

精子在女性生殖器官中的運送

李晉三

人類的生命，起始於精子與卵子的結合，其中包涵著無限的奧妙與巧合。尤其是精子在女性生殖器官中的運送，更是多采多姿，在那困難重重，漫長而遙遠的賽程中，成億的精子，漫無目標爭先恐後的沿著管腔游動，到後來只剩下幾百隻的精子能夠到達目的地，有機會執行上天賦予的任務。

精子運動的速度，在具有濃厚粘液的子宮頸中，每秒中可前進 27 到 48 μ ，但在分泌液濃度較低的子宮及輸卵管液中，其速度可達 75 到 100 μ 。(1)以這樣的速度在女性生殖器官中前進，若無其他因素的阻擾或幫助，最快則不到半小時即可達輸卵管的壺腹部，最慢二個小時亦可到達，但是根據 Chang and Pincus 的實驗，精子的最短運送時間為 3 小時。一般所需的時間為 12 小時。(2)雖然有人曾於手術中作實驗，於子宮切除前在病人之陰道導入精子，半小時後切片研究，已有精子在輸卵管中存在，但是一般認為手術過程中，可能影響精子的運送，從這些數據中，我們不難發現，精子於行進過程中，必定遭遇著某些阻擾，但是為了保證精子的運到必定亦有某些因素幫忙著。

精子在授精以後的運送過程中，主動的因素以及被動的因素，皆幫忙著精子前進。前者包括精子的游泳運動，這是大家都知道受精過程中的最基本因素，而後者的範圍則較廣而曖昧，主要有肌肉的收縮，可能某些部分的纖毛運動也有幫忙。精子本身的游泳運動，在前面已經提過，這裏我們所討論的，主要為那些阻擾精子前進，以及幫忙精子前進的某些因素。在許多動物中，如牛、小白鼠以及天竺鼠等動物，其運送可以說差不多是自動的，因為碳酸或熱殺死的精子亦可以很容易而且快速的像活的精子一樣的運送。就是在人，將碳酸置於陰道中，以後亦可在生殖器官的任何部位找到，但是這個實驗是很難重作的。(3)另外的實驗顯示，精子或其他小的顆粒，置於子宮或輸卵管中的任何部位，皆可散佈開去，因此精子的運送為兩方向的，而卵子則是單方向運送的。最近有些實驗者認為肌肉收縮的運送與某些荷爾蒙的作用都是些輔助因素，雖然它們可能經由釋出某些物質，用以控制或調節精子運動的速度，但是到目前為止，還未能在女性的分泌液中得到某些物質，足以顯著的促使精子的運動速率增加。從這些顯示中，我們可以說，被動的運送，主要乃基於肌肉的收縮運動。而且是最重要的因素。而主動的運動其意義可能只限於穿過粘稠的子宮頸粘液以及卵子的透明帶 (Zona Pel-lucida of the ovum)。

子宮頸防線

在人類，精液乃存放於靠近子宮頸口的後陰道穹窿中，因此早期的假說乃是精液被吸進子宮中。此說見於1959年Noyes的實驗中，(4)但後來在1962年Sobrero and MacLeod的實驗中推翻其假說，後者於一對男性患有死精症的夫妻中實驗發現，在其交媾後，只有少數的精子出現於子宮內，但並無任何精虫發現於子宮頸粘膜上，因此認為在正常狀況下，若有活的精子存於陰道穹窿中，必定可在子宮頸粘膜上發現精虫，但是在這個實驗中却無法發現。因此可以顯示，主動的游泳運動對於穿過子宮頸時是必需的。

雖然子宮頸粘液曾經被詳細的分析過，但是只有少數實驗被證實。主要成分包括含Sialic acid的醣蛋白，且對蛋白酶敏感。此外其亦含有免疫球蛋白(Immunoglobulin)及其他蛋白質。一反以前的報告，粘膜中並不含有透明質酸(Hyaluronic acid)因此精液中的琉璃凝集素在此並無作用。

在精液中，雖然有微弱的蛋白酶作用，但是其似乎不是一個重要的因素，(3)因為子宮在排卵期，粘液的粘稠度已顯然的減低，而使精子更易於通過，此在Moghissi的實驗中提出，但在慢性子宮頸炎的病人中，其粘液的稠度，仍與一般一樣，可是却常常懷孕，在這個時候，蛋白酶所擔任的角色可能較為重要，在Moghissi的實驗中顯示，精液可將粘膜消化成一小管道，而且精子游動的力量可帶動一些不動的小顆粒，肌肉的收縮亦擔任一部分的角色，此可用以說明前面所談及的實驗，那些碳粒可以散佈到任何部位的理由。相對的，那些不活潑的精子亦可能因此而因此而被淘汰。

至於免疫球蛋白，雖然在某些不孕之婦人的子宮頸粘液中，發現某些物質可以抑制精子的運動。這種物質乃與人類精液漿體抑制劑(Human Seminal Plasma Inhibitor)相同的東西，(6)但是其是否具有殺精作用(Spermicidal action)仍是令人懷疑的。

由於子宮頸粘膜對精虫的阻擾與牽制，使得能夠通過的精虫數目大為減少，因此Sobrero and MacLeod就曾指出，改變子宮頸粘膜的生理，可能獲得極大的避孕效果，但很可惜的，在此方面的研究非常少。

子宮運送

精子在子宮的運送過程非常快。於兔子的實驗中，精子通過子宮頸後幾分鐘內就可到達輸卵管，而且有些不能運動的小顆粒，其在子宮內也可像活的精子一樣很快的被運送，因此肌肉運動是在這一運輸階段的主要動力，也可能因此而統一地將精子運往輸卵管。

在隔離子宮及子宮角的實驗中，由於精液的導入，促使其作顯著而持續的收縮運動。根據最近的研究，從精液

提出的Prostaglandin E₁及E₂，具有強烈的子宮收縮作用，(7)而且在許多動物中，如天竺鼠，交媾後數分鐘內精子即可到達輸卵管，從這幾點看來，毫無疑問的子宮的收縮運動在此階段是擔負著最主要的角色。假使精子的運動在越過子宮腔這一段也有意義的話，對於受孕率低的婦人，陰道及管腔液的酸鹼度將是一個很重要的因素。

輸卵管運送

精虫經過子宮頸的選擇與淘汰後，再度在這裏遇到難關，很顯然的由於管腔的突然縮小，精虫的數目又被減少了許多，而且在許多實驗的動物上，子宮及輸卵管之交接處，實質上是具有括約肌的作用，雖然最接近人類的動物如猴子亦具有此作用，但是在人類其卻沒有什麼大意義。

在老鼠的實驗中，其子宮輸卵管交接處，似乎有種與種(Species-Species)的選擇作用，但是實驗並沒有進行廣泛的觀察與實行。而且更進一步的，在不同種的分配，如獅與虎，肉牛與水牛，其受孕率是相當高的。美國某動物園曾育出「獅虎」，而現實中最有名的乃驢子的例子。

但是在輸卵管中，纖毛運動是向著子宮的，也就是逆著精子行進的方向，因此精虫在此也遭受堅強的阻力，但是肌肉的收縮方向却與纖毛運動方向相反，因此精虫在輸卵管的運送主要仍藉助於肌肉的收縮運動，可能精虫躲於上皮皺摺的凹谷中，而逃避了纖毛的阻力，並接受著肌肉的收縮運動而前進。

精子在越過子宮頸及子宮輸卵管交接處，並不意味著其已安全到達，仍有隨時被消滅的危險。在輸卵管上皮細胞之間游走著白血球，這些白血球以吞噬作用來清除精子。這種現象在某些不孕的婦人，是特別的有效而快速。但是其是否為不孕的主要因素，仍是令人懷疑的。因為這種吞噬作用在卵子達到受精部位時，似乎慢了許多。少數的精子越過這許多難關而進入腹腔，通常在授精24小時後可發現，這些精子通常亦經由吞噬作用而清除的。

成精作用(CAPACITATION)

所謂成精作用就是剛從副睪丸釋出的精子，其在變成有能力使卵子受孕的一切解剖上與生理上的變化總稱。這種能力並不與精子的游泳運動平行，雖然在一個健康而有能力的男人，其所排出的精子含量甚高，活動能力甚強，但是剛排出精虫是沒有能力使卵子受精的。欲獲得此能力在人類通常需要8小時左右，但是所需最短的時間却不明瞭。

在許多動物中，要使卵子在體外行受精作用是相當困難的。這可能是輸卵管的分泌液，對於精子的成精作用具有相當特殊的影響，因為有人曾經將兔子的卵子與精子置

於體外環境中，於交媾後的第十二小時方發現其第一次分裂。(8)但至目前為止，仍不曉得這種成精作用決定於精子之存在於輸卵管的作用，或者是本身內在的因素使然。

免疫現象

前面曾經提過，在某些不孕的婦人的子宮頸粘膜炎中可以發現有些物質可以抑制精子的運動。這種免疫學上的反應可能是不孕的證據。但是從另一個觀點看來，經由抗原抗體反應而使精子不動，並不是一種率直而簡單的方式，而且許多研究者亦同意，體內循環抗體的標準，要用來作為一個個女人受孕率的指數是不理想的。

在 Mc Laren 的實驗中，其將同種的精子打入一隻純種的母小白鼠中，可以得到相當高濃度的「精虫特异性尾對尾凝集原」(Sperm-specific tail-to-tail agglutinins) 這種凝集原在體外可以有效的中和精子。(9)雖然血清中的凝集原增高時可相對的使受孕率減低，但其間的關係並不平行的，因為在次同種精子免疫的兔子，其受孕率並不減低，即使它血中的循環抗體濃度是相當高。

另外一點很重要的是為什麼抗體總是存在於子宮頸粘膜炎中？這一個問題似乎還未被詳細的討論過，而且為什麼有些人會產生具殺精作用的子宮頸粘膜炎，有些人則不會呢？因此雖然免疫現象在某些不孕的例子中，是一個很明顯的因素，但是以它來衡量及估測受孕率仍是不適當的。尤其循環抗體(circulating antibody)更是一個不適當的指數。如果要保險一點的說，「局部的免疫作用於局部

的分泌液或組織液裏，可以有效的導致不孕，而不必去測定血清中的循環抗體。」因此我們更需要去研究局部的免疫反應。

荷爾蒙對精子運送的影響

荷爾蒙的作用可以阻斷或增加肌肉的作用。前面曾提過 prostaglandin 可以促進子宮的收縮作用，以幫助子宮的運送。而且在某些動物實驗中發現，兩性的交媾可以使腦下垂體分泌催產素(oxytocin)以促進子宮的收縮，但是這種作用只限於女性生殖器的平滑肌而已。

從前面的討論看來，精子欲從陰道經子宮到達輸卵管，途中埋伏著種種危險與困難。成億的精子首先即在於子宮頸粘膜炎遭遇難關。大部分衰弱、殘缺、不活躍以及不幸的精子首先葬身於此。僥倖逃過大劫者，順著子宮的收縮運動，一致而很快的到達子宮輸卵管接口，在此又遭遇到另一次的選擇與淘汰。有機會進入輸卵管者，逆著纖毛的運動躲入上皮皺摺的凹谷中，奮力地鼓著尾巴游動。藉著輸卵管肌肉的收縮運動而繼續前進。沿途還需受著營養、氧氣、酸鹼度的限制，一面逃避著白血球的追逐，一面開始受精作用。若有機會則碰上卵子而成為群雄中的幸運者，否則只好老死於腹腔裏，而葬身於吞噬細胞之中。從這一連串的奮鬥過程中，若有一種因素的強烈改變，即可使精子無法達到目的地，而使受精作用無法進行，因此避孕作用可以經由這些改變而實行

■本文參考資料略。

Author	Title	Price
	The Ciba Collection of Medical Illustration 預約	2,800.00
Strauss	Diseases of the Kidney (2Vols).	600.00
DeMyer	Technique of the Neurologic Examination.	140.00
Kinney	Manual of Preoperative and Postoperative Care.	140.00
Jones	Manual of Laboratory Medicine.	90.00
Chou	Clinical Vectorcardiography.	100.00
White	Therapy in Acute Coronary Care.	80.00
Aston	A Short Textbook of Orthopaedics and Traumatology.	80.00
Mudd	Infectious Agents and Host Reactions.	200.00
Sisson	The Bare Facts of General Pathology.	60.00

南山堂出版社 鴻文堂圖書有限公司

台北市羅斯福路3段329號 電話：325814號