

母牛的生殖解剖與生理

新竹分所 陳一明 陳怡璇 李國華編譯

本文由美國 Select Sires 之同意授權做為教育推廣使用，內文出自該公司網頁(如參考文獻)。

酪農或是配種人員要能對母牛成功的人工授精(AI)，是基於人員對於母牛的生殖解剖與生理有深入的瞭解。對母牛進行 AI 之前，配種人員腦海中應該要浮現母牛生殖道構造，並觀察母牛各種發情徵兆，以判斷 AI 的最佳時機。此外也要熟悉激素荷爾蒙如何調控母牛的發情週期，以及如何促使母牛懷孕。

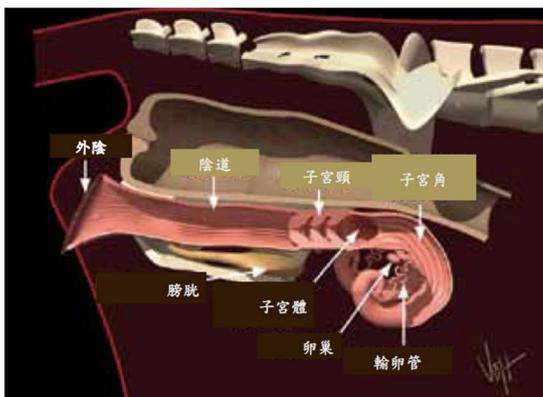


圖 1.母牛生殖系統的剖面圖

首先，我們先來看圖 1 母牛的生殖系統剖面圖。母牛生殖系統之基本構造包括兩個卵巢(ovary)、兩條輸卵管(oviduct)、兩個子宮角(uterine horn)、一個子宮體(uterine body)、一個子宮頸(cervix)、一個陰道(vagina)與外陰

(vulva)。膀胱位於生殖系統的下方，連接位於陰道底部的尿道開口，而直腸位於生殖系統的上方。

外陰是生殖系統的對外開口，它具有三個主要功用：供尿液通過、交配的開口與產道的一部份。外陰的構造包括陰唇與陰蒂，陰唇位於陰道開口兩側。當母牛沒有發情的時候，陰唇會比較乾燥與出現很多皺紋；當母牛接近發情時，通常陰唇會開始有紅腫且濕潤的現象。

陰道長度約 6 英吋(15.2 公分)，是一路從尿道口延伸到子宮頸。在自然交配的過程中，公牛射精只能射在陰道的前半段。母牛分娩時，陰道也是產道的一部份。

子宮頸是一個厚壁的器官，連接陰道與子宮體(圖 2)。

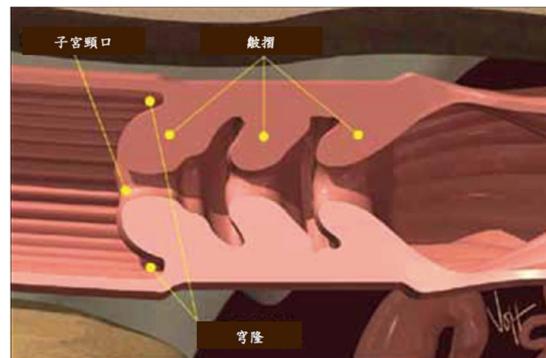


圖 2.母牛子宮頸剖面圖特寫

光泉廠農通訊(111)

<http://www.kuangchuan.com/09Life/Life05.aspx>

子宮頸是由緻密的結締組織與肌肉組成，進行母牛 AI 時主要的標地物。子宮頸口向後方的陰道延伸形成一個 360 度的盲袋，這個盲袋完全包覆子宮頸口稱為穹窿。子宮頸內部的結構包含 3-4 個圓環或皺摺，這些圓環與皺摺促成子宮頸的主要功能，也就是保護子宮體免受外在環境的侵犯。子宮頸向前方的子宮體敞開，而子宮體長約 1 英吋（2.5 公分），是兩個子宮角和子宮頸之間的連接點，同時也是 AI 過程中注射精液的位置。

從子宮體向前端延伸，生殖系統的構造開始一分為二(圖 3)，子宮體主要功能是提供適合胎兒發育的環境，向前延伸的兩個子宮角是由三層肌肉和綿密的血管網絡所組成。解剖構造上，子宮體較子宮角來得短。

不論在自然配種或 AI 的情況下，母牛的子宮肌肉會受催產素 (oxytocin) 與雌性激素 (estrogen) 雙重作用下，子宮會呈現節律性的收縮，幫助精子運送到輸卵管(圖 4)。

輸卵管顧名思義代表運輸卵子的部位，另外一個英文用語為 fallopian tubes。在顯微鏡下面的輸卵管結構有數個不同的區域，依序如下。輸卵管最靠近子宮角的部位稱

為峽部(isthmus)，峽部與子宮角之間連接處稱為子宮-輸卵管銜接部 (utero-tubal junction) 或簡稱為 UTJ。UTJ 具有篩檢異常精子的功能，峽部則是貯存健康精子的部位(圖 5)。

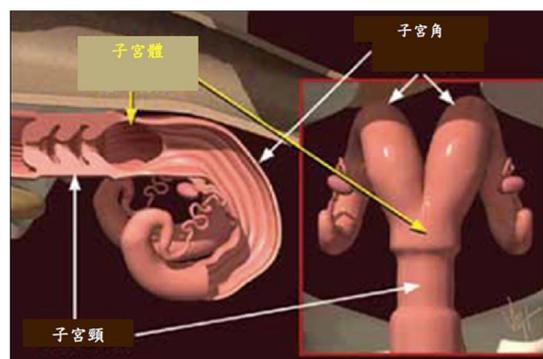


圖 3.母牛子宮體與向前延伸一分為二的子宮角

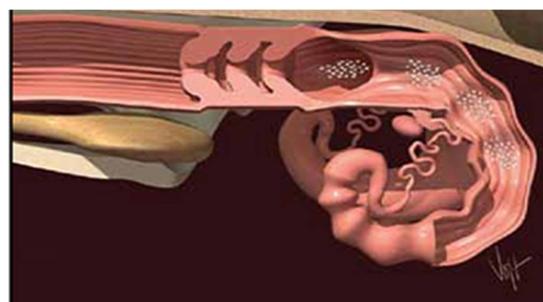


圖 4.子宮收縮有助於精子運送



圖 5.輸卵管的結構區分為子宮-輸卵管銜接、峽部、壺腹等不同功能區域

研究表示，精子一旦進入峽部，健康的精細胞(spermatozoa)會附著在峽部壁上，在此同時，精細胞膜發生許多複雜的生理變化並受到調控，這對於接下來是否具受精能力至關重要。這些複雜的變化稱為獲能作用(capacitation)。配種後約5~6小時，峽部才充滿足夠數量且完成獲能作用具受精能力的精子。

輸卵管最接近卵巢的上端稱為壺腹(ampulla)。壺腹的內部較峽部寬敞，促使卵子更容易通過，這部位也是精卵受精的地方。排卵時會釋放某些化學信號來刺激精子從峽部壁釋放出來，促使精子繼續前往壺腹的受精部位。

輸卵管的開口端是一個大型喇叭狀的結構，圍繞者卵巢，稱為繖部或喇叭口(infundibulum)，此主要功能是接住卵巢排出的卵子，使卵子不會掉入腹腔(圖6)。繖部和壺腹內類毛狀結構會節律性的擺動，使卵子與卵子周圍的卵丘沿著輸卵管向下移動至受精部位(圖7)。

卵巢是母牛生殖道的主要器官。卵巢具有兩種功能：產生卵子與在發情週期不同階段下產生雌性激素(也稱動情激素，estrogen)與黃體激素(也稱助孕素，progesterone)。在卵



圖6. 繖部會接取卵巢排出的卵子並將卵子引導入輸卵管

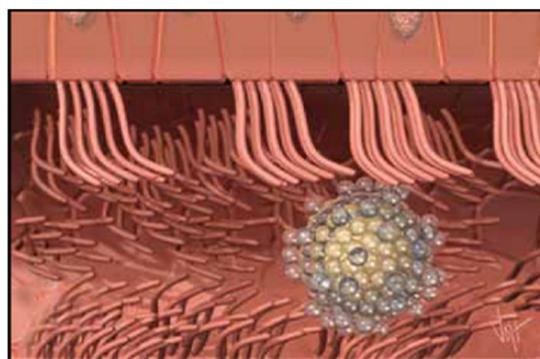


圖7. 卵子和卵丘通過類毛狀結構輸送到輸卵管中

巢表面，通常可以發現兩種不同類型的結構，分別為濾泡與黃體。

濾泡內充滿液體，呈類似水泡狀結構，其中含有發育中的卵母細胞或卵子(圖8)。通常，每個卵巢上存在有許多濾泡，大小從幾乎看不見到至直徑為1.8~2公分，其中最大的濾泡稱為「優勢濾泡」，當動物發情時，優勢濾泡是最有可能成為優先排出卵子的濾泡。隨著發情時間的流逝，卵巢上超過95%的其他濾泡會逐漸

消退和死亡，而沒有被排卵，進而被新生長的濾泡所取代。

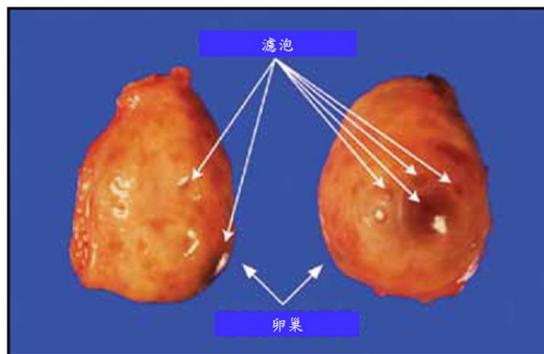


圖 8.卵巢上類似水泡狀的濾泡

在卵巢表面還會發現另一種結構，即為黃體(corpora luteum, CL)。黃體是前一個動情週期發生的排卵位置(圖 9)。除非兩側卵巢都有排卵，否則兩個卵巢應該只會有一個黃體。黃體通常從卵巢表面具有明顯隆起突出的特徵，這有助於在直腸觸診時進行識別。黃體有時也具有充滿液體的腔室，但黃體壁通常比濾泡厚得多，而且質地也更緻密。黃體“Corpus Luteum”是拉丁語表示“黃色身體”，雖然黃體的結構外觀通常為暗紅色，但從橫切面可看出亮黃色至橙黃色的內部構造。

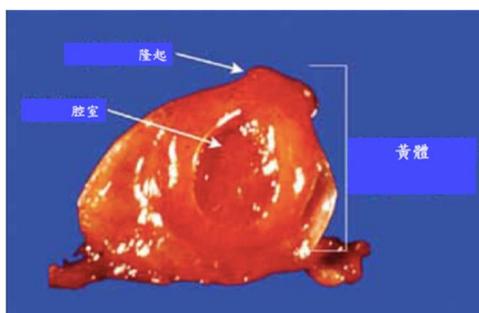


圖 9.母牛卵巢上黃體的橫切面構造

動情週期

在一段時間內，母牛生殖系統隨著激素濃度的變化，伴隨發生許多反應。母牛常規性的這種變化大約每 18 至 21 天重複一次，這種穩定的重複週期稱為動情週期 (estrous cycle)(圖 10)。

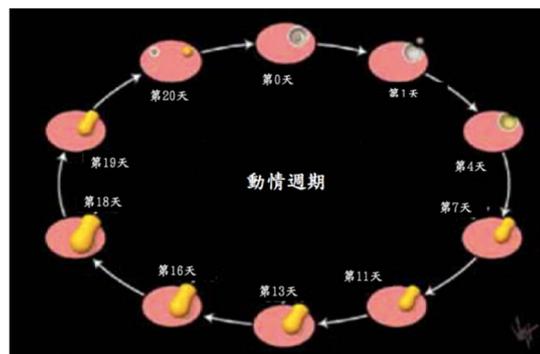


圖 10.母牛的動情週期

我們開始從動情週期的第 0 天開始說起。從觀察生殖道，我們可以看到以下幾件事情。一個卵巢上面有一個直徑約 1.5-2 公分的大濾泡，該濾泡內有一個即將排出的成熟卵子，濾泡內壁的細胞正在產生雌性激素(動情激素, estrogen)(圖 11)。雌性激素通過血液輸送到母牛其他器官，引發其他器官發生各種反應。例如：雌性激素提高子宮的敏感度刺激子宮縮收，並幫助受精後精液在生殖道的運送；促使子宮頸分泌黏液以潤滑陰道。雌性激素也負責母牛所有發情跡象，包括；外陰紅腫、允許其他牛隻駕乘、食慾下降、大聲鳴叫、耳

朵豎立等行為，這只是其中幾種發情徵候。

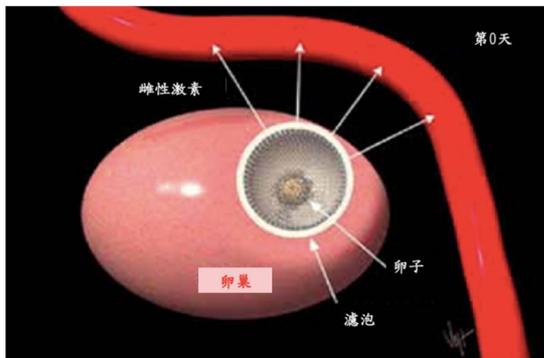


圖 11.濾泡生成會產生雌性激素並透過血液循環被輸送到身體各器官

到了動情週期第一天，濾泡破裂或稱為「排卵」，卵子被排到等待中的繖部(圖 12)。排卵過程前幾個小時，雌性激素的濃度下降，導致母牛不再顯示出常見的發情跡象。排卵後，在卵巢濾泡破裂的位置發育生成不同於濾泡結構的黃體細胞。

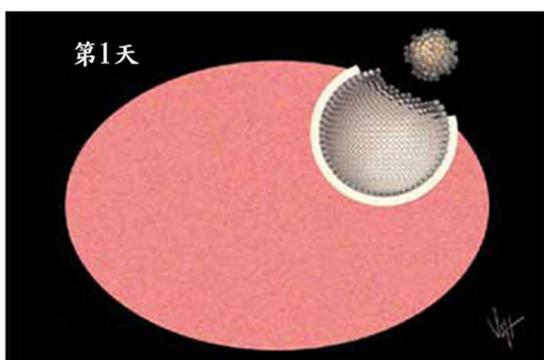


圖 12. 排卵後，在卵巢濾泡破裂的位置發育生成不同於濾泡結構的黃體細胞

接下來的 5-6 天中，這些黃體細胞迅速生長形成黃體(CL)，黃體產生

助孕素(孕酮、黃體激素, progesterone)。助孕素主要功能是讓子宮做好懷孕的準備(圖 13)。在助孕素的作用下，子宮為胚胎產生一種稱為子宮乳(uterine milk)的營養物質。同時，子宮頸受到助孕素的影響下形成粘液栓子，阻擋外源細菌或病毒入侵子宮。

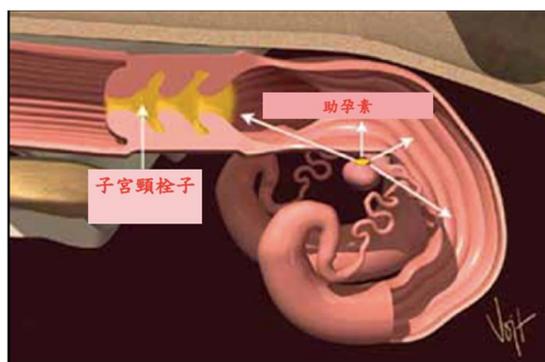


圖 13.黃體分泌的助孕素是為了讓子宮做好懷孕準備

助孕素也會調節大腦腦垂腺的促性腺激素分泌來防止動物再次發情(圖 14)。腦垂腺會儲存和分泌兩種非常重要的促性腺激素，首先是促濾泡激素(FSH)，FSH 功能為刺激小濾泡的生長。另一種促性腺激素為黃體生成素(LH)，LH 除了輔助黃體產生助孕素外，還可以刺激大濾泡產生雌性激素。高濃度的雌性激素會使動物再次發情，如果動物懷孕的話，會使新胚胎的存活發育受阻。因此，助孕素對 FSH 和 LH 的調節是維持懷孕之非常重要環節。

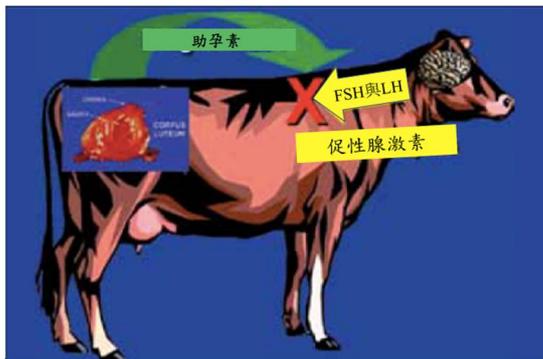


圖 14.助孕素調節 FSH 與 LH 的分泌

另一方面，如果我們的母牛沒有進行不配種的策略，我們確實希望母牛能再次發情。在動情週期的第 16 到 18 天為「母性認知懷孕階段」(maternal recognition of pregnancy)。在此階段，子宮會自我檢視是否有正在發育的胚胎。如果偵測到無胚胎，子宮將產生前列腺素 (prostaglandin)，前列腺素便會開始破壞黃體，也就是俗稱的解黃體 (圖 15)。

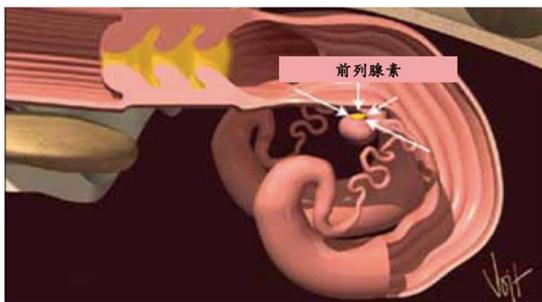


圖 15.前列腺素進行解黃體

當黃體被破壞後，便不再有助孕素的產生，腦垂腺開始增加促性腺激素的分泌，LH 分泌增加會刺激優勢濾泡產生雌性激素，並使動物再次發情 (圖 16)。

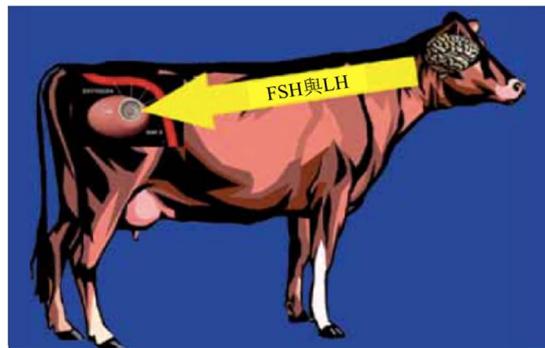


圖 16. FSH 刺激小濾泡生長，然而 LH 刺激黃體產生助孕素和大濾泡產生雌性激素

如此便完成一個完整的動情週期，平均時間約為 21 天。動情週期可根據每個階段的主要激素或卵巢結構區分為兩個階段黃體期與濾泡期。黃體期是從黃體形成開始；母牛開始發情後大約 5-6 天開始，持續到黃體退化，大約落在動情週期的第 17-19 天。在黃體期，助孕素濃度很高，而雌性激素濃度很低。動情週期的另一階段為濾泡期；濾泡期開始於黃體退化，終止於新的黃體形成。因此，母牛發情期間被包含在濾泡期 (圖 17)。在濾泡期時，雌性激素濃度通常較高，而助孕素濃度較低。

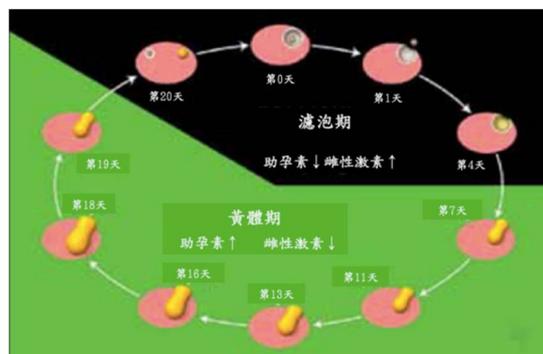


圖 17.動情週期分為濾泡期與黃體期兩個階段

如上面所述，在整個動情週期中，卵巢上可能都有濾泡存在。學者使用超音波觀察濾泡生長，發現其生長有“波”的特性。通常，動物在 21 天的動情週期中會有 2-3 個濾泡波產生(圖 18)。每一個波的開始都伴隨 FSH 少量升高，接著大量濾泡快速生長。動物會從這一個濾泡波中選擇一個濾泡，讓其生長到比其他濾泡大很多，這種“優勢”濾泡具有調節或抑制卵巢上其他濾泡生長的能力。優勢濾泡僅在短時間內約 3-6 天保有優勢，隨後便細胞死亡、退化或排出卵子。因此，優勢濾泡的快速消長，呼應下一個新的濾泡波生成，動物則又會在新的濾泡波中選出一個優勢濾泡。

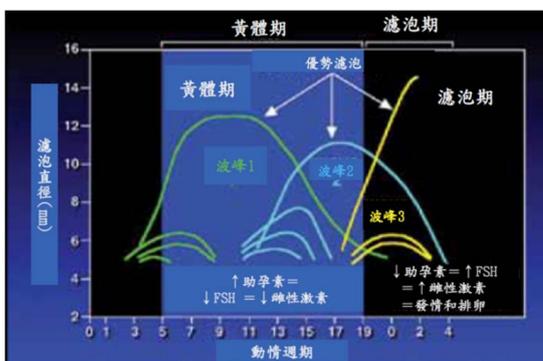


圖 18. 整個動情週期都伴隨著濾泡發育，然而雌性激素只有在濾泡期時濃度才會上升

儘管在整個動情週期中都伴隨著濾泡發育，但在黃體期時低濃度的 LH 會抑制發育中的濾泡產生高濃度

的雌性激素，避免動物發情。只有在黃體退化時，搭配低濃度的助孕素，優勢濾泡將會發育以產生足夠的雌性激素，使動物重新發情並進行排卵。

胚胎與胎兒發育

在配種後最初的 4-5 天受精成功的，胚胎在輸卵管移動至子宮。胚胎一旦抵達子宮，胚胎將在子宮液中持續發育生長。初期胚胎會在子宮中到處漂浮，早期胚胎會產生一些膜，包括羊膜、絨毛膜和尿囊膜，這些膜統稱為胎盤。

接著在動情週期的第 16-18 天的母性認知懷孕階段，胎兒和發育中的胎盤會產生足量的化學信號來維持懷孕。這些信號會干擾前列腺素對黃體的作用(圖 19)。因此，黃體持續被保留並繼續產生助孕素得以維持懷孕，這對於後續是否成功懷孕至關重要。

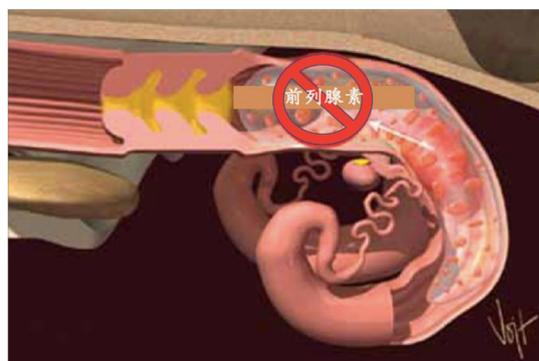


圖 19. 胎兒(胚胎)會抑制前列腺素的

光泉廠農通訊(111)

<http://www.kuangchuan.com/09Life/Life05.aspx>

母牛懷孕約 30 天後，胎盤開始附著在子宮多個部位。這些附著點在胎盤側稱為子葉，而子宮側成為宮阜。子葉與宮阜連結類似魔鬼氈的黏貼構造。這樣的結構大大增加胎盤與子宮接觸的表面積，並藉由臍帶的動靜脈交換胎兒與母牛之間的養分和代謝物。

分娩時，藉由母牛、胎兒及胎盤三者產生多種激素，包括助孕素、雌性激素、催乳激素、鬆弛素與皮質素等激素相互作用，進而引起分娩動作(圖 20)，促使母牛子宮肌肉開始收縮，仔牛和胎盤最終通過擴張的子宮頸和陰道產出。母牛在乾淨的環境中分娩，分娩後搭配適當的處置有助於預防後續繁殖問題發生。

瞭解母牛的生殖解剖構造和生理機制，有助於酪農或配種人員進行 AI。藉由熟悉母牛動情週期所涉及的激素相互作用，可以使您更清楚母牛發情行為的來龍去脈，精準判斷配種適期以及如何維持母牛懷孕。若是您的母牛有繁殖問題，合作獸醫必須採取適當措施讓母牛健康回歸正常動情週期。

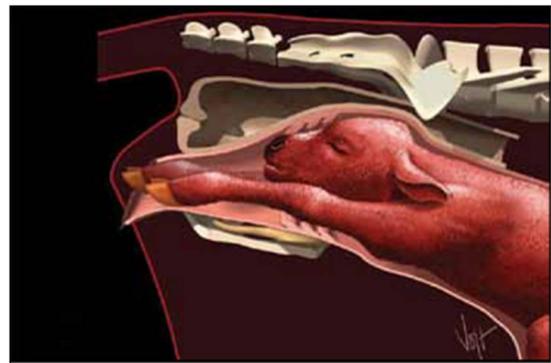


圖20.分娩的作動完成始新生仔牛和胎盤通過擴張的子宮頸和陰道順利產出

參考文獻

The Reproductive Anatomy and Physiology of Cattle. Select Reproductive Solutions™

http://www.selectsires.com/resources/fertilitydocs/reproductive_anatomy.pdf?version=20180803