經與電子撞擊再釋出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。利用這種精密的檢驗方法，可以早期發現潛伏在人體內正在轉變的早期癌細胞。



家蠶蛾靠費洛蒙找到了配偶

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下（例如聞一聞費洛

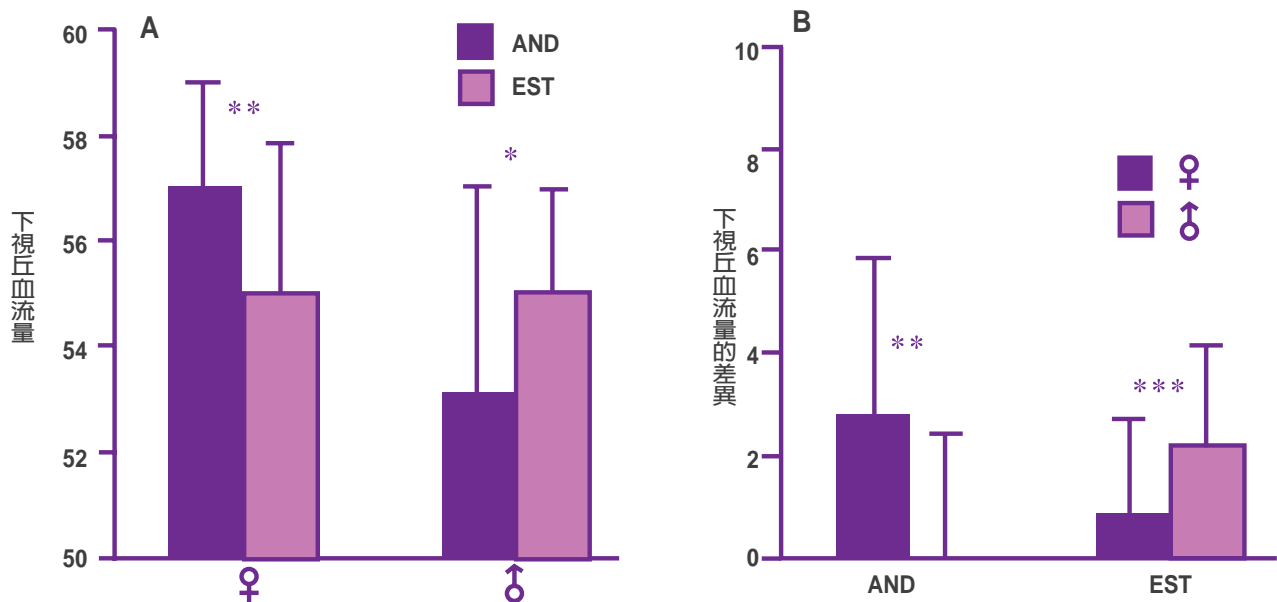
蒙），腦部哪些區域的細胞代謝活動會明顯增加，就代表這個區域和這種（費洛蒙）刺激有關係。另一方面，也可以用放射性水分子注射方法顯示

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來解最古老的疑惑，可以了解人類是否真的能夠分泌費洛蒙，也能說明人類接受費洛蒙後的反應機制。

## 人腦對費洛蒙的反應

最近瑞典斯德爾摩卡洛琳斯卡研究中心的研究人員，利用正子放射斷層攝影術研究12位男性及12位女性，對男性費洛蒙AND、女性費洛蒙EST及空氣的反應，並記錄腦部血流量的變化。發現女性受試者聞到男性分泌的AND時，在下視丘的前腹側有明顯血流量增加的反應，但是聞到女性分泌的EST時，下視丘沒有血流量增加的反應，反而是在杏仁核處出現反應。男性受試者聞到女性分泌的EST時，也會在下視丘處產生血

**要維持健康，攝取的食物營養要均衡，其中膽固醇更是不可缺少。人的肝臟和膽囊也能合成膽固醇。人類為何需要這麼多的膽固醇呢？原來我們體內的內分泌激素，如男性激素、女性激素都是由膽固醇代謝而來的，其他多種類似的類固醇也是由膽固醇代謝而來。**



資料來源：Savic et al., 2001

不同性別受男性分泌的AND和女性分泌的EST影響，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以AND和EST測試，所得下視丘血流量（單位：毫升/分鐘/百克組織）的比較。(B) 用AND和EST分別對男性和女性作測試，比較下視丘血流量的差異（單位：同(A)）。圖中各星號分別代表下視丘血流量的大小\*：p<0.05，\*\*：P<0.01，\*\*\*：p<0.001。



交尾中的蟑螂

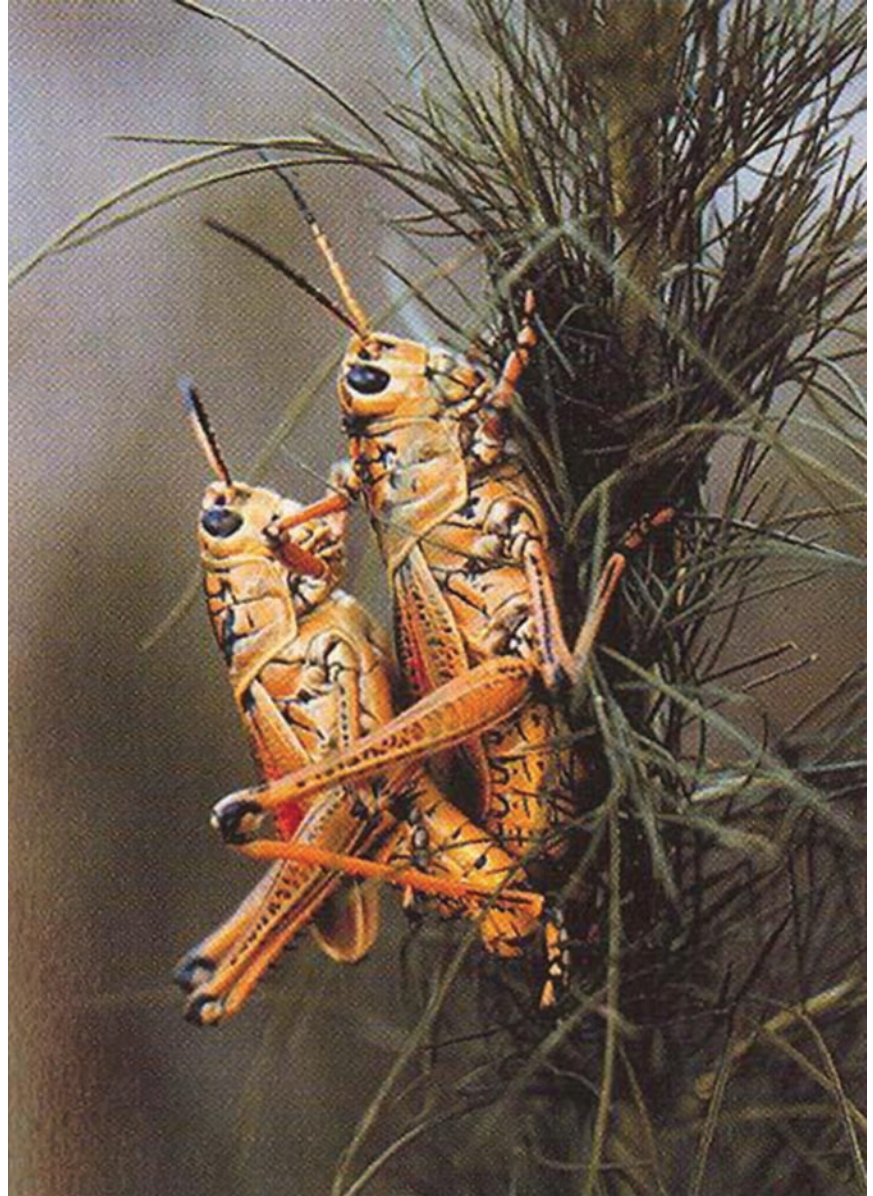
流量增加的明顯反應。

這個研究結果證明人類費洛蒙的作用部位在下視丘，下視丘在接受嗅覺神經傳入的異性費洛蒙訊息後，可能利用第二訊息（cAMP）經由這通路傳遞消息。這一研究再次證明人類和低等動物一樣，都有利用性費洛蒙傳遞訊息的本能。

### 膽固醇與人類性激素

要維持健康，攝取的食物中須有足量的去氧核糖核酸、蛋白質、醣類、脂肪、維生素、微量元素等物質，其中屬於脂肪類的膽固醇更是不可缺少。飼養昆蟲時，如果飼料裡沒有膽固醇，昆蟲就無法蛻皮生長，這是因為昆蟲的脫皮素是由昆蟲吃進去的膽固醇代謝而成的。食物中雞蛋的膽固醇含量很高，平均每顆蛋有200~250毫克，成人每人每日膽固醇的需要量約為300毫克，因此一日一粒蛋膽固醇的攝取量就足夠了。

如今更進一步知道，人的肝臟和膽囊也能生合成膽固醇。人類為何需要這麼多的膽固醇呢？原來我們體內



昆蟲的異性相吸是拜性費洛蒙所賜

的內分泌激素，如男性激素（荷爾蒙）、女性激素（荷爾蒙）都是由膽固醇代謝而來的，其他多種類似的類固醇也是由膽固醇代謝而來。

1959年德國慕尼黑大學部提蘭德教授分析蠶蛾的性費洛蒙，並發現其化學成分以後，確認昆蟲的異性相吸是拜「性費洛蒙」所賜。然而對人類的「異性相吸」物質，則始終存疑。如今利用最先進的儀器證明人類也會

分泌性費洛蒙，同時具備接受異性費洛蒙的器官與作用機轉，且證明人類的性費洛蒙都是由膽固醇經性激素代謝而成，即由男性激素代謝成男性費洛蒙，女性激素代謝成女性費洛蒙。藉由性費洛蒙作用機制的了解，得以進一步探討人類異性相吸的行為。□

周延鑫

台灣大學昆蟲學系