

## 催產素注射與擠乳對哺乳母豬乳靜脈血流速率與乳成分之影響<sup>(1)</sup>

劉振發<sup>(2)</sup> 吳明哲<sup>(3)</sup> 周佳樂<sup>(2)</sup> 王金松<sup>(4)</sup> 蕭振文<sup>(2)</sup>  
劉瑞珍<sup>(2)</sup> 陳立人<sup>(2)(5)</sup>

收件日期：95 年 9 月 15 日；接受日期：95 年 10 月 12 日

### 摘要

哺乳動物乳腺合成乳汁所需的原料是靠流經乳腺血液中的物質所提供，本研究旨在探討流經乳腺的血流速率對乳腺合成乳汁的成分與含量之影響。利用超音波反射的原理，把杜普勒超音波探針裝置在乳靜脈血管的外壁上，藉由血管中血液流動的超音波反射，由同一探針接收反射音波，並以個人電腦每秒記錄一筆血液流速。試驗結果顯示，以擠乳（手按摩乳房）刺激產後第 14、21 和 35 天的蘭嶼母豬乳房，在 2 分鐘後三者乳靜脈血流速率均達到高峰，分別增加 20.0、35.0 和 7.0%，隨後則緩慢下降。當改以耳靜脈注射 30 IU 的催產素後，隨即擠乳，則產後第 14、21 和 35 天的蘭嶼母豬乳靜脈血流速率均於 6 分鐘後達到高峰，並分別增加 45.0、65.0 和 17.6%，隨後亦緩慢下降。產後母豬不論有無注射催產素，均以產後第 21 天的血流速率增加較多，而在產後第 35 天則僅有少量的增加，且產後第 35 天的蘭嶼母豬的乳汁量亦較少。另以催產素注射誘發 5 頭分娩後之蘭嶼母豬排乳，再逢機自有排乳的乳頭擠集乳樣，並分別分析其產後第 2、7、14、21、28 和 35 天的乳汁成分。結果顯示：產後第 2 天的豬乳之乳脂肪含量最高（7.88%），其後逐漸下降至產後第 21 天的最低量（ $P < 0.05$ ） $4.76 \pm 0.61\%$ ，然後再則上升，至產後第 35 天為  $6.36 \pm 0.61\%$ ；乳蛋白於產後第 2 天為最高，其後的變化與乳脂肪相類似；而乳糖含量以產後第 2 天的  $4.60 \pm 0.27\%$  為最低量，逐漸上升，至產後第 28 天達  $5.70 \pm 0.27\%$  之最高量（ $P < 0.05$ ）。乳無脂固形物含量的變化和乳脂肪相類似，以產後第 2 天的含量最高，其後則逐漸下降。

關鍵詞：乳靜脈、血流速率、催產素、豬乳。

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1347 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所生理組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所遺傳育種組。

(4) 國立成功大學電機系。

(5) 通訊作者。lrchen@mail.tlri.gov.tw

## 緒言

哺乳動物乳腺在泌乳期間，乳腺合成乳汁所需的原料是靠流經乳腺血液中的物質所提供（Davis and Collier, 1985；Prosser *et al.*, 1996）。因而，乳腺的血液流量及乳腺肌上皮細胞的活性兩者與乳汁的合成有密切關係。Mephram（1987）指出平均牛的乳腺在泌乳初期合成 1 公升的乳汁必需有 500 公升的血流通過乳腺，但到了泌乳後期則須有 1000 公升的血液流經乳腺才能合成 1 公升的乳汁，這顯示在泌乳後期乳腺肌上皮細胞的活性已逐漸衰退。Spincer *et al.*（1969）亦提到山羊在泌乳高峰時，每生產 1 公升的乳需 350 公升的血液流經乳腺。Trottier *et al.*（1995）指出泌乳中的母豬平均每天流經乳腺的血液為  $4275 \pm 386$  公升，而乳腺每合成 1 公升的乳汁需要  $541.41 \pm 35.72$  公升的血量，亦即平均每天可分泌  $8.06 \pm 0.77$  公升的乳汁。

催產素（Oxytocin）是由腦下垂體後葉所分泌，進入血液循環後有兩項明顯的作用，其一為在分娩時會引起子宮平滑肌的收縮，以利正常的分娩，其二為刺激乳腺肌上皮細胞的收縮引起乳汁的排出（Gutkowska *et al.*, 2000）。然而，催產素在刺激乳腺肌上皮細胞收縮引起乳汁排出時，亦會促使流經乳腺的血液量增加。有關泌乳期乳腺血液流速的變化研究，如在人（Janbu *et al.*, 1985）、牛（Dhondt *et al.*, 1977；Davis and Collier, 1985；Gorewit *et al.*, 1989）、山羊（Peaker *et al.*, 1995；Prosser and Davis, 1992）及大鼠（Eriksson *et al.*, 1996）等均有資料可供參考；然而，有關台灣特有種蘭嶼母豬分娩後不同泌乳階段的乳腺血流速率變化及乳成分的分析等，國內外的相關文獻均闕如。因此，本研究之目的是利用催產素注射的方式來探討蘭嶼種母豬於分娩後哺乳第 14 天、21 天和 35 天乳靜脈血流速率的變化，並進一步探討哺乳期間蘭嶼種母豬乳成分的變化。

## 材料與方法

### I. 實驗動物

試驗以產後哺乳第 14、21 和 35 天等階段的蘭嶼種初產母豬各 2 頭（每頭母豬均哺育 5-6 頭仔豬，仔豬均哺乳 35 天離乳）及未懷孕的空胎母豬 1 頭為對照組，即共 7 頭母豬供測試乳靜脈血流用。

### II. 乳靜脈血流速率的檢測

母豬先以套鼻繩保定後由耳靜脈注射短效性麻醉劑必托生（Thiopental Sodium）（以每公斤體重 11-12 mg 的麻醉劑量）使之昏迷倒臥貼地式搬運車上；迅速以 Y 形軟性塑膠鼻導管插入鼻孔約 5 公分，並注射 1 mg 之硫酸阿托平（Atropine Sulfate）。同時亦進行手術部位（第 4-5 對乳腺上方與腹壁相接之處）之清洗，剃毛及噴上碘酒作初步消毒，隨即將 Y 形鼻導管一端連接上氣體麻醉機，以每分鐘 2 公升的氧氣配合 1 公升的笑氣及 2-4% 濃度之揮發性液體麻醉劑鹵乙烷，使維持其麻醉狀態。豬隻採側臥方式，並用棉繩將前後肢分別固定於搬運車上，再將搬運車連同豬隻推上油壓升降的手術台。先以外科手術暴露乳靜脈血管，再把杜普勒超音波（Doppler ultrasonic）探針接觸在乳靜脈血管的外壁上，因為音波在傳送路途上若遇到移動物質（血液流動）的阻擋，則回音所接收到的頻率與原來發射的頻率不同，這種差距的頻率稱為杜普勒效應位移頻率，這種頻率的高低與位移動物的速度成正比。因此，利用超音波反射的原理，由同一探針接收反射音波，偵測血管中血液流動的超音波反射變化，並以個人電腦每秒記錄一筆血液流速，進行靜脈血流速率試驗。操作時先將超音波反射的數值調整在一個低數值的水準，並視為血液流動的基礎速率，當血管中血液流動愈快，

所測得的超音波反射的相對數值也愈高。試驗結束後，再將豬隻移至恢復室，待其清醒後再趕回分娩架上繼續哺乳。

### III. 實驗豬隻的處理

不同泌乳階段的哺乳母豬由耳靜脈注射 3 ml 的催產素（10 IU/ml，Sigma，美國），並以手按摩乳房 15 分鐘（擠乳）或僅按摩而不注射催產素等兩種處理方式，以觀察乳靜脈血流速率的變化。

### IV. 泌乳量的測量

泌乳量的測量是以左側第三個乳房（所有受測母豬之此乳房均曾被仔豬吸吮過）為代表，當不同階段的哺乳母豬由耳靜脈注射 3 ml 的催產素（10 IU/ml）後，立即進行乳汁的擠集，直到擠不出乳汁為止。

### V. 乳成分分析

母豬產後乳汁的收集是以催產素注射來誘發排乳，再逢機自有排乳的乳頭擠集乳樣，每頭母豬每次的乳樣量至少有 50 ml。乳成分分析是利用乳成分自動分析儀（Foss Electric MilkoScan 4000，Denmark）進行乳中脂肪、蛋白質、乳糖和無脂固形物含量的分析。

### VI. 統計分析

利用套裝軟體（Statistical Analysis System, SAS, 1988）進行乳汁成分資料統計分析，並使用一般線性模式（General Linear Model, GLM）程序及鄧氏多變域（Duncan's Multiple Range Test）檢定各項不同時間差異。

## 結果

### I. 催產素與擠乳對母豬乳靜脈血流的影響

產後哺乳及空胎未哺乳的母豬，分別施以耳靜脈注射 30 IU 的催產素後合併以手按摩約 15 分鐘（擠乳）刺激哺乳第 14 天母豬乳房或僅以手按摩刺激乳房 15 分鐘，以觀察乳靜脈血流速率改變情形，詳如圖 1 所示。另如表 1 所示，產後第 14、21 和 35 天的蘭嶼母豬，以擠乳（手按摩乳房）刺激乳房，2 分鐘後乳靜脈血流速率達到高峰，分別增加 20.0、35.0 和 7.0%，隨後則緩慢下降。當改以耳靜脈注射 30 IU 的催產素後，隨即擠乳，則產後第 14、21 和 35 天的蘭嶼母豬乳靜脈血流速率均於 6 分鐘後達到高峰，分別增加 45.0、65 和 17.6%，隨後緩慢下降。然而在空胎未哺乳的母豬經以上述的兩種處理方式，其乳靜脈血流速率並無增加的現象。產後母豬無論有無注射催產素，均以產後第 21 天的乳靜脈血流速率增加較多，而在產後第 35 天則僅有少量增加。

### II. 不同哺乳時期泌乳量的比較

哺乳動物在泌乳時期，泌乳量會因為乳腺合成乳汁功能的變化而有不同。本研究以注射催產素後，收集產後 14、21 和 35 天之哺乳蘭嶼母豬左側之第 3 個乳房所分之泌乳汁的總量，分別為 50.5、58.0 和 36.3 ml（圖 2）。其中以產後第 21 天的泌乳量最多。根據乳靜脈血液流速率之變化，顯示以產後第 21 天的血流速率增加較多（表 1）；故推測蘭嶼種母豬的泌乳高峰應是在產後第 21 天左右。

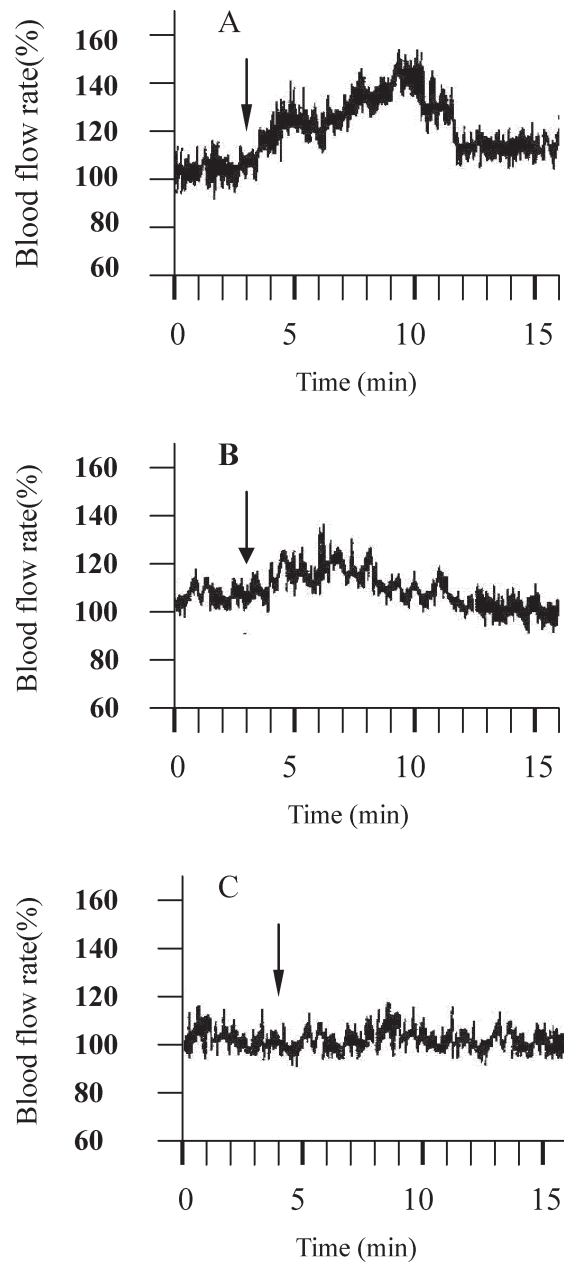


圖 1. 催產素與擠乳對哺乳第 14 天母豬乳靜脈血流速率的影響。A：注射催產素（30 IU）與擠乳，B：擠乳，C：空胎未哺乳（對照組）。（箭頭處為開始注射催產素與按摩的時間）。

Fig. 1. Effect of oxytocin and udder massage on blood flow rate of mammary vein at 14 days after farrowing in the sows. A) Injection of oxytocin (30 IU) and udder massage, B) Udder massage only, and C) No farrowing (control). (The arrow showed the time for oxytocin injection and udder massage)

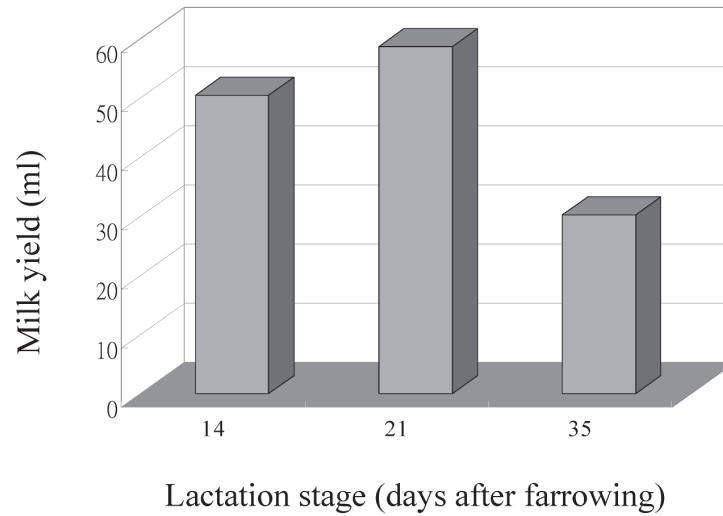


圖 2. 母豬不同泌乳階段（左側第三個乳房）的泌乳量。

Fig.2. Milk yield at different lactation stages (The third udder on the left side).

表1. 催產素與擠乳對哺乳母豬乳靜脈血流速率的效應

Table 1. Effect of oxytocin injection and udder massage on blood flow rate of mammary vein in lactating sows

Item	Oxytocin injection and udder massage			Udder massage only		
	—— Day of lactation ——			—— Day of lactation ——		
	14	21	35	14	21	35
Time to blood flow increasing (sec)	2	2	2.5	10	10	13
Time to peak of blood flow (min)	5.3	5.8	5.0	2	2.3	1.5
Increment of blood flow rate (%)	40	65	17.6	20	35	7

### III. 不同泌乳階段之乳成分的變化

產後第 2 天之初乳的脂肪、蛋白質、乳糖與乳無脂固形物含量 (w/v)，分別為  $7.88 \pm 0.61$ 、 $6.44 \pm 0.29$ 、 $4.60 \pm 0.27$  及  $12.62 \pm 0.25\%$  (表 2)。由不同泌乳期之乳成分分析顯示：產後第 2 天的豬乳之乳脂肪含量最高，其後逐漸下降到產後第 21 天的  $4.76 \pm 0.61\%$  最低值 ( $P<0.05$ )，然後在產後第 35 天再上升為  $6.36 \pm 0.61\%$ ；乳蛋白質含量於產後第 2 天為最高，其後的變化與乳脂肪相類似；而乳糖含量以產後第 2 天的  $4.60 \pm 0.27\%$  為最低量，其後逐漸上升，至產後第 28 天達  $5.70 \pm 0.27\%$  之最高量 ( $P<0.05$ )。乳無脂固形物含量以產後第 2 天為最高量，其後則逐漸下降。

### IV. 不同泌乳階段之乳成分間的相關性

豬乳之乳脂肪含量與乳蛋白質含量 ( $r=0.48$ ) 和乳無脂固形物含量 ( $r=0.54$ ) 均呈正相關，但與乳糖含量則呈負相關 ( $r=-0.54$ )；乳蛋白質含量與乳無脂固形物含量呈正相關 ( $r=0.98$ )，但與乳糖含量呈負相關 ( $r=-0.90$ )；乳糖含量和乳無脂固形物含量呈負相關 ( $r=-0.88$ )。初乳與常乳之成分相比較結果，以初乳中的乳脂肪、乳蛋白質和乳無脂固形物含量均顯著高於常乳 ( $P<0.05$ )；但初乳之乳糖的含量則是顯著的較常乳低 ( $P<0.05$ ) (表 2)。

表2. 蘭嶼種母猪在哺乳期間之乳成分分析

Table 2. Milk composition of Lanyu sows at different post-parturition stages

Item	Lactation (day)						SE
	2	7	14	21	28	35	
	%						
Fat	7.88 <sup>bc</sup>	6.96 <sup>b</sup>	5.78 <sup>ab</sup>	4.76 <sup>ab</sup>	6.02 <sup>ab</sup>	6.36 <sup>ab</sup>	0.61
Protein	6.44 <sup>b</sup>	5.52 <sup>a</sup>	5.38 <sup>a</sup>	5.92 <sup>a</sup>	5.38 <sup>a</sup>	5.62 <sup>a</sup>	0.29
Lactose	4.60 <sup>a</sup>	5.60 <sup>b</sup>	5.42 <sup>b</sup>	5.36 <sup>a</sup>	5.70 <sup>b</sup>	5.58 <sup>b</sup>	0.27
Non-fat-solid	12.62 <sup>bcd</sup>	12.00 <sup>abc</sup>	11.70 <sup>a</sup>	12.14 <sup>ab</sup>	11.80 <sup>ab</sup>	11.86 <sup>abc</sup>	0.25

<sup>abc</sup>平均值標有不同字母者表示差異顯著( $P<0.05$ )。

<sup>abc</sup> Means in the same row with different letters are significantly different ( $P<0.05$ ).

## 討論

哺乳動物之仔畜於出生後，母畜所分泌的乳汁是維持仔畜於離乳前之存活率與成長的重要因子；而哺乳動物在泌乳期間，乳腺合成乳汁所需的原料是由流經乳腺血液中的物質所提供（Davis and Collier, 1985；Prosser *et al.*, 1996），因此乳腺血流速率亦會影響乳腺合成乳汁時所需原料的供應。乳汁的排出與催產素有密切的關係，哺乳動物在哺乳期間，仔畜的吮乳會刺激乳頭之向中神經，再經由中樞神經傳導至大腦，促使腦下腺後葉釋出催產素；而腦下腺後葉所釋出的催產素會隨著血液循環系統到達乳腺組織，以作用在乳腺肌上皮細胞上的特定受體（receptor），使其收縮並將乳泡中的乳汁排入貯乳管或貯乳池進而流向乳頭，故乳汁能順利排出。催產素除了作用在乳腺肌上皮細胞使其收縮外，同時還會使乳腺內部的壓力上升（Gorewit *et al.*, 1989）及促使流經乳腺的血液速率增加（Peaker *et al.*, 1995）。本研究在產後第 14、21 和 35 天的蘭嶼種母豬，分別施以耳靜脈注射 30 IU 的催產素後合併以手按摩（擠乳）刺激乳房或僅以手按摩刺激乳房，以觀察乳靜脈血流速率在處理前和處理後的改變情形。結果顯示在產後第 14、21 和 35 天施以耳靜脈注射 30 IU 的催產素及合併以手按摩（擠乳）刺激乳房的處理，可以分別使乳靜脈血流速率增加 45、65 和 17.6%；然而僅以手按摩刺激乳房之處理，則僅分別增加 20、35 和 7%。另外，無論有無注射催產素均以產後第 21 天的乳腺血流速率增加較多，而在產後第 35 天則僅有少量的增加。此結果可能與蘭嶼種母豬乳腺合成乳汁之功能至產後第 35 天時已呈退化狀態，因為從本實驗比較產後第 14 天、21 天和 35 天的泌乳量的結果得到印證（圖 2），且亦可推測蘭嶼種母豬的泌乳高峰大約是在產後第 21 天。

在正常的哺乳期間，催產素的分泌是因為仔豬吮乳時刺激乳房而經由神經反射至腦下腺刺激所引起。催產素藉由血液循環系統至乳腺，即能使乳腺上皮細胞收縮，即將乳汁排出。有許多研究報告指出，經由注射合成的催產素會引起排乳（milk ejection），並且會引起乳腺血流增加的情形，如 Gorewit *et al.* (1989) 所述，乳牛在泌乳期間之乳腺血流較非泌乳期間增加 29%，且在泌乳期間注射不同劑量之合成的催產素時乳腺血流增加從 15% 至 24%，而以 80 mU 的劑量效果最好，且在注射後乳房的壓力也同時上升。在人（Janbu *et al.*, 1985）、山羊（Peaker *et al.*, 1995）及大鼠（Eriksson *et al.*, 1996）亦有相同之結果。催產素在乳腺的主要作用是使肌上皮細胞收縮，使乳房內的壓力上升，即引起排乳的反應。Jacqueline *et al.* (2003) 研究指出母豬在自然排乳時乳房內的壓力為  $5.5 \pm 1.8\text{Kpa}$ ，壓力持續的時間為  $6.8 \pm 1.6$  秒與靜脈注射 60~200mU 的催產素後乳房內的壓力為  $5.5 \pm 22\text{Kpa}$ ，壓力持續的時間為  $6.4 \pm 1.7$  秒兩者並無顯著差異，至於催產素與乳腺血流之間的作用機制並不清楚。

當乳牛在擠乳引起排乳反應時，乳腺亦受到腎上腺素的分泌增加的刺激，而使乳腺的小動脈及毛細血管收縮，致減少乳腺血流，而使催產素的作用減低。本實驗蘭嶼種母豬在注射催產素合併進行擠乳，乳腺的血流速率呈明顯增加，但在血流達高峰（約 6 分鐘）後，即開始緩慢下降，這種現象可能是因為乳腺受到擠乳的刺激後，腎上腺素分泌增加所致。Gorewit *et al.* (1989) 報告中指出，在泌乳牛頸靜脈注射  $50 \mu\text{g}$  之腎上腺素，會使頸動脈的壓力從  $140 \pm 5 \text{ mm Hg}$  上升到  $215 \pm 15 \text{ mm Hg}$ ，而引起乳腺血流下降 90-95%。

母豬分娩後乳腺所分泌的乳汁，是維持仔豬於離乳前存活與成長的重要營養來源。除此之外，仔豬在離乳前的增重，除了受到遺傳和環境的影響外，主要與豬乳汁中的固形物含量有關（Lewis *et al.*, 1978）；而仔豬在離乳後的體重及飼養至上市時的增重均與母豬的乳汁哺育有關（Mahan and Lepine, 1991），其中母乳中之固形物含量和組成扮演關鍵的角色（Boyd and Kensinger, 1998）。

哺乳動物乳汁中的固形物，主要包含有脂肪、乳糖、蛋白質和一些礦物質等成分。一般豬乳之固形物的含量約為 19%（因品種不同固形物含量從 17~25% 不等），與牛乳固形物含量約為 12.5% 相



比，豬乳的固形物含量較牛乳為高。豬乳中的脂肪含量為 7-8%，然而，常會受到品種、日糧和泌乳期的不同階段之影響，而其含量變異很大。豬乳的脂肪含量較牛乳（約3.5~5.0%）和人乳（約4.5%）為高。蘭嶼種母猪乳汁中脂肪的含量是本試驗中所有分析項目中變化最大的組成分，以泌乳初期（第 2 天）7.88% 的含量為最高，其後逐漸下降到產後第 21 天之  $4.76 \pm 0.61\%$  的最低值（ $P < 0.05$ ），然後再上升，至產後第 35 天為  $6.36 \pm 0.61\%$ 。新生仔豬利用乳脂肪作為體脂肪蓄積和部分能量的來源。乳糖為乳汁中主要的醣類組成，它是哺乳仔豬能量的主要來源。乳汁中乳糖的含量會因品種和不同泌乳階段而異，但其變化較小，且較不受到日糧改變的影響。豬乳中乳糖的含量約為 4%，較人乳（約6.8%）為低，但與牛乳（約4.9%）相近。蘭嶼種母猪在整個泌乳期乳汁中乳糖的含量，僅在泌乳初期（第 2 天）低於 5%（4.6%）外，其他的泌乳期間的乳汁中乳糖含量均在 5.3% 以上。在乳蛋白質含量部份，豬乳汁中的蛋白質含量約為 6%，較牛乳（約3.8%）和人乳（約1.1%）的含量高出許多。蘭嶼種母猪乳汁中蛋白質的含量以泌乳初期（第 2 天）的 6.44% 為最高，而其他的泌乳期間乳汁中蛋白質的含量均低於6%；豬乳汁中蛋白質的含量與乳糖均會受到品種和不同泌乳階段而影響，但受日糧的影響較小。

Klobasa *et al.* (1987) 探討藍瑞斯母猪的初乳（分娩後 6 小時內）與常乳（分娩後 12 小時以後）成分比較，指出初乳中的總固形物和蛋白質含量是比常乳高，而脂肪和乳糖的含量則是較常乳低；且在泌乳期間乳汁中總蛋白含量與乳清蛋白含量的減少會伴隨著脂肪含量與乳糖含量的上升，乳汁中總固形物含量在整個泌乳期間並沒有顯著的變化。Klobasa *et al.* (1987) 亦指出在初乳中含有高濃度的乳清蛋白，其主要的成分為免疫球蛋白（包括：IgG、IgA 和 IgM），其含量中是  $\text{IgG} > \text{IgA} > \text{IgM}$ （以分娩後 6 小時為例：IgG 含量為 64.8%、IgA 含量為 15.6%、IgM 含量為 6.9%）。然而，這些免疫球蛋白在分娩後 3 天有明顯下降的情形，在乳汁中這些免疫球蛋白下降的同時，一些提供作為能量來源的組成分（乳糖和脂肪）含量則是有增加的趨勢（Tuchscherer *et al.*, 2006）。

有關母猪泌乳的研究，大部分都是著重在飼料的營養與母猪泌乳性能或是與哺乳仔豬成長間關係的探討，而本報告為國內第一篇以蘭嶼種哺乳母猪為對象，探討哺乳期間乳靜脈血液流速的變化及分析乳汁主要成分的變化；因此，本研究之結果將可做為日後從事豬隻泌乳生理相關研究之參考。

## 參考文獻

- Boyd, R. D. and R. S. Kensing. 1998. Metabolic precursors for milk synthesis. In: The lactating Sow. Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands. pp. 71-95.
- Davis S. R. and R. J. Collier. 1985. Mammary blood flow and regulation of supply for milk synthesis. J. Dairy Sci. 68: 1041-1058.
- Dhondt, G., A. Houvenaghel, G. Peeters and W. Jochle. 1977. Effect of prostaglandins  $F_2\alpha$  and  $E_2$  on milk ejection, blood pressure and blood flow through the mammary artery in the cow. Prostaglandins 13: 1185-1199.
- Eriksson, M., T. Lundberg and M. K. Uvnas. 1996. Studies on cutaneous blood flow in the mammary gland of lactating rats. Act. Physiol. Scand. 158: 1-6.
- Gorewit, R. C., M. C. Aromando and O. G.. Bristol. 1989. Measuring bovine mammary gland blood flow using a transit time ultrasonic flow probe. J. Dairy Sci. 72: 1918-1928.
- Gutkowska, J., M. Jankowski, S. D. Mukaddam and S. M. McCann. 2000. Oxytocin is a cardiovascular hormone. Braz. J. Med. Biol. Res. 33: 625-633.



- Jacqueline, C. K., L. M. Kennaugh and P. E. Hartmann. 2003. Intramammary pressure in the lactating sow in response to oxytocin and during natural milk ejections throughout lactation. *J. Dairy Res.* 70: 131-138.
- Janbu, T., K. S. Koss, M. Throesen and J. Wesche. 1985. Blood velocities to the breast during lactation and following oxytocin injections. *J. Dev. Physiol.* 7: 373-380.
- Klobasa, F., E. Werhahn and J. E. Butler. 1997. Composition of sow milk during lactation. *J. Anim. Sci.* 64: 1458-1466.
- Lewis, A. J., V. C. Speer and D. G. Haught. 1978. Relationship between yield and composition of sows' milk and weight gains of nursing pigs. *J. Anim. Sci.* 47: 634-638.
- Mahan, D. C. and A. J. Lepine. 1991. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. *J. Anim. Sci.* 69: 1370-1378.
- Mephram, T. B. 1987. *Physiology of Lactation*. Open University Press, Philadelphia.
- Peaker, M., I. R. Fleet, A. J. Davis and E. Taylor. 1995. The effects of relaxin on the response of intramammary pressure and mammary blood flow to exogenous oxytocin in the goat. *Exp. Physiol.* 80: 1047-1052.
- Prosser, C. G. and S. R. Davis. 1992. Milking frequency alters the milk yield and mammary blood flow response to intra-mammary infusion of insulin-like growth factor-I in the goat. *J. Endocrinol.* 135: 311-316.
- Prosser, C. G., S. R. Davis, V. C. Farr and P. Lacasse. 1996. Regulation of blood flow in the mammary microvasculature. *J. Dairy Sci.* 79: 1184-1179.
- SAS. 1988. *SAS User's Guide: Statistics*. Releases 6.03 ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC. USA.
- Spincer, J., J. A. F. Rook and K. G. Towers. 1969. The uptake of plasma constituents by the mammary gland of the sow. *Biochem. J.* 111: 727-732.
- Trottier, N. L., C. F. Shipley and R. A. Easter. 1995. A technique for the venous cannulation of the mammary gland in the lactating sow. *J. Anim. Sci.* 73: 1390-1395.
- Tuchscherer, M., B. Puppe and A. Tuchscherer. 2006. Effects of teat position on selected milk components of primiparous sows during lactation. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 119 (1-2): 74-80.

# Effect of oxytocin injection and udder massage on blood flow rate of mammary vein in nursing sows and their milk components <sup>(1)</sup>

Jenn-Fa Liou <sup>(2)</sup>, Ming-Che Wu <sup>(3)</sup>, Jia-Le Chou <sup>(2)</sup>, Jin-Song Wang <sup>(4)</sup>,  
Jui-Jane Liu <sup>(2)</sup>, Jen-Wen Shiau <sup>(2)</sup> and Lih-Ren Chen <sup>(2)</sup> <sup>(5)</sup>

Received : Sept. 15, 2006 ; Accepted : Oct. 12, 2006

## Abstract

Blood supply to the mammary glands is essential to milk synthesis at the mammary glands in mammals. Blood flow rate may affect the milk yield due to the supplying rate of blood components. By using ultrasonic techniques, this study was able to detect the flow rate of blood in the mammary vein. The Doppler ultrasonic probe was attached onto the surface of the mammary vein after being surgically explored and the relative blood flow rate were detected and recorded per second. Blood flow rate of each animal at beginning was set to a relatively low value prior to the treatment. Udder massage for collecting milk was applied on nursing sows at 14, 21 and 35 days post-parturition, respectively, and the blood flow rate reached the peak within 2 minutes with an increment of 20.0, 35.0 and 7.0%. When sows were injected with 30 IU oxytocin via ear vein followed immediately by udder massage, the blood flow rate reached the peak within 6 minutes by an increment of 45.0, 65.0 and 17.6% for those sows at 14, 21 and 35 days post-parturition, respectively. In conclusion, blood flow rate of the mammary vein of nursing sows at 21 days post-parturition had the highest increment with or without oxytocin injection. Nursing sows at 35 days post-parturition had a least increment of blood flow rate and they also produced the smallest amount of milk. Five sows were used to analyze the milk compositions on Day 2, 7, 14, 21, 28 and 35 after parturition. Milk collection was performed after oxytocin injection and at least 50 ml of milk was collected per sow on each collection day. The level of milk fat was highest on Day 2, then gradually decreased to the lowest level of  $4.76 \pm 0.61\%$  (w/v) on Day 21 ( $P < 0.05$ ), followed by gradually increase to  $6.36 \pm 0.61\%$  on Day 35. The level of milk protein and other not-fat solids had a similar profile as that of the milk fat. The content of lactose in milk gradually increased from Day 2 to the highest level of  $5.70 \pm 0.27\%$  on Day 28 ( $P < 0.05$ ).

Key words: Mammary vein, Blood flow rate, Oxytocin, Sow milk.

(1) Contribution No.1347 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, R.O.C.

(2) Physiology Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan. R.O.C.

(3) Breeding and Genetics Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan. R.O.C.

(4) Department of Electrical Engineering, National Cheng-Kung University, Tainan, Taiwan. R.O.C.

(5) Corresponding author, E-mail: lrchen@mail.tlri.gov.tw