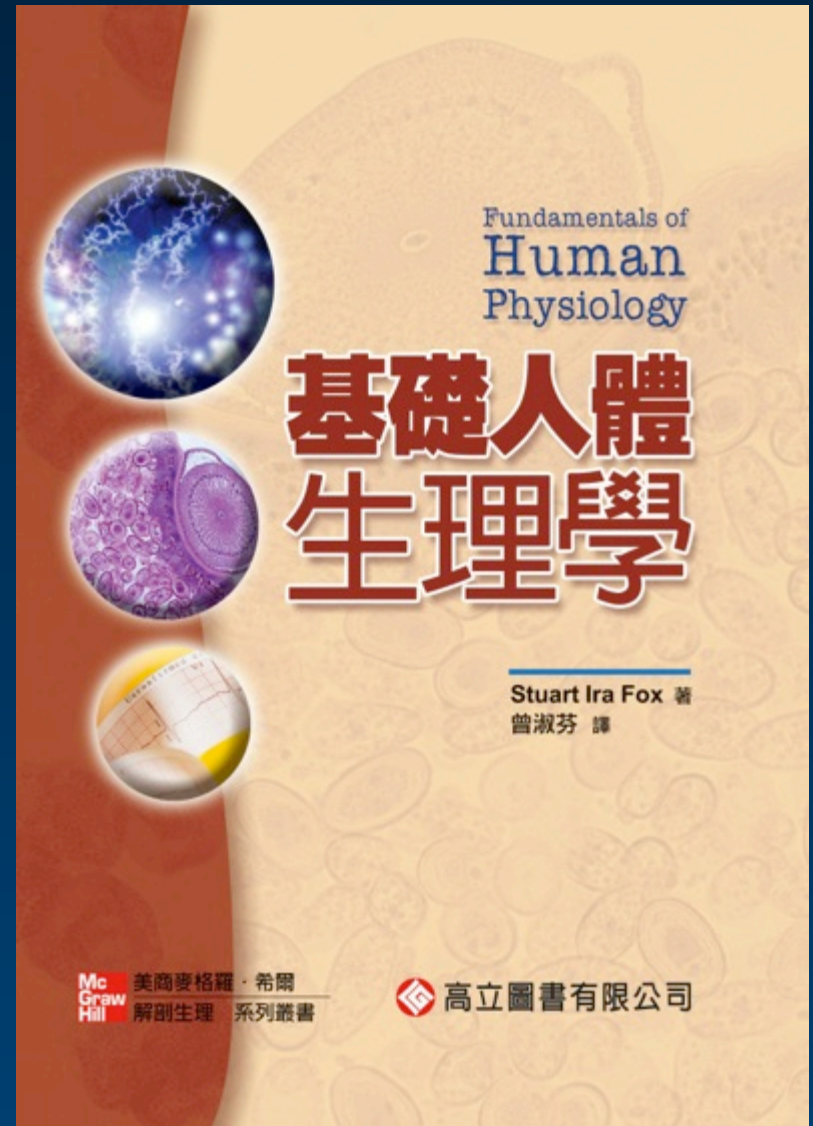


Chapter 15

生殖系統



章節要點

15.1 男性生殖系統取決於睪丸功能

15.2 女性生殖系統取決於卵巢功能

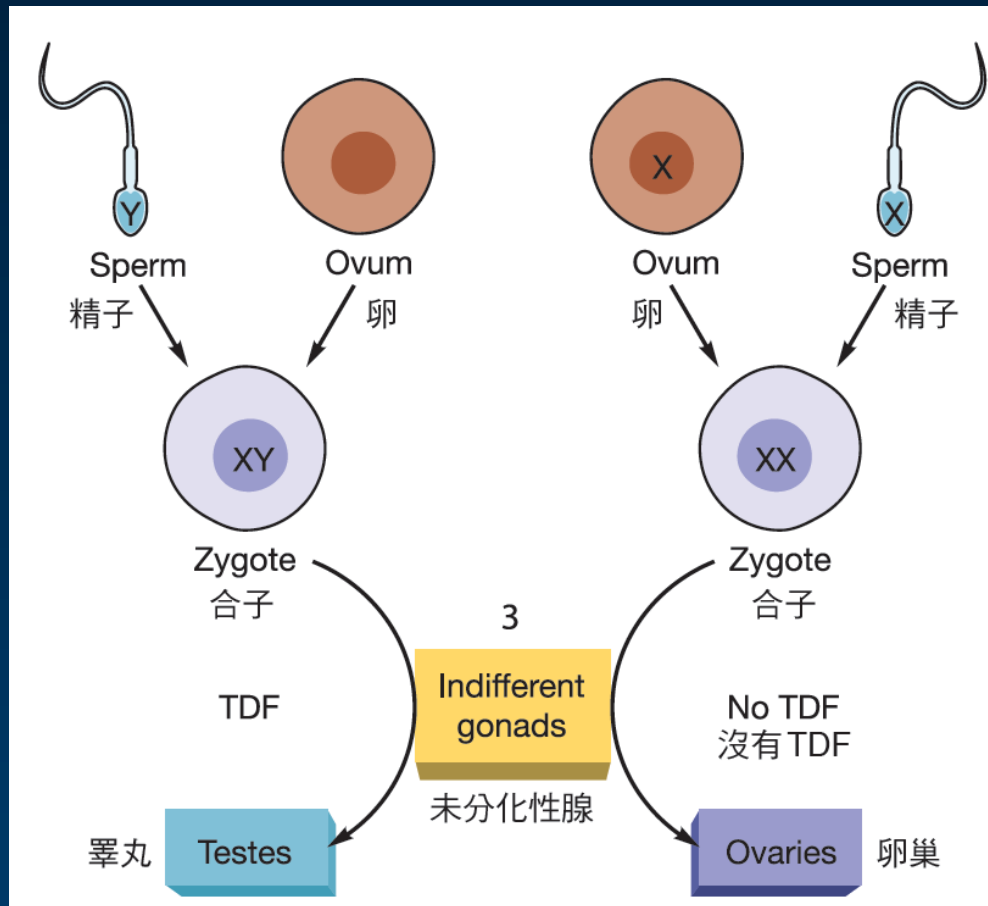
15.3 懷孕、分娩和哺乳期是女性生殖功能

15.1 男性生殖系統取決於睪丸功能

- 睪丸是男性原始性器管，分泌睪固酮並產生男性配子（即精子）。這些功能取決於腦垂體前葉的刺激，並透過促性腺激素（FSH 和 LSH）來分泌。睪丸由兩個成分組成：在 LH 的刺激下分泌睪固酮的間質萊氏細胞，以及行減數分裂產生精子的細精管。

有性生殖

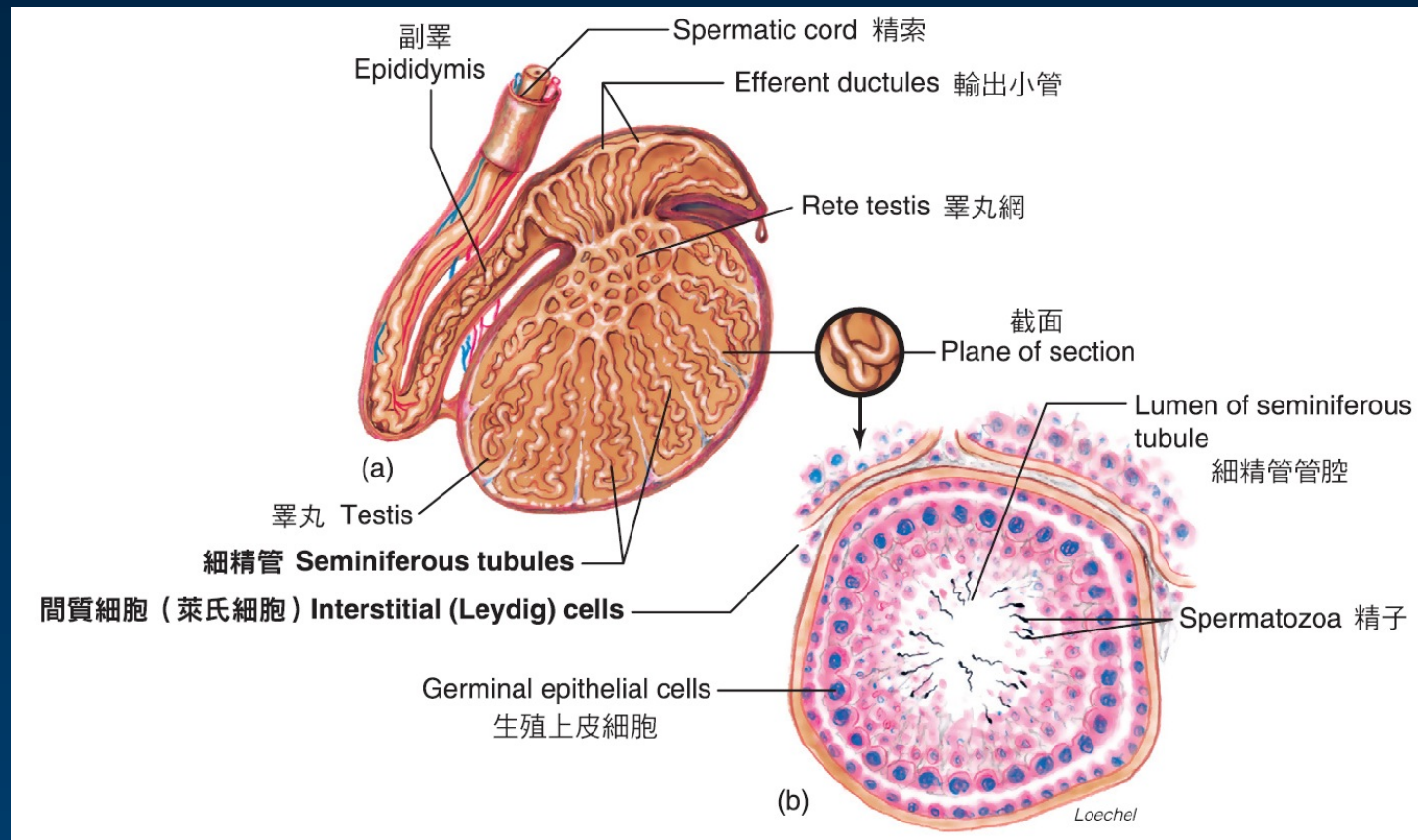
- 配子(精子和卵細胞)產生
 - 在生殖腺產生
 - 每個配子有 23 條染色體
- 授精
 - 精子和卵融合成合子
 - 合子有 46 條染色體
 - 22 對體染色體
 - 一對性染色體(XX 女性, XY 男性)
 - Y 染色體製造睪丸決定因子讓早期胚胎生殖腺變成睪丸



- 圖 15.2 染色體的性別和胚胎性腺的發育。非常早期的胚胎具有可以發育成為睪丸或卵巢的「未分化性腺」。睪丸決定因子 (TDF) 是位於Y染色體上的基因。若缺少 TDF，將會發育成卵巢。

睪丸

- 初級精原器官
 - 產生精子
 - 產生睪固醇
- 睪丸由兩個部分組成：
 - 細精管是中空管，占成體睪丸重量的90%。
 - 間質組織是細精管之間的網狀疏鬆結締組織，內含內分泌



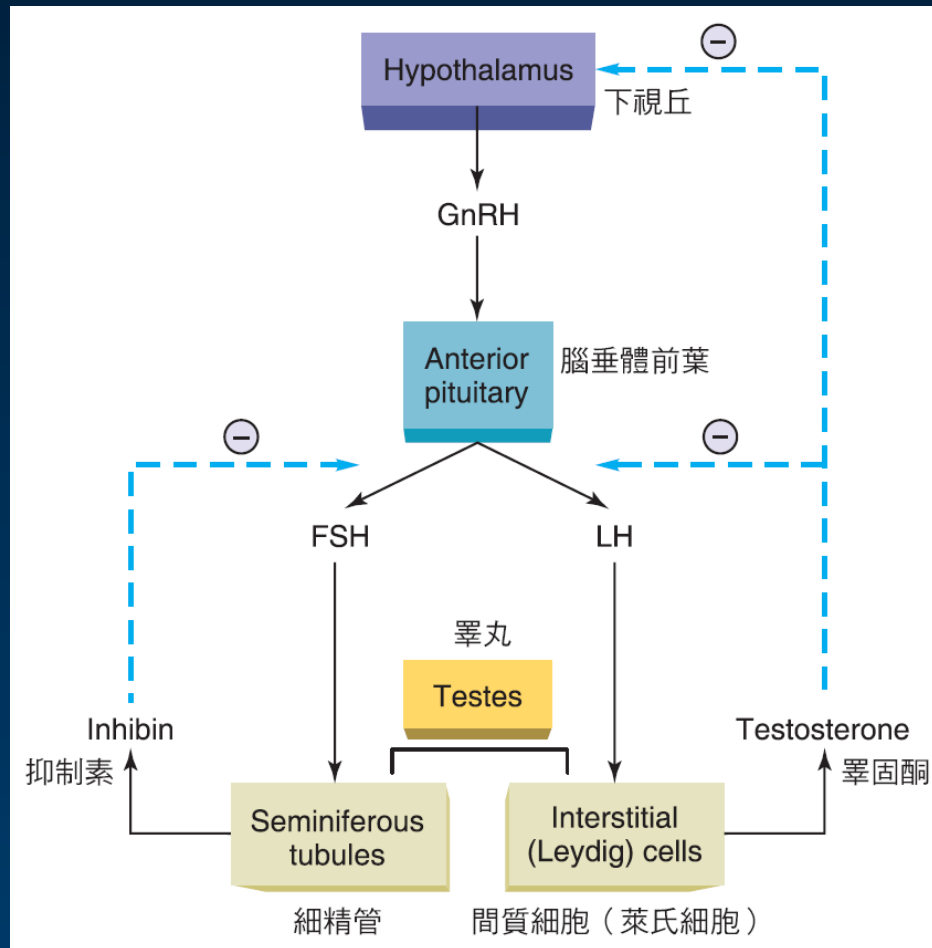
- 圖 15.3 睪丸結構的顯微照片。細精管包括生殖上皮，可以進行減數分裂來產生精子。間質細胞（萊氏細胞）會分泌睪固酮。（a）睪丸的矢狀切面；（b）細精管的橫切面。

睪丸的內分泌調節-1

- 腦垂體前葉分泌兩種促性腺激素：促濾泡成熟激素（FSH）和黃體刺激素（LH）。
- 下視丘分泌促性腺釋放激素（GnRH），刺激腦垂體前葉分泌 FSH 和 LH。
- FSH 刺激細精管，促進精子生成。

睪丸的內分泌調節-2

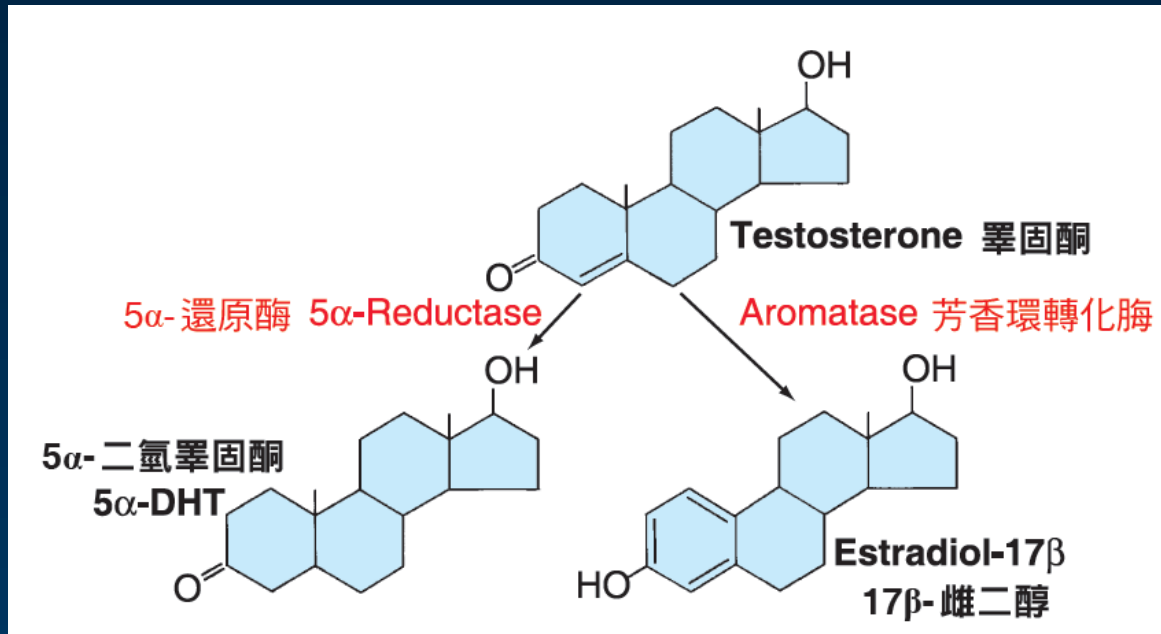
- LH刺激萊氏細胞分泌睪固酮，阻止 LH 量的增加；FSH 刺激細精管釋放抑制素，防止 FSH 升高。然而，這個對稱圖有點誤導，因為睪丸的兩個部分是互動的。例如，睪固酮刺激細精管產生精子。



- 圖 15.4 腦垂體前葉和睪丸。細精管為 FSH 作用的地方；間質細胞（萊氏細胞）為 LH 作用的地方。萊氏細胞分泌睪固酮來抑制 LH 的分泌；細精管分泌抑制素來抑制 FSH 的分泌。

睪丸的內分泌調節-3

- 睪固酮和其衍生物在男性身體上有數種作用。
 - 在這些作用中，雄性激素刺激：
 - 精子生成。睪固酮作用在細精管以刺激精子產生。
 - 次級性特徵。包括副性器官（攝護腺和儲精囊）的生長和維持；陰莖的生長；以及青春期中身體的生長。
 - 合成代謝。因為睪固酮和其衍生物刺激蛋白質合成，這些激素促進骨骼肌系統、喉部（造成聲音低沉）和其他器官的生長，並刺激紅血球生成（紅血球產生；男性紅血球數目平均比女性高）。

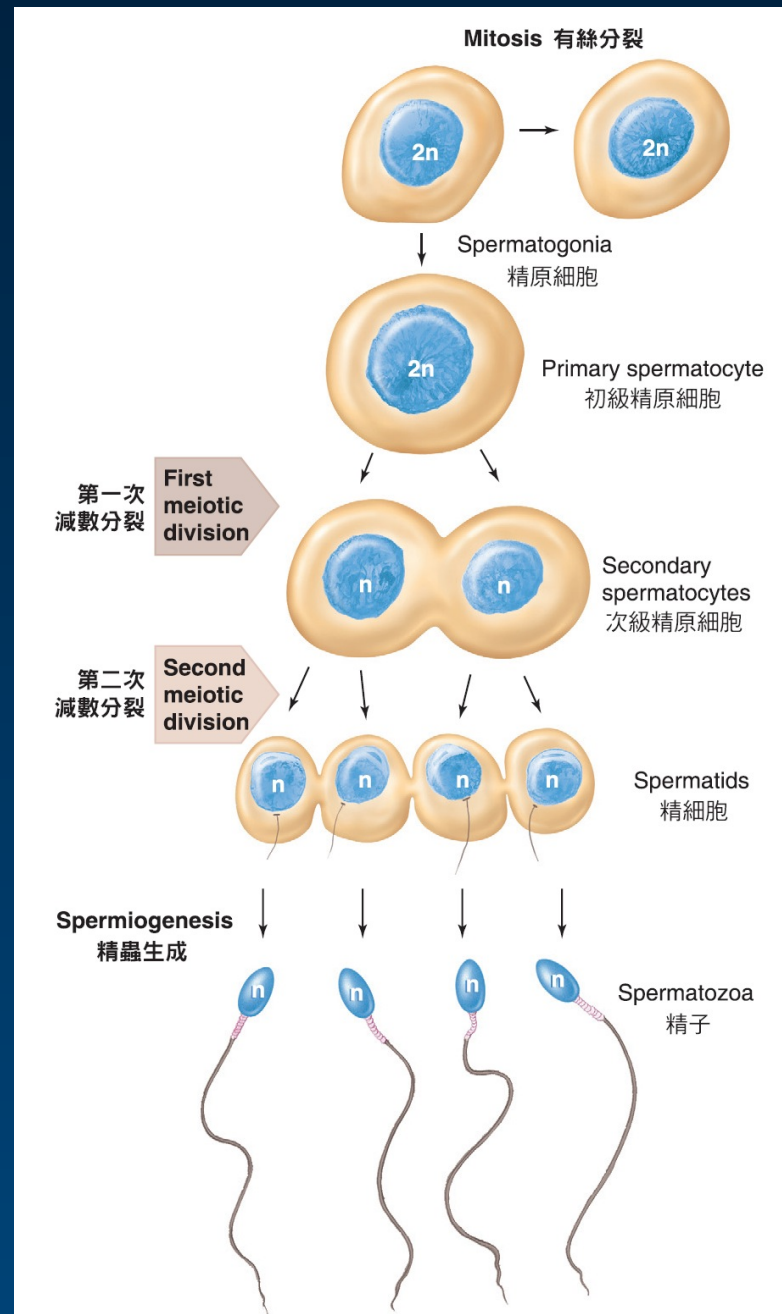


- 圖 15.5 睪固酮的衍生物。睪丸的間質細胞（萊氏細胞）分泌睪固酮，可以於腦內和其他器官被轉變成活化的新陳代謝產物。這些活化的新陳代謝產物包括二氫睪固酮（DHT）和雌二醇。

精子生成

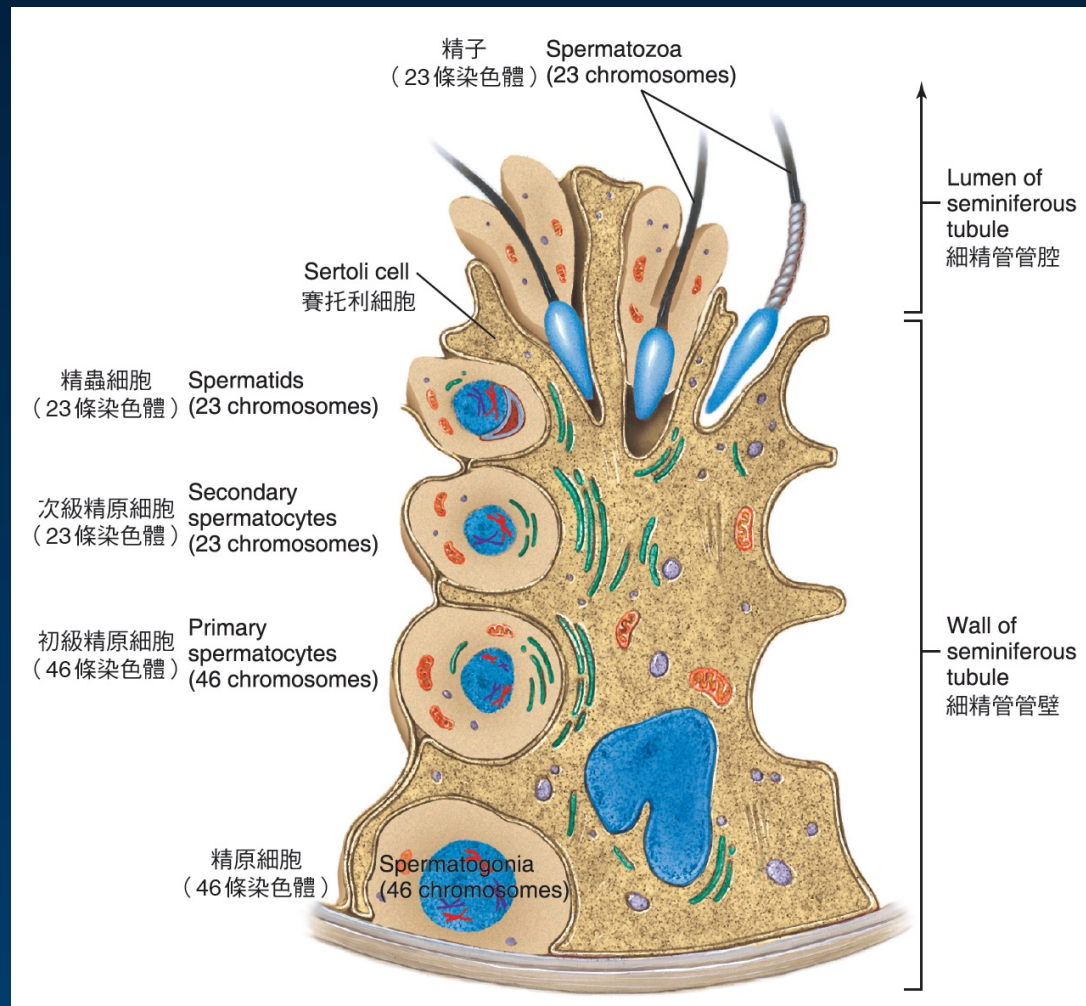
- 產生精子的細胞：
 - 精原細胞：透過有絲分裂繁殖。
 - 初級精原細胞：被特化的雙倍體細胞以便行減數分裂。
 - 次級精原細胞：在首次減數分裂，產生的2個單倍體細胞。
 - 精細胞：在第二次減數分裂的末期，產生的4個單倍體細胞。
 - 精蟲：更進一步特化的細胞(有鞭毛和減少的細胞質)。

- 圖 15.6 精子生成。精子經由減數分裂產生子細胞，接著進行有絲分裂，此細胞稱為初級精原細胞。第一次減數分裂之後，產生的子細胞稱為次級精原細胞。在第二次減數分裂之後，形成精細胞。可以注意到，由初級精原細胞透過減數分裂產生的四個精細胞是互相連接的。每一個精細胞都可以形成成熟的精子。

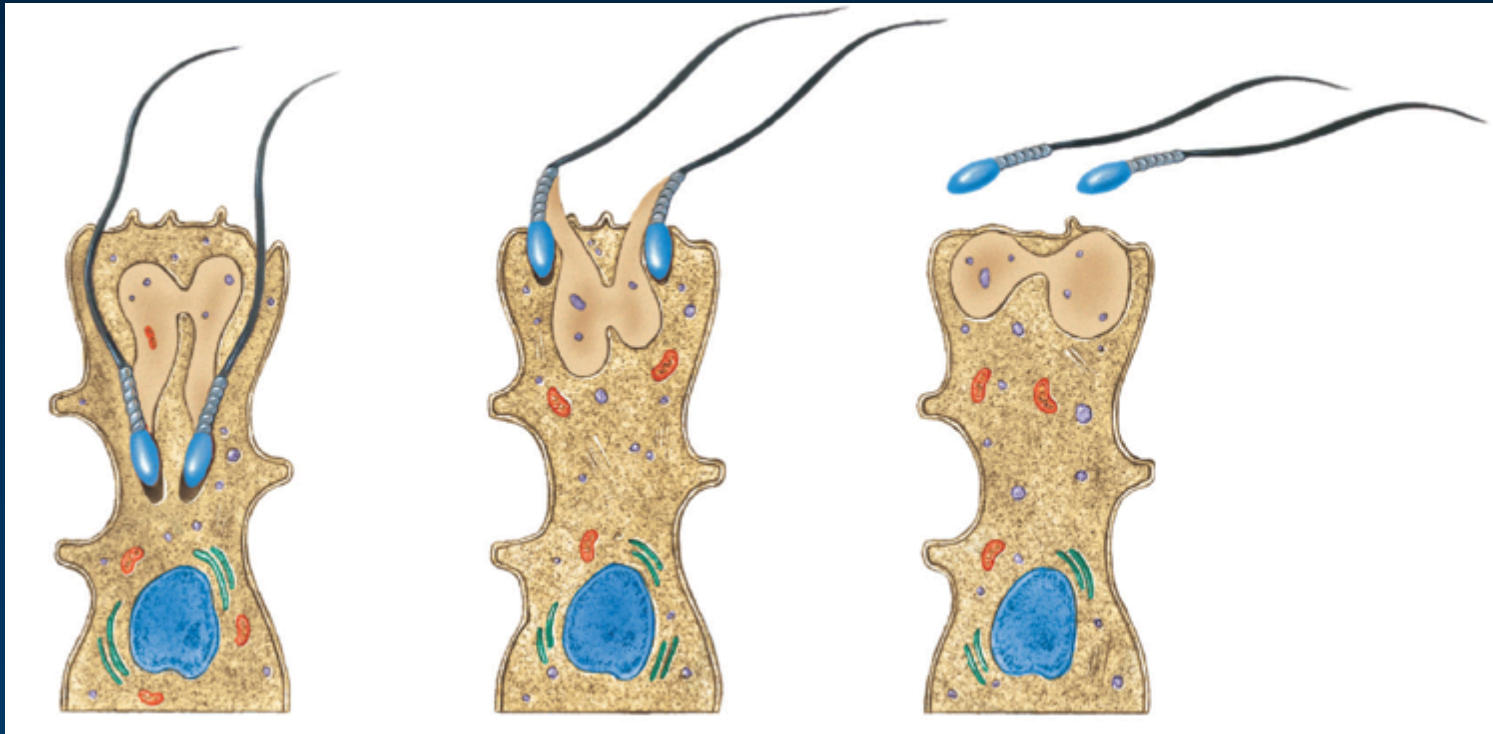


賽托利細胞的功能

- 補充發育中精子所需的分子。
- 製造細精小管免疫特權部位。
- 減少精細胞的細胞質，分化成精蟲。
- 產生雄性激素結合蛋白和抑制素。
- 含有 FSH 受體蛋白。



- 圖 15.7 賽托利細胞培育發育中的精子。賽托利細胞延展成細精管寬度，並且圍繞著每一個發育中的生殖細胞。由此可以相信賽托利細胞具有提供細胞進行減數分裂所需物質的功能。



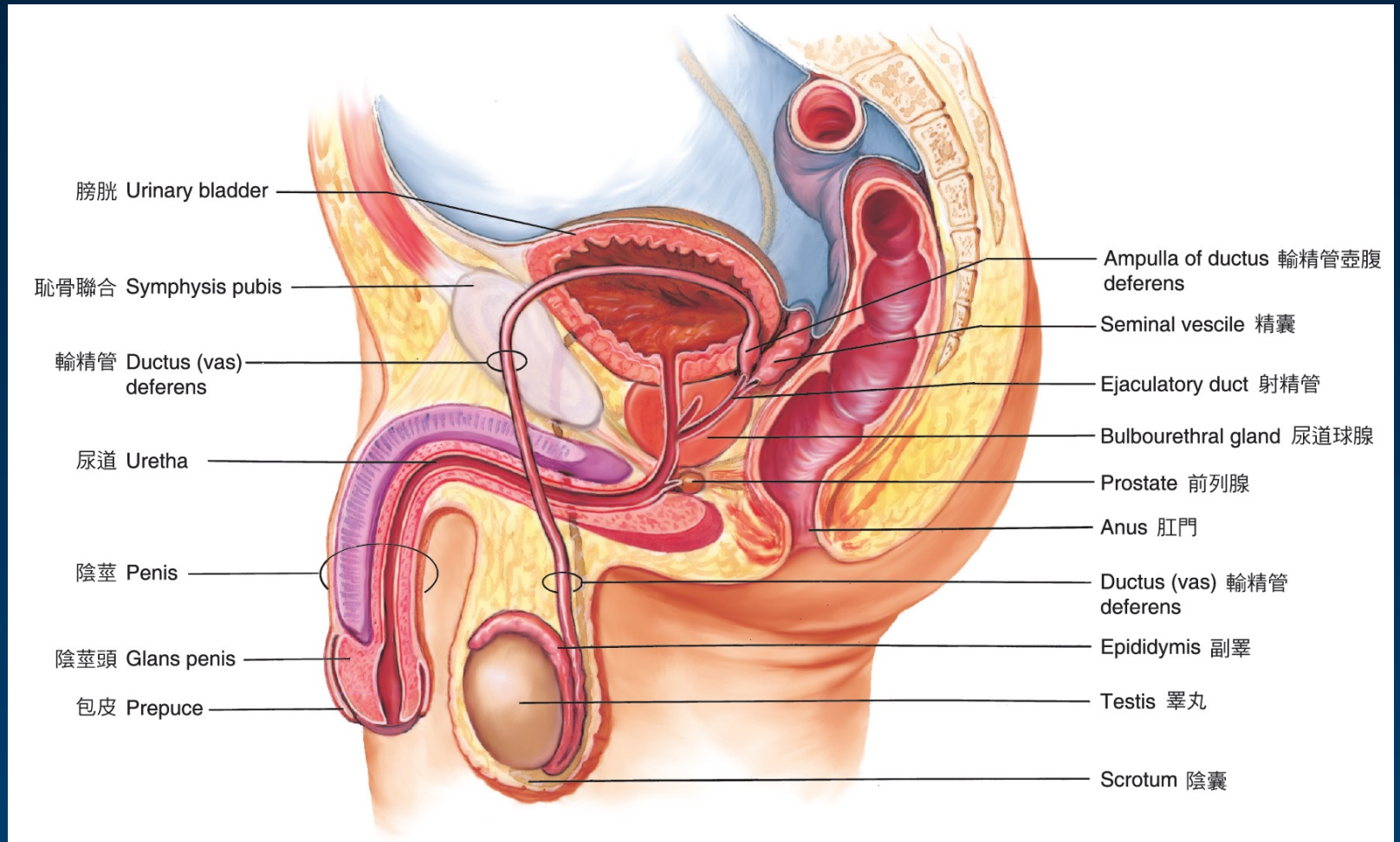
- 圖 15.8 精原細胞至精細胞的過程。當精原細胞發育成精細胞，大部分的細胞質會縮減，並且由圍繞著的賽托利細胞吞噬。

男性生殖道-1

- 副睪
 - 成熟精子的儲存
- 輸精管
 - 輸送精子離開陰囊進到骨盆腔
- 射精管
 - 兩條輸精管匯合點
 - 接受自儲精囊 來的分泌液
 - 產生60%精液，精液富含果糖

男性生殖道-2

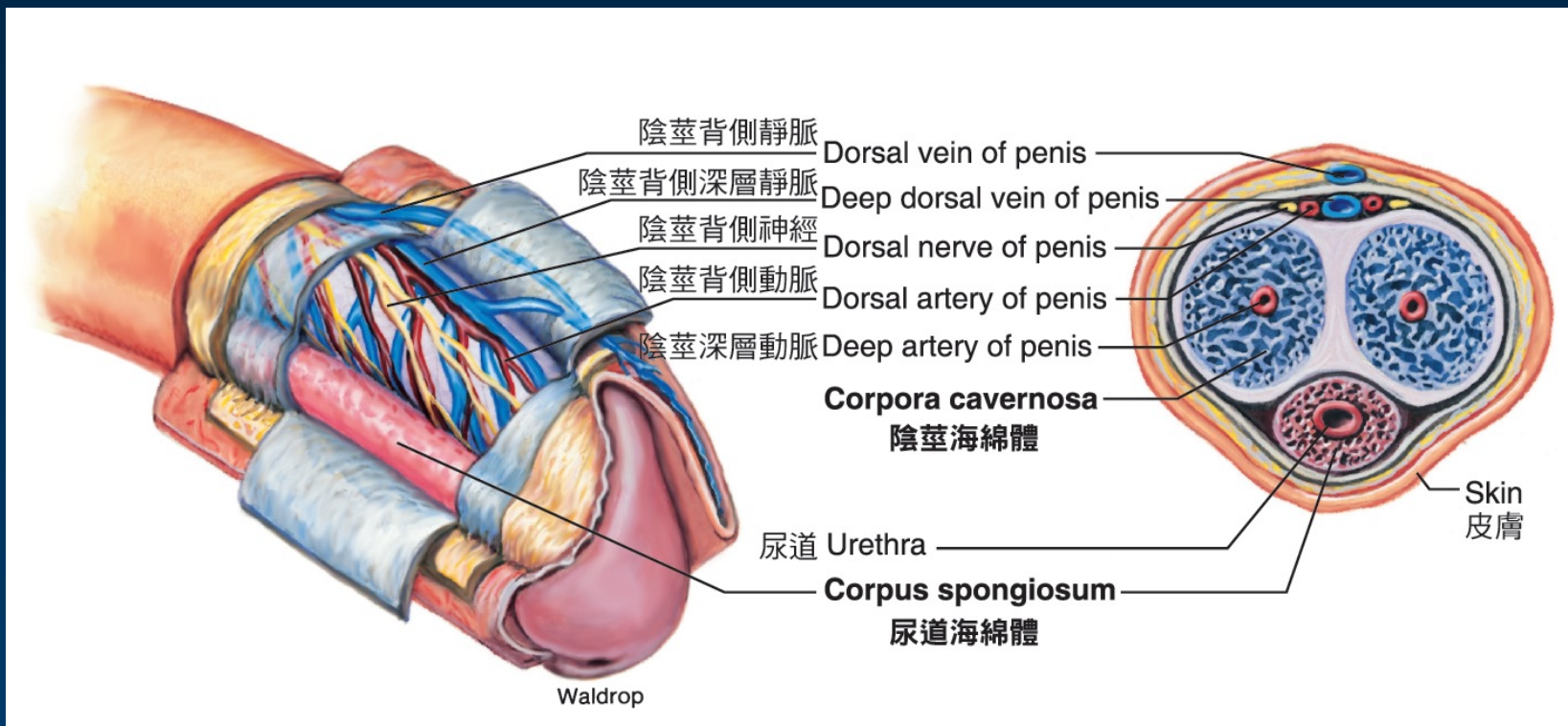
- 尿道
 - 輸送精液到外部區域
 - 接收前列腺體分泌物
 - 含有緩衝液和凝結蛋白



- 圖 15.9 男性生殖系統的器官。男性器官以矢狀切面圖表示。

陰莖

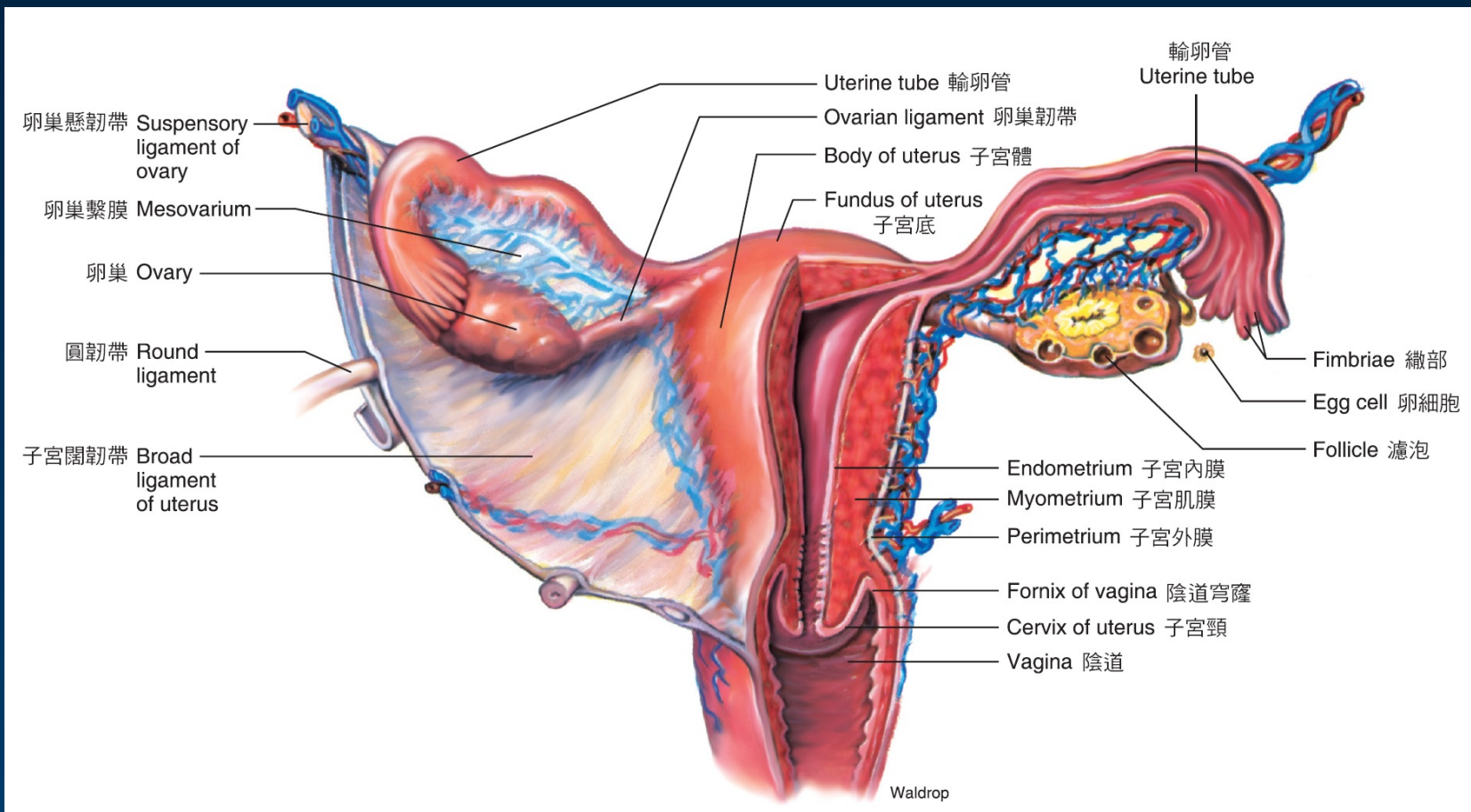
- 男性交配器官
- 尿道順著其腹側
- 勃起組織
 - 尿道海綿體
 - 陰莖海綿體
- 動脈控制血液流入勃起組織
 - 勃起由副交感神經誘導的血管舒張所產生，此種血管舒張讓血液進到陰莖海綿體。產生此種作用的主要神經傳導物質是一氧化氮（NO），其造成血管平滑肌舒張。



- 圖 15.10 陰莖的構造。以縱切面和橫切面圖顯示血液和神經以及勃起組織的排列。

15.2 女性生殖系統取決於卵巢功能

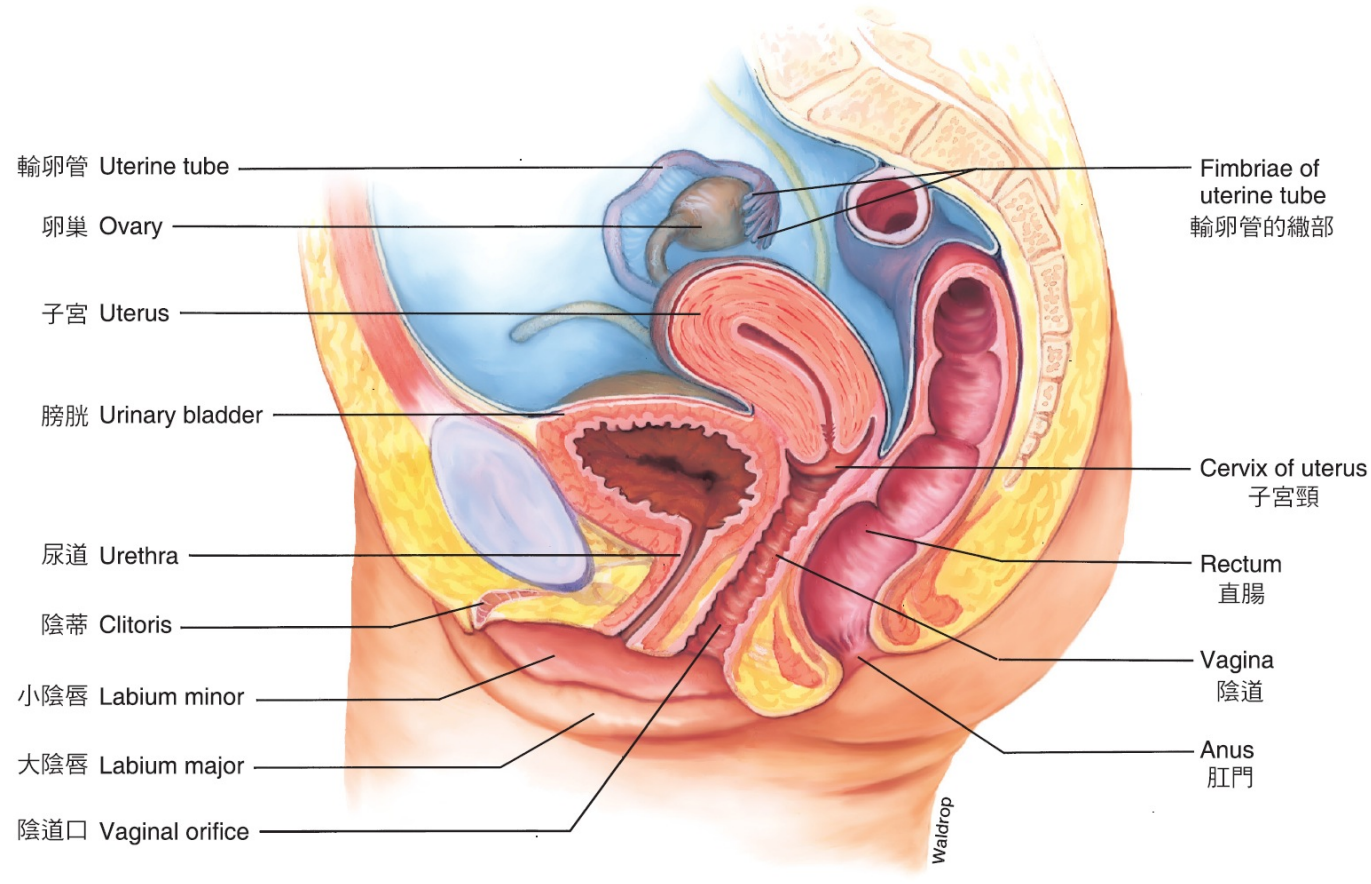
- 卵細胞在排卵期自卵巢釋出，經過輸卵管送到子宮。卵一直到受精才完成減數分裂，且如果受精，胚胎會植入子宮內膜。每個卵在自己的濾泡內發育，而且卵細胞和濾泡的發育伴隨卵巢激素分泌週期的變化。這些週期性的激素變化造成子宮內膜變厚和剝落，主要發生在月經週期期間體內的變化中。



- 圖 15.11 子宮、輸卵管和卵巢。可以由背視圖看到支撐的韌帶。

女性的生殖道

- 輸卵管
 - 透過上皮層上的纖毛運動，將卵細胞引入輸卵管。
 - 授精處
- 子宮
 - 外層是結締組織，即子宮外膜。
 - 中層是厚的平滑肌層，即子宮肌膜。
 - 內層是複層上皮層，稱為子宮內膜。
 - 子宮頸
- 陰道



• 圖 15.12 女性生殖系統的器官。這些器官以縱切面顯示。

卵細胞

- 新生女嬰的卵巢有 200 萬個卵細胞，當進入青春期，卵細胞數目到達 40 萬個。僅有 400 個會在女性生育期排出。
- 每個初級卵細胞皆位於一個中空球體細胞，稱為初級濾泡。
- 在受 FSH 刺激之前，濾泡是初級濾泡，內含初級卵母細胞。

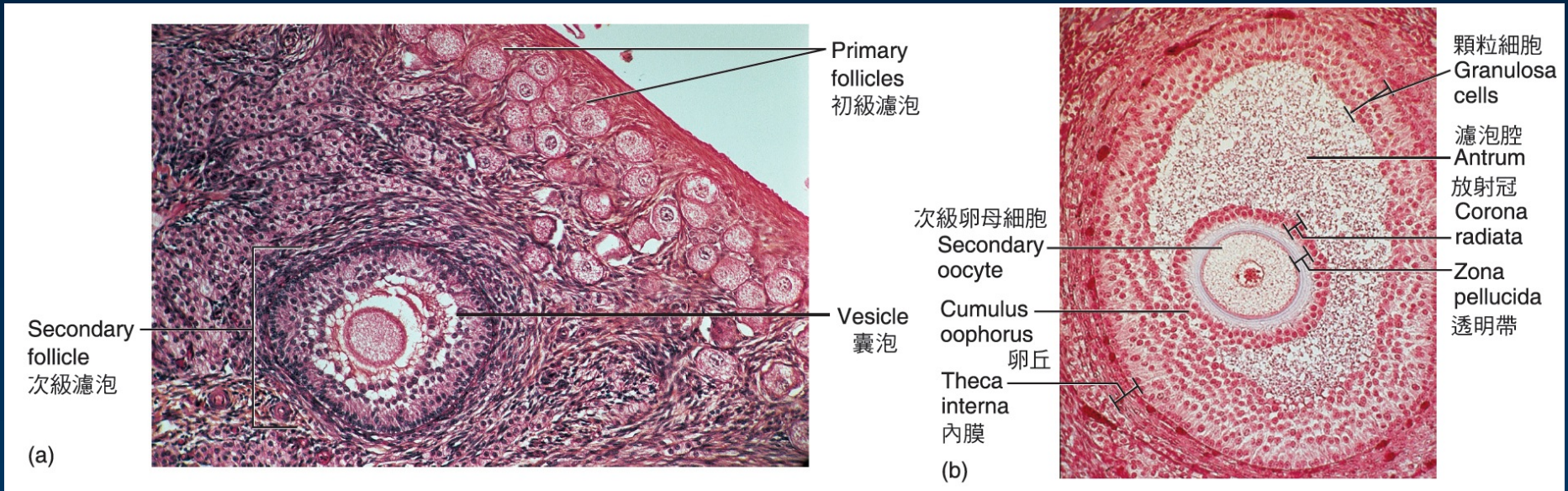
卵巢濾泡發育-1

- 月經後，FSH 刺激兩個卵巢之一的一些濾泡，造成濾泡生長和發育。
- 濾泡細胞進行細胞分裂，產生顆粒細胞圍繞卵細胞，並填滿濾泡。在月經週期階段增加分泌雌二醇。
- 次級濾泡
 - 一些成長的濾泡會發育成充滿液體的囊泡。

卵巢濾泡發育-2

- 拉格夫氏濾泡

- 次級濾泡的其中之一會持續生長，濾泡內的囊泡形成單一液體填充的濾泡腔。
- 此濾泡將變得很大，在卵巢表面形成一個薄狀的突起，準備在排卵期時排出卵細胞。



- 圖 15.13 卵巢的電顯圖。(a) 初級濾泡和一個次級濾泡；(b) 格拉夫氏濾泡。卵丘細胞是由一群支持次級卵母細胞的顆粒細胞。放射冠為顆粒細胞的環，是圍繞在卵細胞外的透明帶。內膜細胞為卵巢濾泡的內壁，會產生雄激素，而顆粒細胞將其轉變為雌二醇。

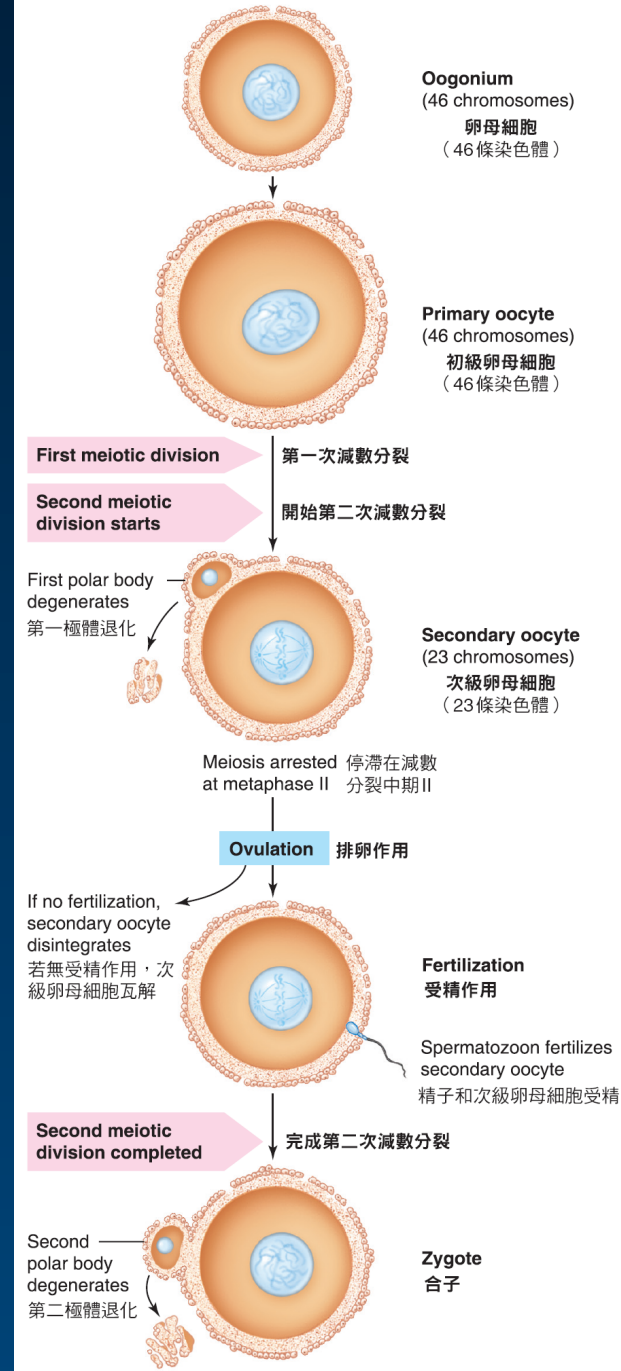
卵子生成-1

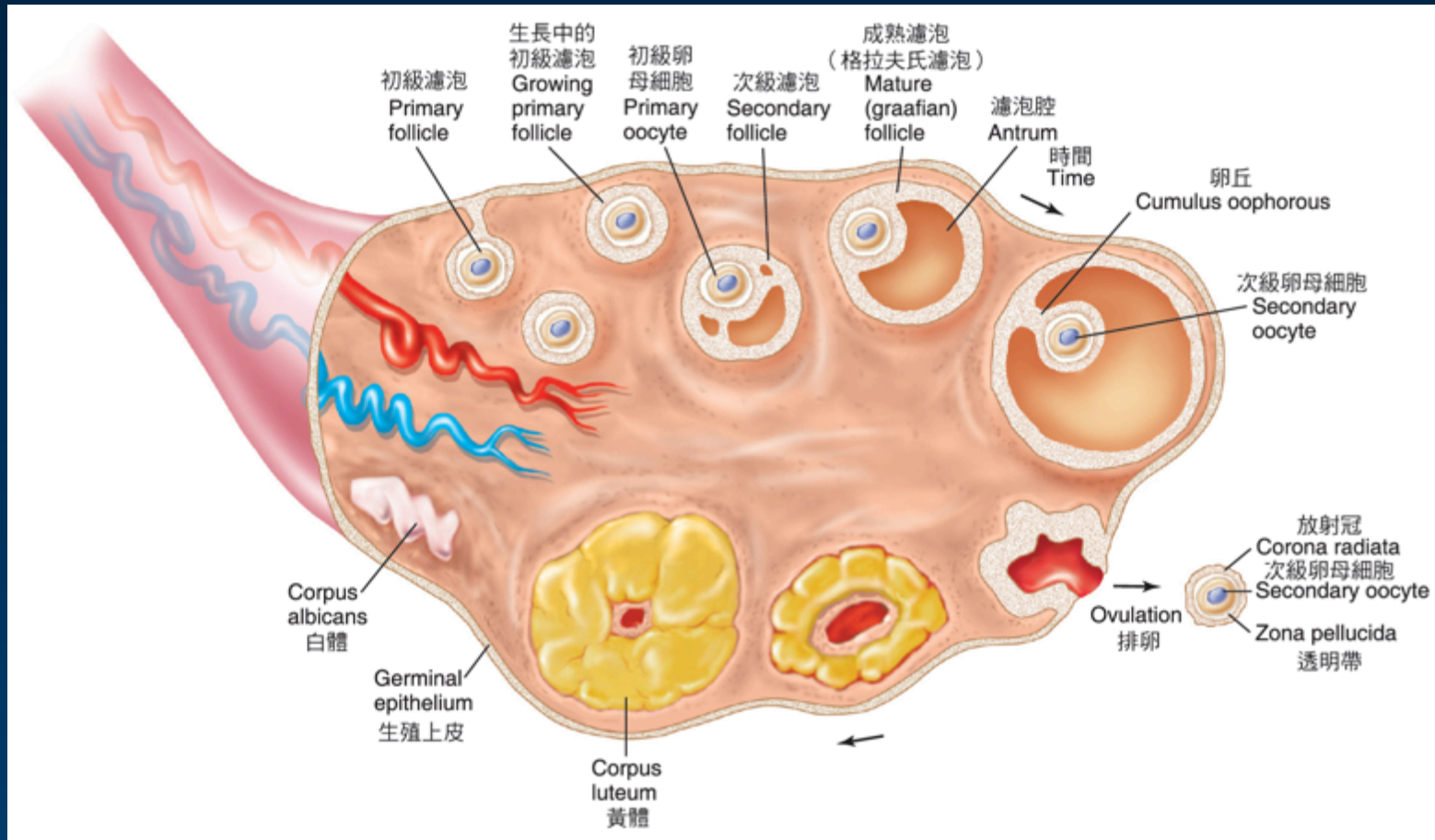
- 一個成熟、準備好接受受精的卵細胞，其發育過程稱為卵子生成。
- 當初級卵母細胞完成第一階段的減數分裂，可以產生兩個細胞，每個都包含單倍染色體數目（23 條）。
- 初級卵母細胞的分裂產生一個與初級卵母細胞一樣大的次級卵母細胞。
 - 另一個姐妹細胞（即為極體）非常小，而且最終會退化。

卵子生成-2

- 如果未受精，次級卵母細胞在排卵後約24小時之後瓦解；若是受精，則會導致次級卵母細胞完成第二次減數分裂。
 - 生成第二個極體。
 - 在較大的細胞內，這些染色體可以與精子內的單倍數染色體結合，產生合子。

- 圖 15.16 卵子生成。
 在減數分裂過程中，每一個初級卵母細胞會產生單倍體配子。如果次級卵母細胞受精，會形成第二極體，其細胞核和精子細胞融合成合子。





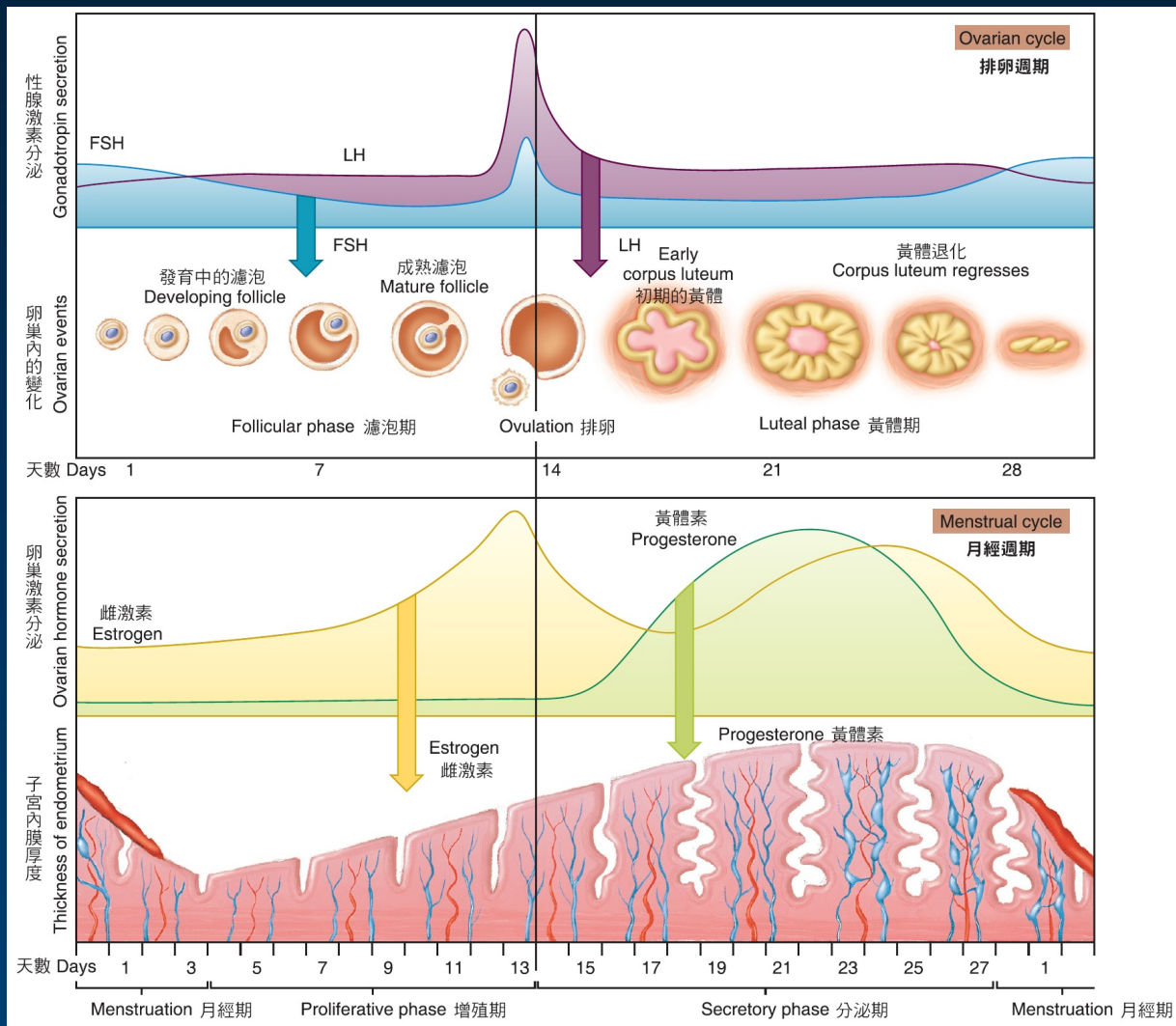
- 圖 15.18 卵和濾泡的發育時期。圖中表示在一個月週期內發生於卵巢內的不同時期。箭號指出不同時期的改變。

月經週期-1

- 平均一個週期為 28 天。
- 分以下階段：
 - 濾泡期：從第一天持續到大約第十四天（排卵日）。經過濾泡期，FSH 刺激濾泡的生長和成熟濾泡的形成。FSH 也刺激卵巢濾泡的顆粒細胞在濾泡期增加分泌雌二醇的量。

月經週期-2

- 排卵期：接近濾泡期的尾端，雌二醇分泌提高而提升對腦垂體前葉誘發正回饋作用，刺激腦垂體前葉快速地分泌 LH。這種 LH 激增發生在週期的第十三天，造成格拉夫濾泡在第十四天破裂，於排卵期排出次級卵母細胞。
- 黃體期：排卵之後，LH 刺激空的格拉夫濾泡變成黃體。黃體分泌雌二醇和黃體素，並在黃體期保持高量。接近未受精週期的末期時，黃體退化，雌二醇和黃體素分泌快速下降。然後，下一個濾泡期開始。



- 圖 15.19 排卵週期和月經週期。向下的箭號指出激素的作用。

子宮內膜週期性的變化-1

- 月經期

- 月經在第一天開始，並維持平均四天
左右。三分之二的子宮內膜（也就是其功
能層）剝落，並伴隨著流血。月經是因
血液內雌二醇和黃體素的下降而引起。這
兩種激素的分泌下降發生在前一次週期
的末期，原因是黃體的瓦解。

子宮內膜週期性的變化2

- 增殖期

- 增殖期是從第四天開始，直到第十四天（排卵當天）。若對應於卵巢的濾泡期，剛好就是正在成長的濾泡顆粒細胞增加分泌雌二醇的量。這些雌二醇導致子宮內膜內的細胞分裂，所以功能層變得較厚。螺旋動脈也在此時侵入子宮內膜。

子宮內膜週期性的變化-3

- 分泌期

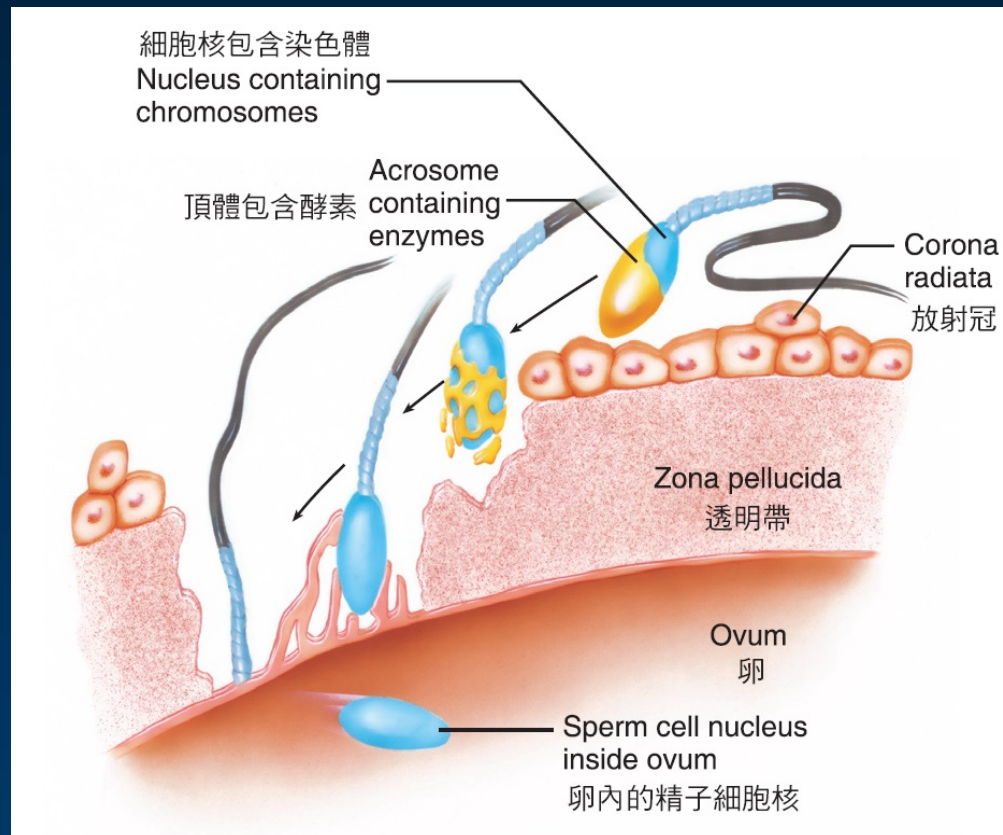
- 分泌期發生在卵巢處於黃體期時，並且結合雌二醇和黃體素的作用刺激子宮內膜達到最後成熟。這會造成子宮內膜變厚、高度血管化、外型海綿化，並且有多量的肝醣。總而言之，如果受精發生，這些變化會使得子宮變得很適合胚胎植入。

15.3 懷孕、分娩和哺乳期是女性生殖功能

- 胚胎分泌維持黃體的激素，即人類絨毛膜性腺激素（hCG），防止母親月經的發生。胚胎和胎兒的發育或懷孕，會伴隨胎盤的發育。胎盤有氣體交換、排毒、消除副產物和數種激素分泌的功能。一般相信胎盤透過激素分泌可以決定生產或分娩的時間。分娩之後，母親腦垂體分泌的泌乳素和催產素會促進泌乳，這是母親撫育嬰兒的能力。

授精-1

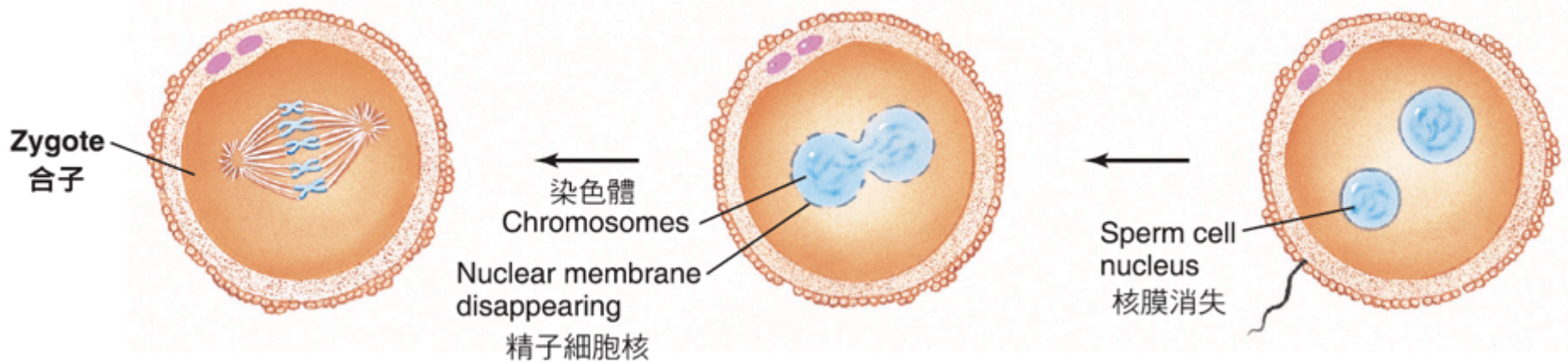
- 性交期間，男性射出平均約 3 億個精子到陰道，但大約只有 100 個精子存活並進入每個輸卵管。
- 當一個次級母卵細胞被釋放到輸卵管時，有兩層物質包覆其細胞膜：
 - 糖蛋白透明層，即為透明帶。
 - 顆粒細胞層，即為放射冠。
- 精蟲為了要使卵子受精，首先必須穿透這些層，這可透過頂體分解酵素的作用。



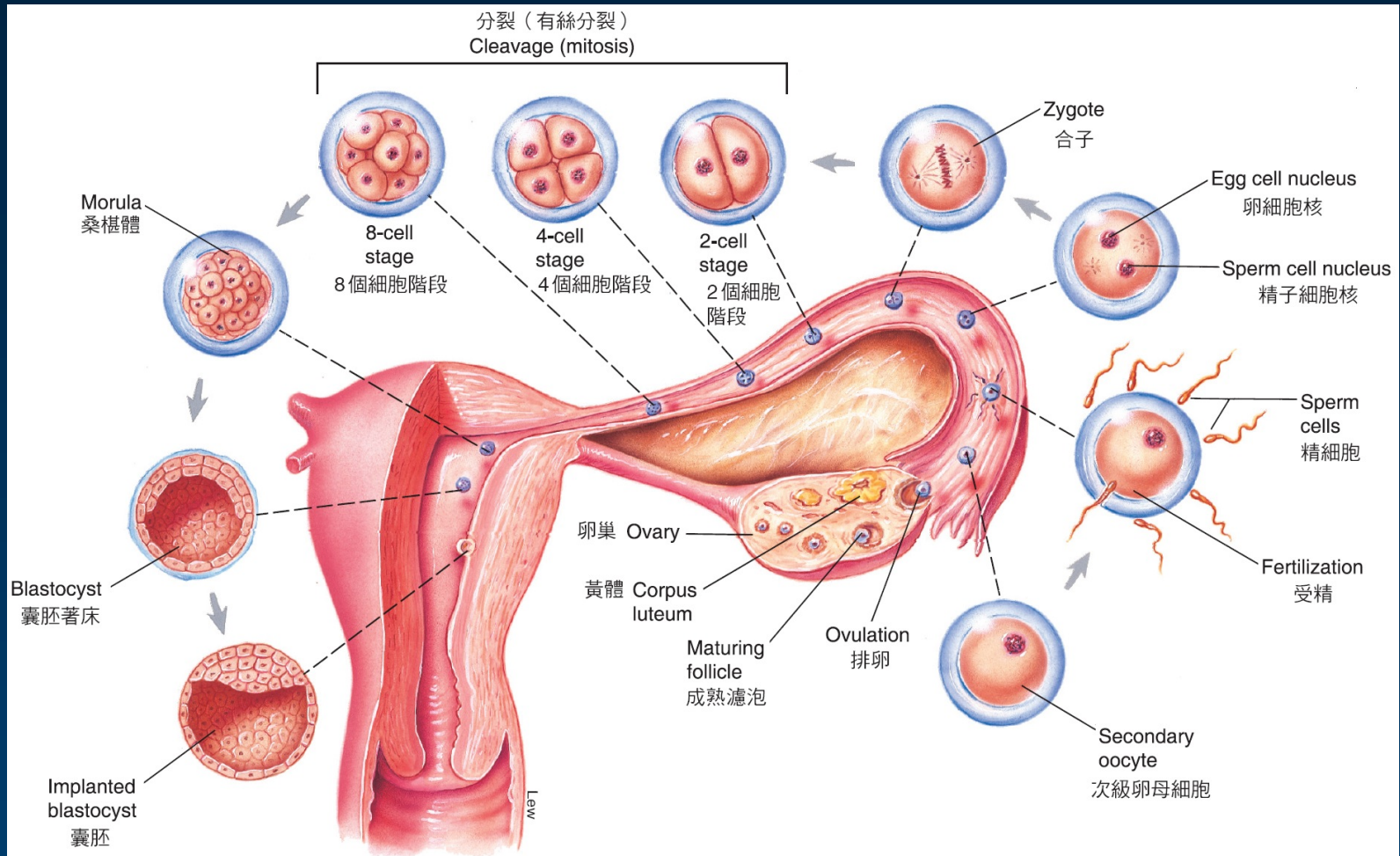
- 圖 15.21 受精作用。當精子到達卵細胞周圍的放射冠和透明帶時，頂體破裂並且釋放出分解酵素。接著，精子穿越放射冠和透明帶到達卵細胞。受精作用之後，精子的細胞膜和卵的細胞膜連接，精子的細胞核移動進入卵細胞的細胞質中。

授精-2

- 被排出的次級卵母細胞的減數分裂在中期 II 停止，但是當卵細胞被受精時，會完成分裂，形成另一個極體和受精卵細胞，稱為合子。
- 不久，合子會進行有絲分裂，形成兩個相等的細胞。



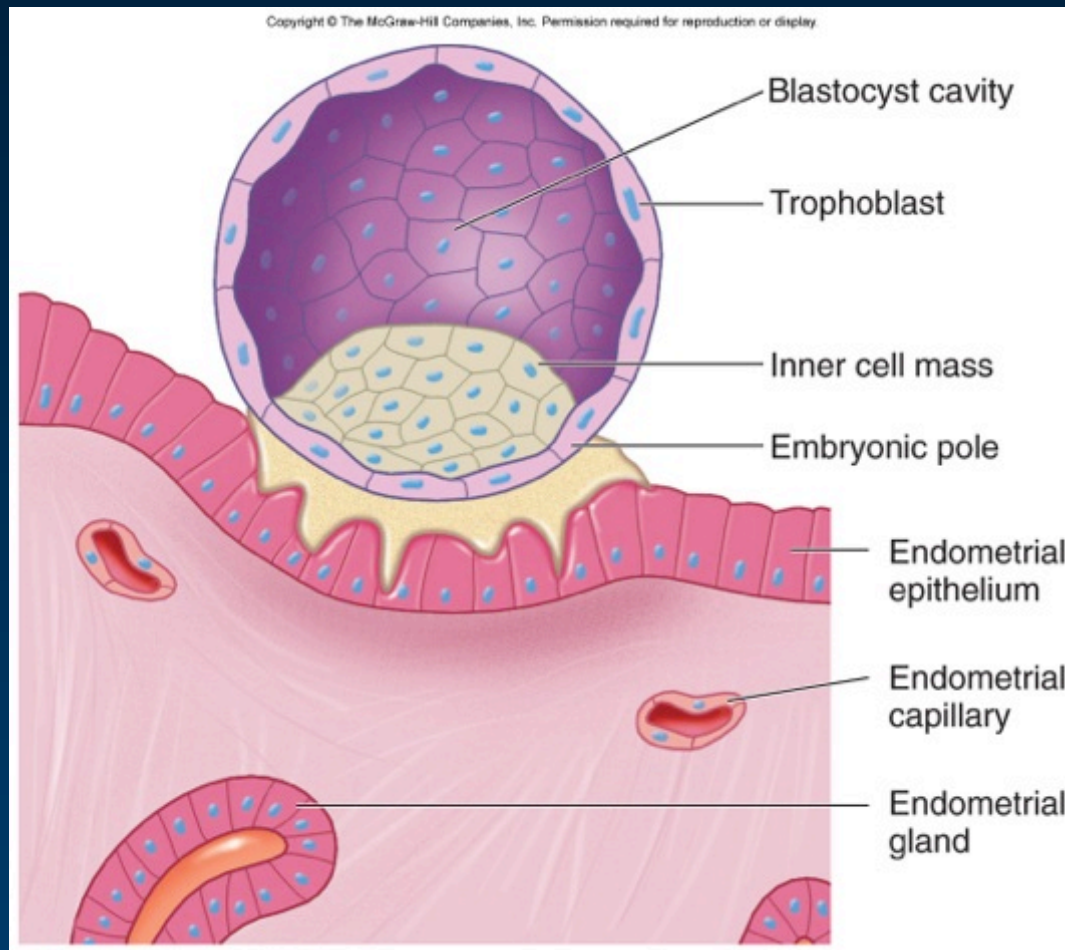
- 圖 15.22 雙倍體合子的形成。母體次級卵母細胞的單倍體染色體和父體精子的單倍體染色體結合，形成雙倍體的合子。當合子形成之後，其染色體會很快地進行有絲分裂。



- 圖 15.23 受精、分裂和囊胚的形成。圖中顯示出排卵週期、受精和受精之後第一週發生的變化。囊胚於第五天至第七天內開始著床，並且通常於第十天完成。

發育早期

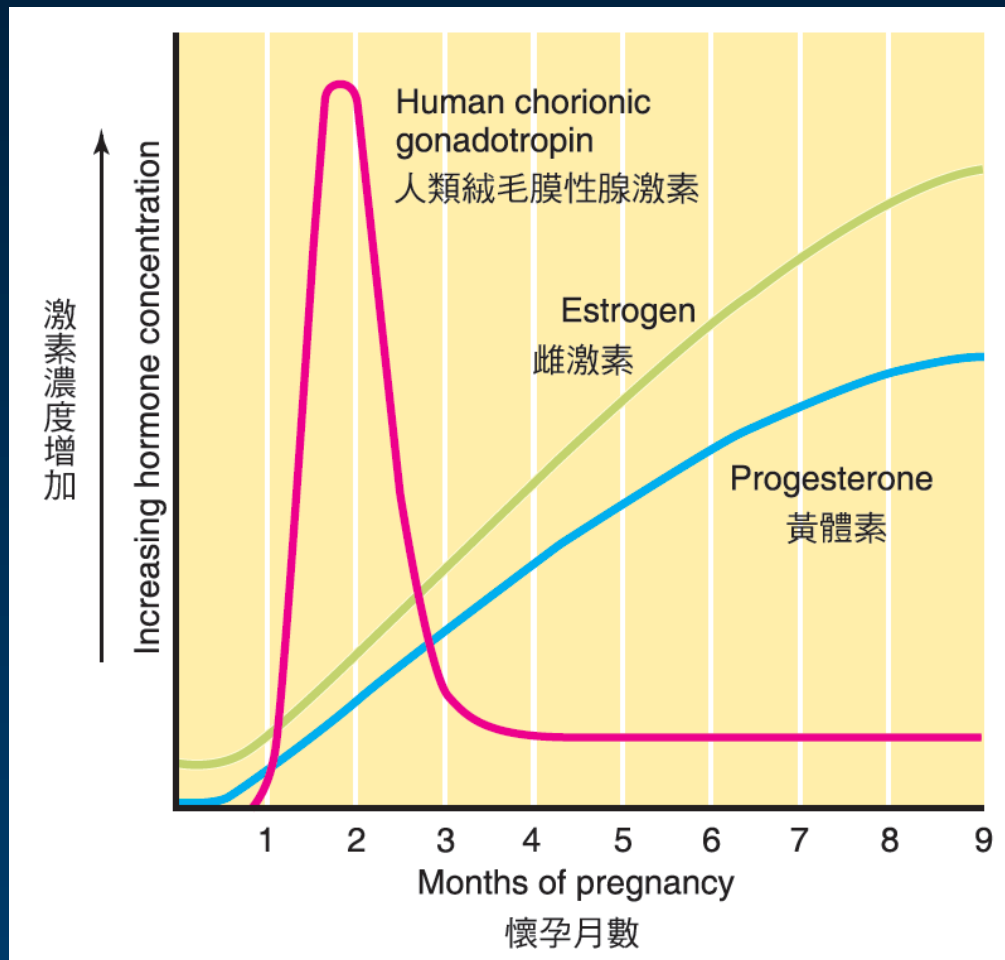
- 胚胎在受精後約三天到達子宮，第四天後32個細胞分裂成64個細胞。接下來兩天胚胎仍舊未附著在子宮內膜，在此期間，胚胎變成囊胚。
 - 內細胞質塊將會成為胎兒。
 - 環繞的膜，稱為絨毛膜，將會成為胎盤的一部分。形成絨毛膜的細胞成為滋養層細胞。
- 受精後的第六天，囊胚附著於子宮內膜，並開始著床。



- 圖 15.24 囊胚的著床。囊胚在受精之後第六天附著於子宮內膜，在第七天完全埋入子宮內膜。

著床

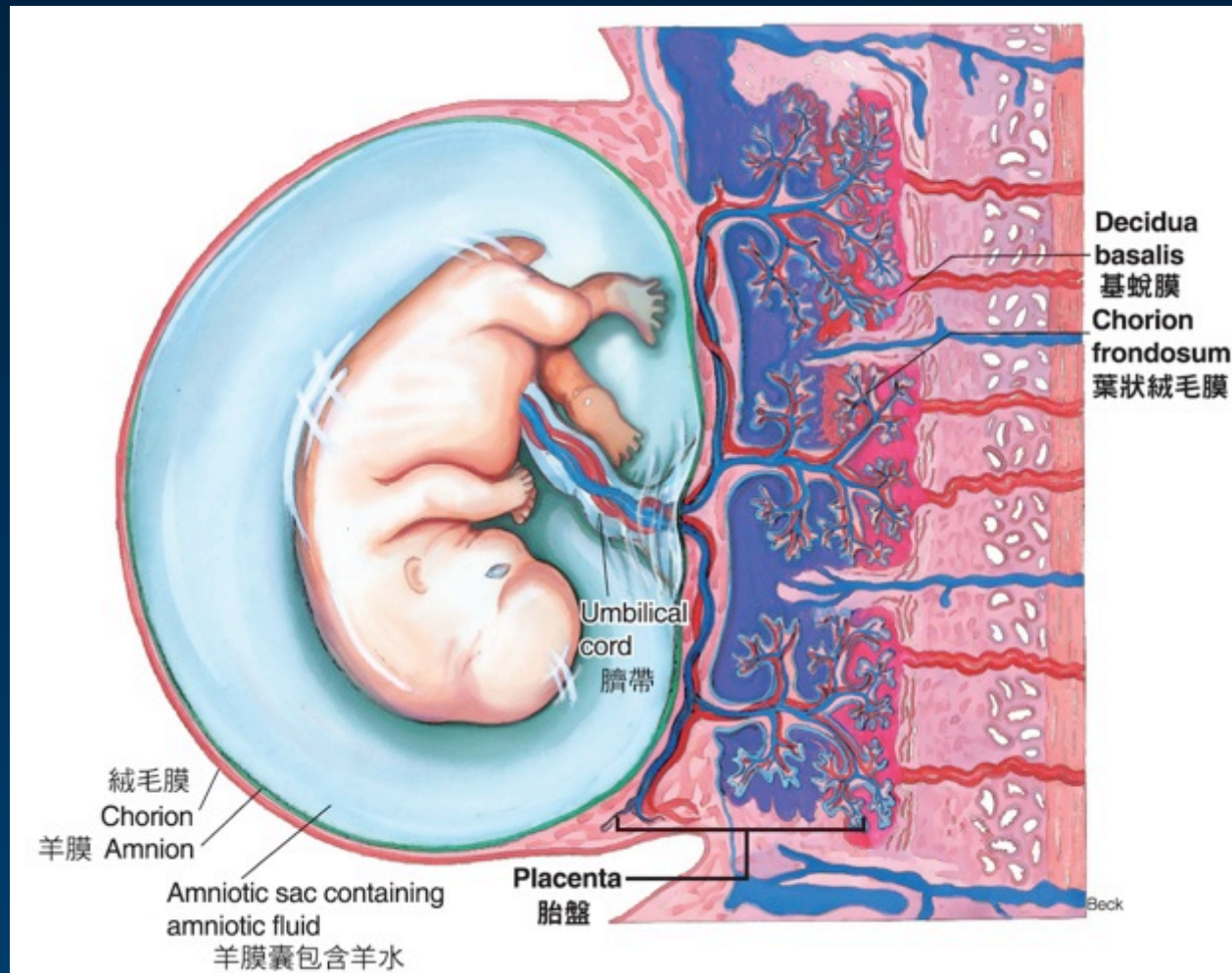
- 絨毛膜的滋養層細胞分泌人類絨毛膜性腺激素
 - 作用很像 LH
 - 可以防止黃體萎縮，直至懷孕第五到六週。
 - 維持雌二醇和黃體素分泌直到胎盤發育。



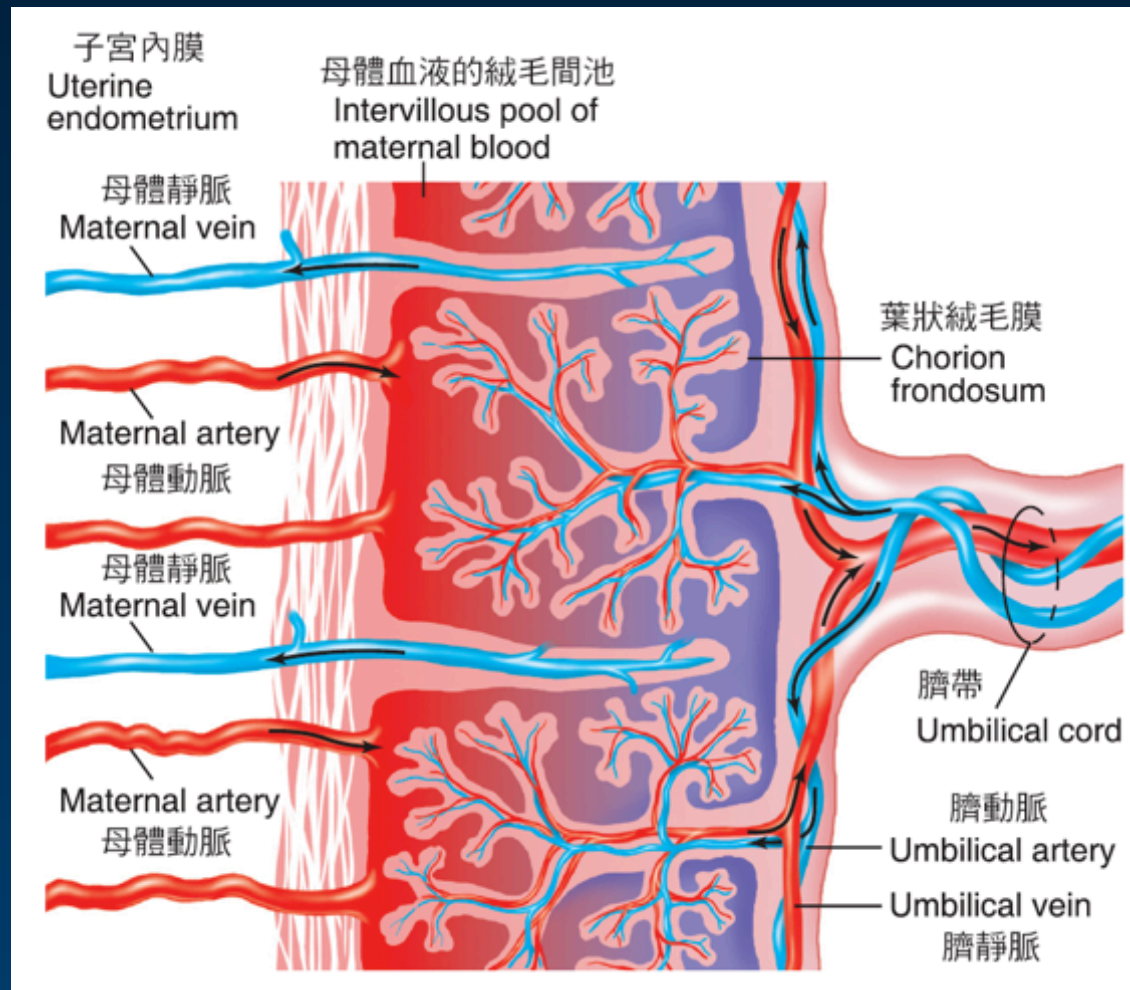
- 圖 15.25 人類絨毛膜性腺激素的分泌。此激素由懷孕第一期時的滋養層細胞所分泌，並且用以維持母體黃體至五週半。在此時期之後，胎盤變成主要性激素產生性腺，增加懷孕期間雌激素和黃體素的分泌。

胎盤

- 是葉狀絨毛膜（胎兒組織）和基蛻膜（母親組織）的組合。
- 外部表面和絨毛膜的平滑部分是相連的，並突出到子宮腔內。
- 讓母體和胎兒間血液的交換。
- 具排毒功能。



- 圖 15.26 羊膜囊和胎盤。胚胎的血液由臍動脈和臍靜脈進出葉狀絨毛膜。介於絨毛膜絨毛間的母體組織為基蛻膜；此組織和絨毛膜絨毛形成具有功能的胎盤。胎兒位於充滿液體的羊膜囊內。



- 圖 15.27 胎盤的血液循環。母體血液運送進出絨毛膜絨毛。兩條臍動脈的分支將胎兒血液送到胎盤，並由一條臍靜脈(充氧)的分支將血液帶入胎兒。

胎盤激素-1

- 雌激素和黃體素
 - 胎盤分泌的黃體素和雌二醇一同在發育階段維持子宮內膜，促進乳腺的發育，並產生懷孕期的其他作用。
- 人類絨毛膜性腺激素
 - 這種激素類似於 LH 的作用，有助於在懷孕第五週半時期維持母體的黃體。

胎盤激素-2

- 人類絨膜體乳促素
 - 這種激素類似於腦垂體前葉激素（生長素和泌乳素）的作用。
- 胎盤促皮質素釋放荷爾蒙
 - 這種激素被認為與人類開始分娩的時間有關。

分娩激素-1

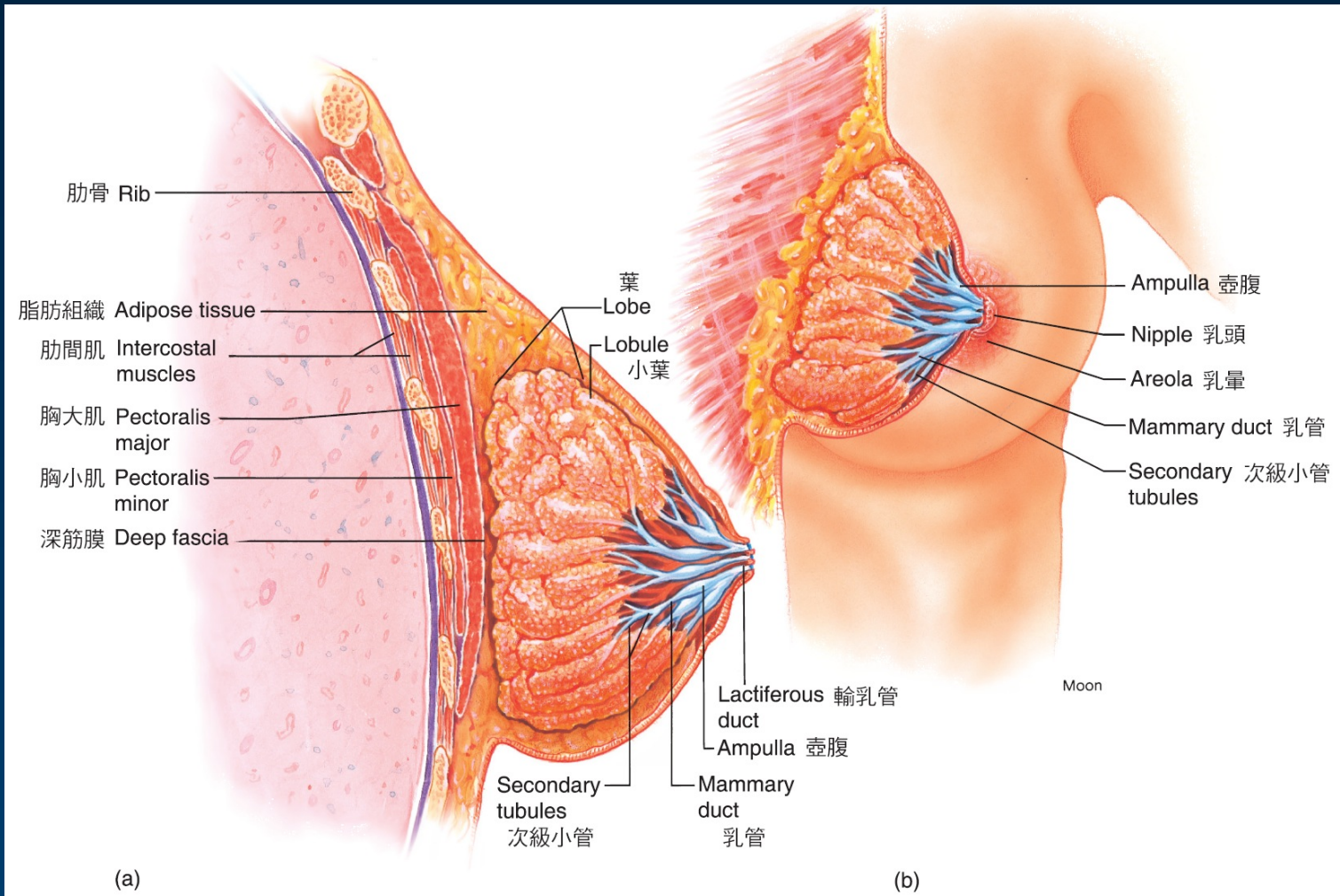
- CRH 刺激 ACTH 自腦垂體前葉分泌，因此可體松可以自胎兒和母體的腎上腺皮質分泌。然後，可體松以正回饋迴路機制刺激胎盤分泌更多的 CRH。此外，可體松也促進胎兒肺部（刺激肺部表面活性劑的產生）和其他組織的成熟。

分娩激素-2

- 分泌的 ACTH能刺激胎兒腎上腺皮質分泌 DHEA。
 - 可以很快速地在胎盤內轉換成雌激素，抑制子宮對黃體素的敏感，誘發分娩。
- 一旦開始分娩，在生產時腦垂體後葉分泌的催產素和前列腺素會刺激子宮肌膜的收縮。
 - 前列腺素是在子宮內產生的調節性脂肪酸。

哺乳-1

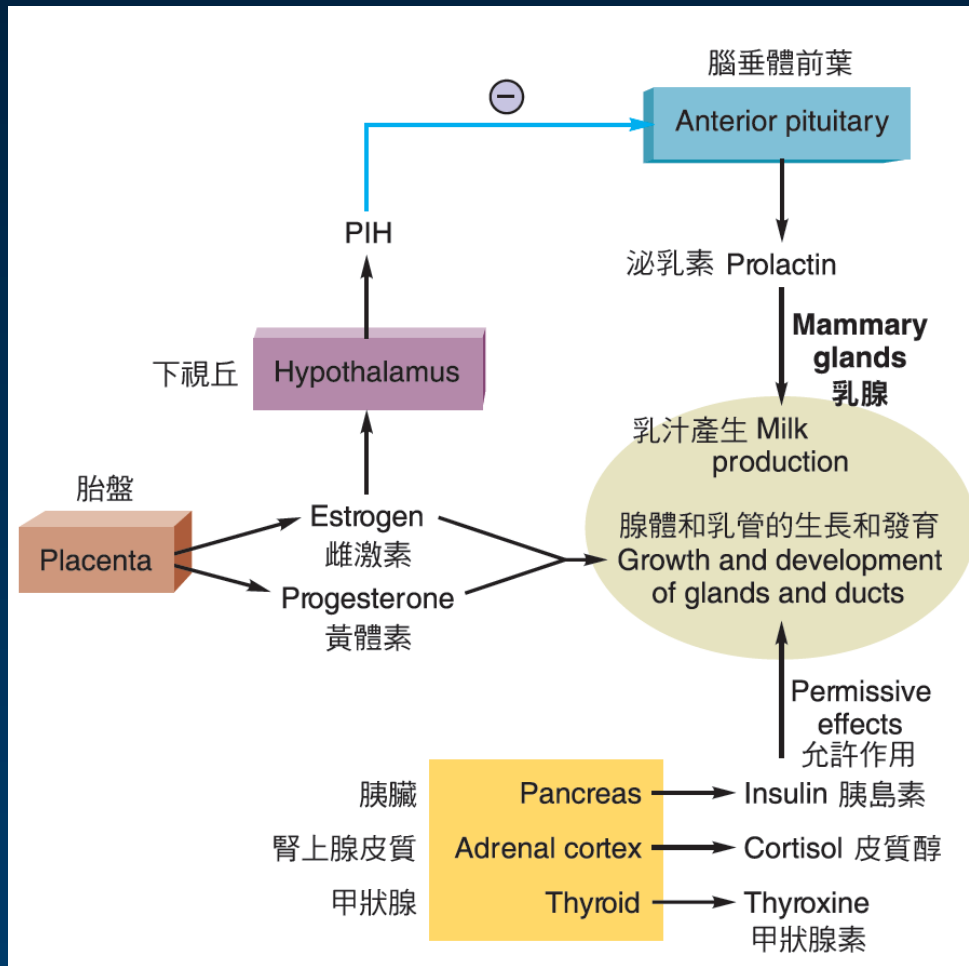
- 每個乳腺由 15 到 20 葉組成，葉間由脂肪組織分開。
- 每葉由小葉所組成，小葉包含腺體小泡，可以讓哺乳婦女分泌乳汁。
- 乳汁被分泌到乳管，匯合形成輸乳管將乳汁流到乳頭。



• 圖 15.28 乳房和乳腺的構造。(a) 矢狀切面和 (b) 部分的正視圖。

哺乳-2

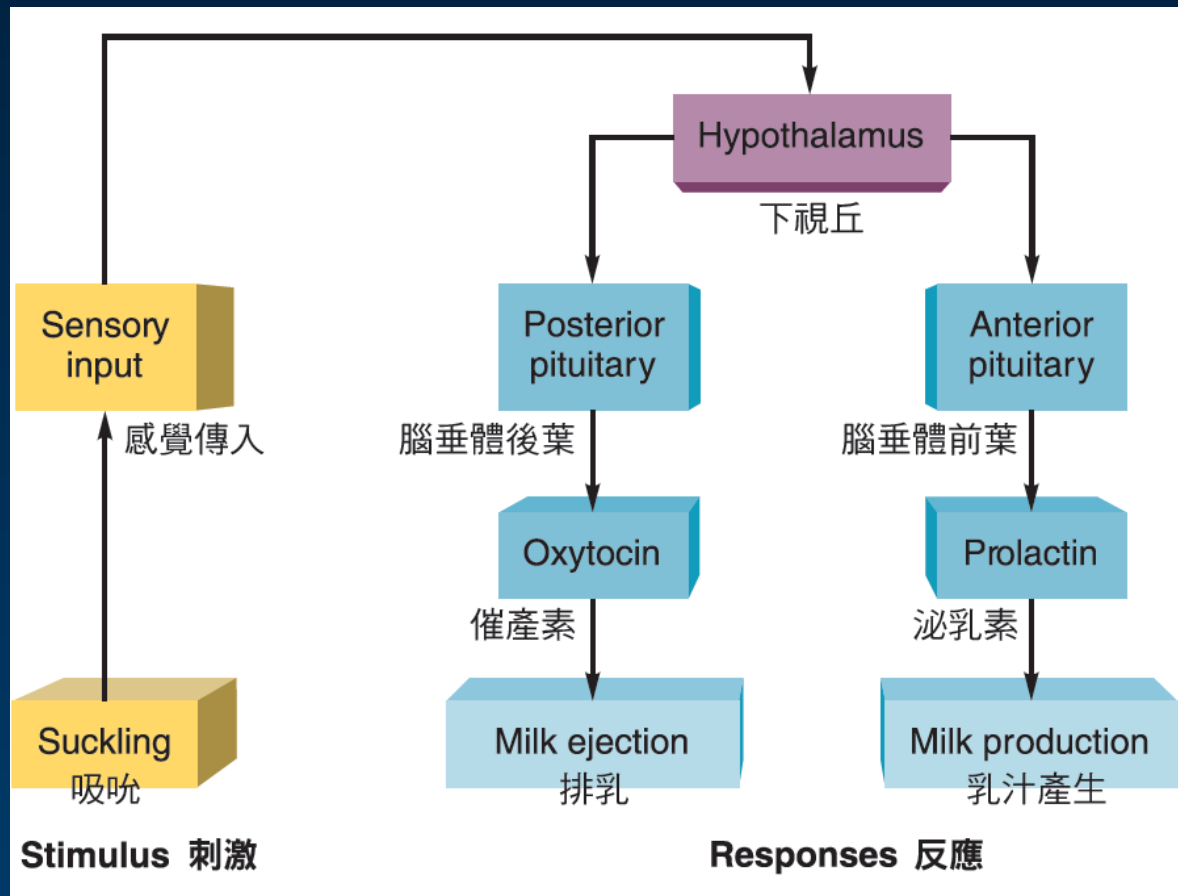
- 乳腺在懷孕期生長和發育
 - 雌激素刺激輸乳管的增生，而黃體素刺激乳腺小泡的發育。
 - 雌激素刺激下視丘分泌泌乳素抑制激素（PIH）。
 - PIH 會抑制腦垂體前葉分泌泌乳素，此激素則刺激乳腺產生乳汁。



- 圖 15.29 乳腺發育和泌乳的激素調控。懷孕時，雌激素抑制泌乳素分泌來抑制乳汁產生。此抑制作用是由下視丘分泌泌乳素抑制激素（PIH）的刺激所導致。

哺乳-3

- 當分娩後，胎盤被排出，血液內雌激素濃度急速下降，造成下視丘停止分泌 PIH。
 - 腦垂體前葉分泌大量的泌乳素刺激乳腺產生乳汁蛋白。
- 嬰兒吸吮動作刺激乳房內神經末梢，其傳遞神經衝動到下視丘抑制 PIH 的分泌。
- 嬰兒吸吮也導致催產素自腦垂體後葉的反射分泌。當催產素在泌乳婦女反應吸吮時被分泌出來，會刺激輸乳管的收縮，導致排乳反射或是排乳。



- 圖 15.30 乳汁產生和排乳反射。泌乳發生的兩個時期：乳汁產生（由泌乳素刺激）和排乳（由催產素刺激）。吸吮刺激引起神經內分泌反射，可以導致催產素和泌乳素分泌增加。