

研究論文

離乳時の性ホルモン合剤 (PG600[®]) の投与が初産豚の卵巣動態や繁殖成績に及ぼす影響

篠原 萌¹⁾・日高良一²⁾・笹倉春美³⁾・日高良太²⁾・田中宏明²⁾・日高真知子⁴⁾・
北原 豪¹⁾・上村俊一¹⁾

¹⁾宮崎大学農学部獣医臨床繁殖学研究室, ²⁾日高養豚場, ³⁾兵庫農共連, ⁴⁾日高動物診療所

(2010年12月27日 受理)

Effect of Hormone Mixture (PG600[®]) Treatment at Weaning on Ovarian Findings and Reproductive Performance in the First Farrowing Gilts

Moe SHINOHARA¹⁾, Ryoichi HIDAKA²⁾, Harumi SASAKURA³⁾, Ryota HIDAKA²⁾,
Hiroaki TANAKA²⁾, Machiko HIDAKA⁴⁾, Go KITAHARA¹⁾, Shunichi KAMIMURA^{1)†}

¹⁾ Theriogenology Laboratory, University of Miyazaki, ²⁾ Hidaka Swine Production,

³⁾ NOSAI Hyogo, ⁴⁾ Hidaka Animal Clinic

Summary : Hormone mixture (PG600[®] : combination of eCG 400IU and hCG 200IU) treatment at weaning increased service rates within seven days post-weaning, shortened interval to the first insemination and increased total farrowing rates in the first farrowing gilts (n=108) compared to the saline treated controls (n=184). Ovarian findings in PG600[®] treated gilts (n=11) and saline treated controls (n=12) were monitored with transrectal ultrasonography and that revealed the increments of follicular populations in a diameter of 5-7 mm, diameter of the largest follicle and number of ovulations. Plasma concentrations of estradiol and progesterone in luteal phase were increased in PG 600[®] treated gilts.

Key words : First farrowing gilt, Hormone mixture (PG600[®]), Reproductive performance, Transrectal ultrasonography, Weaning

緒言

養豚経営において、離乳後の早期の発情回帰とその後の受胎率の向上は重要である。しかし、繁殖豚では離乳後になんらかの理由で発情の回帰しない症例が多くみられる。これらの要因として、繁殖豚の産次、季節、遺伝的形質、授乳期間、授乳中の栄養状態、産子数や雄豚との接触などがあり、特に初産豚においては、夏季の分娩後に発情の回帰が遅れる傾向にある (Koketsu *et al.* 1997)。

豚獣医療では、離乳後14日を超えても卵巣周期が回復せず、発情を示さない場合を卵巣静止とし、馬絨毛性性腺刺激ホルモン (eCG) 1,000-2,000 IUの単独投与、あるいは安息香酸エストラジオール (E₂) 400 μgとの併用投与や、eCG500 IUと人絨毛性性腺刺激ホルモン (hCG) 500 IUの併用投与などが行われる (浜名 他 2006)。従来、離乳から3日後の卵巣において形成される卵胞は、2産以上の繁殖雌豚に比べて初産豚で小さいこと

†連絡責任者：上村 俊一
宮崎大学農学部獣医臨床繁殖学研究室
〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1
Tel/FAX ; 0985-58-7787, e-mail ; kamimuras@cc.miyazaki-u.ac.jp

¹⁾Corresponding author : Shunichi Kamimura
Theriogenology Laboratory
Faculty of Agriculture, University of Miyazaki
1-1 Gakuen Kibana-dai Nishi, Miyazaki 889-2192, Japan
Tel/FAX ; 0985-58-7787, e-mail ; kamimuras@cc.miyazaki-u.ac.jp

(Bracken *et al.* 2002) が指摘されており、このため離乳後の初産豚に卵巣賦活作用をもつホルモン剤を処置することは、卵胞の成長促進と早期の発情回帰に有効と思われる。

豚獣医療で用いられるPG600[®]は卵胞形成作用のあるeCG400 IUと、卵胞成熟や排卵作用のあるhCG200 IUの合剤であり、その効果として、離乳後の発情回帰日数の短縮 (Knox *et al.* 2001, Vargas *et al.* 2006, Kirkwood *et al.* 1998) や春機発動前の未経産幼若豚に対する発情誘起効果 (Iwamura *et al.* 1998) が報告されている。しかし、これまで個々の豚の卵巣動態を詳細に観察し、それに基づきホルモン処置を行った報告は少ない (日高 他 2009)。

本研究では、まず大規模養豚農家における初産豚へのPG600[®]の投与状況を調査した (試験1)。次に、離乳後の初産豚に対するPG600[®]の投与が、卵巣動態に及ぼす影響を経直腸超音波診断装置にて連日観察するとともに、その後の繁殖成績を調査した (試験2)。一方、高用量のhCGを繁殖雌豚へ投与すると卵巣嚢腫を誘起するという報告 (Moriyoshi *et al.* 1998) がある。そこで、今回、排卵後10~11日の卵巣動態を観察し、嚢腫卵胞の形成の有無を調べるとともに、血中性ホルモン濃度を測定し、その後の繁殖成績との関連を検討した。

材料および方法

試験1：養豚農家における初産豚へのPG600[®]の投与状況

宮崎県内の1養豚場で、2007年4月から2009年4月に分娩した初産豚289頭について、PG600[®]の投与状況を調査した。繁殖雌豚の品種は、ランドレースと大ヨークシャーの一代雑種であるLWとコツワルド合成豚 (ニュープラチナ, コツワルドジャパン, 東京) で、授乳期間は21-28日 (24.2±2.0日; 平均±標準偏差) であった。これらの初産豚を無作為に、処置群 (n=108) とコントロール群 (n=181) に分け、処置群には離乳日の翌日にeCG400 IUとhCG200 IUの合剤であるPG600[®] (スイゴナン, インターベッド, 東京) 5 mlを頸部筋肉内に投与した。これらの初産豚について回顧的に調査を行い、離乳から7日以内の交配率、初回交配までの日数、離乳後7日以内に交配され

た母豚の分娩率、離乳後7日以内の交配率に分娩率を掛けた総分娩率を両群で比較した。発情観察は離乳後1日2回09:00と16:00に、外陰部の腫脹の観察と不動反応により行い、発情確認時と翌日の午前、その後発情徴候が消失するまで、液状精液による人工授精 (AI) を複数回行った。

試験2：PG600[®]投与後の初産豚の卵巣動態

供試豚として、同養豚場で2009年11月から2010年2月に分娩したLWとコツワルド合成豚の初産豚23頭 {授乳期間22.5±2.4日, 5段階のボディコンディションスコア (BCS) 3.0±0.3} を用いた。初産豚は個々にストール内で飼養され、繁殖用飼料として可消化養分総量 (TDN) 78%, 粗たんぱく質 (CP) 16%の配合飼料を1日2回1.5 kgずつ給餌されていた。離乳日をDay 0とし、Day 1にPG600[®]を頸部筋肉内に投与する処置群 (n=11) と、生理食塩液を投与するコントロール群 (n=12) に無作為に分けた。

初産豚をストール内で無保定とし、Day 0より排卵終了まで連日、その後、排卵終了後10日から11日の黄体確認時に、直腸検査によって子宮と卵巣を触診した。そして7.5 MHzのマイクロコンベックス型探触子を装着した超音波診断装置 (EUB-405, 日立メディコ, 東京) を用いて、卵巣における複数の断面を観察した。排卵の終了は、直径7 mm以上の卵胞が消失するか、あるいは直径10 mm以上の卵胞が排卵せずに2日以上存続し、輪郭が不明瞭な出血体が確認できた時とした。また、Knox (2005) の報告を参考に、卵胞は最大直径により4段階 (クラスI: 2~5 mm, クラスII: 5~7 mm, クラスIII: 7~10 mm, クラスIV: 10 mm以上) に分類した。同時に、卵巣における最大卵胞直径を超音波診断装置の画面上で計測し、黄体観察時には黄体数を調査した。一方、発情期における成熟卵胞の直径は、通常8.0~12.0 mmの範囲にあり (浜名 他 2006)、直径15 mm以上の卵胞は嚢腫卵胞であり、これらは普通の成熟卵胞とは別に計測を行った。なお、経直腸超音波検査法による卵胞サイズや卵胞数と実際の卵巣の観察精度では、誤差のほとんどないことが報告されている (笹倉 他 2009)。

卵巣の観察時、初産豚をストール内で鼻保定し、Day 0, Day 2, Day 4, Day 6, 排卵終了日, 排

卵終了後10日から11日の黄体確認時に頸静脈よりへパリン加血として採血した。そして4℃, 3,000 rpm, 15分間で血漿を分離した後, 測定まで-30℃で凍結保存した。その後, 自動免疫蛍光測定装置 (Mini VIDAS, 日本ビオメリュー, 東京) にて, 血中E₂とプロゲステロン(P₄)濃度を測定した。本試験での測定範囲と感度, 測定内および測定間変動は, E₂濃度で9-3,000 pg/mL, 9 pg/mL, 10%以下, 10%以下, P₄濃度で0.25-80 ng/mL, 0.25 ng/mL, 10%以下, 10%以下であった。

発情発見は1日2回09:00と16:00に, 外陰部の腫脹と不動反応により行い, 雌豚が許容する限り, 12時間毎にAIを行った。AIに用いた液状精液は, デュロック種雄豚から毎週2回, 手圧法によって採取し, 抗生物質を含有するアンドロヘップ (ミニチューブ社, ドイツ) にて精子数30億/80 mLに希釈し, 子宮内に注入した。

統計処理

統計学的な解析法として, 離乳後初回交配までの日数, 各クラス毎の卵胞数と黄体数, 最大卵胞直径, 血中E₂濃度, P₄濃度, 離乳後排卵までの日数, 交配回数についてMan-WhitneyのU検定を用い, 離乳後7日以内の交配率と交配された母豚の分娩率, 離乳後7日以内の交配率に分娩率を掛けた総分娩率, 囊腫卵胞の形成率ではx²検定を用いて解析した。その際, P<0.05を統計学的に有意差ありとした。

結果

試験1では, 離乳後7日以内の交配率は処置群88.9%, コントロール群62.4% (P<0.01), 離乳から交配までの日数は同じく4.9±0.7日, 5.5±0.9日と処置群で有意に短縮した (P<0.01, Table 1)。一方, 分娩率は処置群85.4%, コントロール群93.8%と, コントロール群が高い傾向にあったが (P=0.08), 総分娩率は処置群75.9%, コントロール群58.5%と処置群が有意に高かった (P<0.01)。

試験2では, 離乳後7日以内の交配率は処置群100% (11/11頭), コントロール群75% (9/12頭, P=0.06) であった。離乳から交配までの日数は処置群4.4±0.5日, コントロール群5.0±0.0日 (P<0.05) と処置群で有意に短縮し, 離乳から排卵終

了までの日数は同じく6.0±0.6日, 6.8±0.8日 (P=0.07), AI回数は3.9±1.0, 3.7±0.8回であった (P=0.66, Table 2)。

離乳後の各クラス毎の卵胞動態では, クラスIの卵胞数は, Day 6まで2群間に有意な差はみられなかった (P=0.22)。クラスII卵胞数は, Day 2において, 処置群とコントロール群がそれぞれ

Table 1. Effect of PG600® treatment on service rate, the interval from wean to service, farrowing rate and total farrowing rate in the Experiment 1.

Item	PG600®	Control	P-value
n	108	181	
Service Rate (%) ¹⁾	88.9%	62.4%	<0.01
Wean to Service (days) ²⁾	4.9±0.7	5.5±0.9	<0.01
Farrowing Rate (%) ³⁾	85.4%	93.8%	0.08
Total Farrowing Rate (%) ⁴⁾	75.9%	58.5%	<0.01

¹⁾ Service rate (%) was the percentage of sows expressing estrus and was subjected for AI within 7 days after weaning.

²⁾ Wean to service (days) was defined as the interval from weaning to estrus (average±s.d.).

³⁾ Farrowing rate (%) was the percentage of sows farrowed in the total animals subjected to AI within 7 days after weaning.

⁴⁾ Total farrowing rate (%) was the percentage of sows farrowed in the total animals in herd, and was calculated by service rate¹⁾ x farrowing rate³⁾.

Table 2. Effect of PG600® treatment on estrus by day 7, service rate, the interval from wean to service and wean to ovulation, number of AIs, pregnancy rate, number of CLs and the ratio of sows having follicular cysts in the Experiment 2.

Item	Treatment		P-value
	PG600®	Control	
n	11	12	
Estrus by day 7 ¹⁾	11	9	-
Service Rate (%) ²⁾	100.0	75.0	0.06
Wean to Service (days) ³⁾	4.4±0.5*	5.0±0.0	0.02
Wean to Ovulation (days) ⁴⁾	6.0±0.6	6.8±0.8	0.07
Number of AIs ⁵⁾	3.9±1.0	3.7±0.8	0.66
Pregnancy Rate (%)	100.0	100.0	-
Number of CLs	23.2±4.0*	18.2±3.3	0.02
Cystic Rate (%) ⁶⁾	9.1**	44.4	0.19

¹⁾ Estrus by day 7 was the number of weaned sows that returned to estrus by day 7.

²⁾ Service rate (%) was percentage of sows subjected to AI within 7 days after weaning.

³⁾ Wean to service was defined as the interval from weaning to estrus (average±s.d.).

⁴⁾ Wean to ovulation was defined as the interval from wean to ovulation (average±s.d.).

⁵⁾ Number of AIs was the total number of AIs subjected during estrus (average±s.d.).

⁶⁾ Cystic rate (%) was percentage of sows with follicular cysts (follicle ≥ 15mm in diameter).

** Significantly differs from control (P<0.01).

* Significantly differs from control (P<0.05).

10.5±7.0個, 5.4±3.7個 (P=0.07), Day 3において23.5±9.1個, 16.6±5.6個 (P=0.09)と, 処置群で多い傾向にあった (Fig. 1). クラスIII卵胞数では, Day 6まで2群間に有意な差はみられず (P=0.16), クラスIV卵胞は処置群の1頭にみられた. 発情開始時では, クラスI, II, III, IVの卵胞数が処置群2.9±3.8個, 14.7±10.0個, 11.1±8.3個, 0.1±0.3個, 同様にコントロール群0.9±1.8個, 6.4±4.5個, 13.8±4.0個, 0.0個であり, 処置群ではクラスIIの卵胞数が他の卵胞より多い傾向にあった (P=0.10).

最大卵胞の平均直径は, Day 2で処置群5.7±0.7 mm, コントロール群5.3±0.6 mm (P=0.07), Day 3で同じく7.1±0.8 mm, 6.3±0.8mm (P<0.05)と処置群がコントロール群よりDay 3で有意に大きくなった (Fig. 2). 排卵後10日から11日の黄体確認時には, 交配されたすべての初産豚で

黄体の形成が確認され, 黄体数は処置群23.2±4.0個, コントロール群18.2±3.3個と, 処置群で有意に多くなった (P<0.05, Table 2). この時, 処置群の1頭 (9.1%), コントロール群の4頭 (44.4%)では黄体に共存した囊腫卵胞がみられたが (P=0.19), 受胎率は両群とも100%であった.

血中E₂濃度は, Day 2では処置群が21.6±9.8 pg/mL, コントロール群が15.3±6.0 pg/mLと処置群で高い傾向にあった (P=0.12, Fig. 3). 血中P₄濃度は, Day 6において処置群が3.5±2.4 ng/mL, コントロール群が1.7±1.1 ng/mLと処置群で高い傾向にあり (P=0.09, Fig. 4, 血中P₄濃度は対数目盛で表現されている), 黄体確認時には処置群130.3±22.0 ng/mL, コントロール群100.4±28.4 ng/mLとなり, 処置群が有意に高かった (P<0.05, Fig. 4).

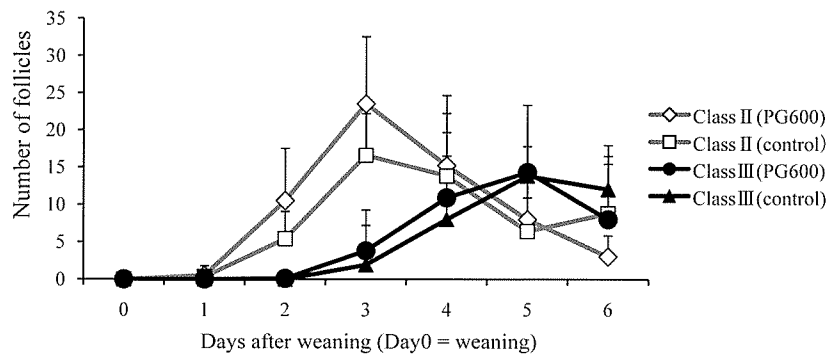


Fig. 1. Mean number of follicles characterized with follicular size; Class II for 5-7 mm and Class III for 7-10mm in diameter after weaning in the first farrowing gilts.

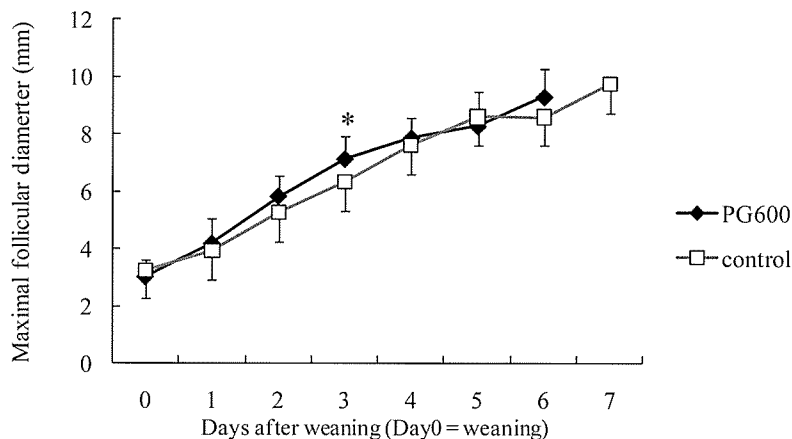


Fig. 2. Maximal follicular diameter after weaning in the first farrowing gilts.
*: Significantly differed from control (P<0.05).

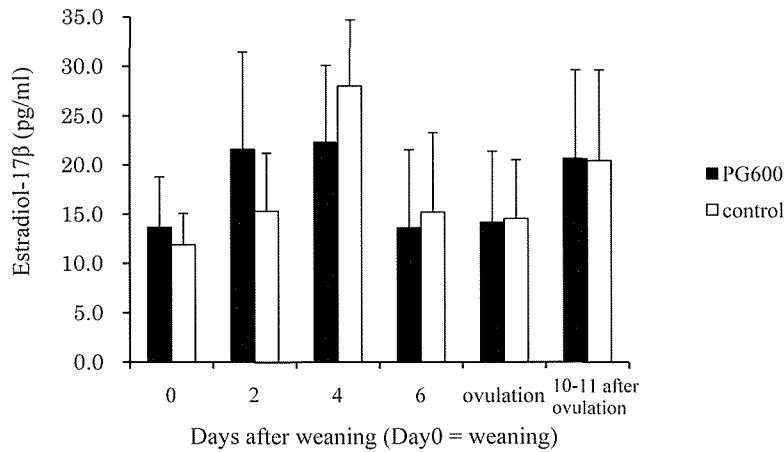


Fig. 3. Mean plasma concentrations of Estradiol-17β after weaning in the first farrowing gilts.

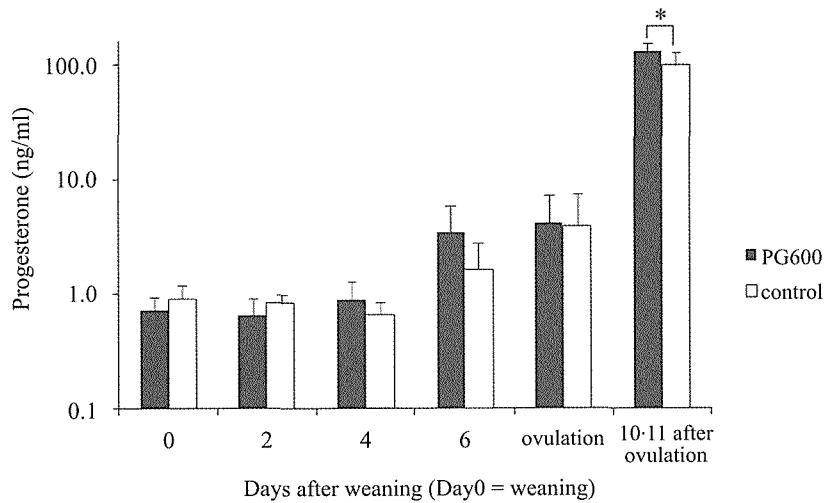


Fig. 4. Mean plasma concentrations of progesterone after weaning in the first farrowing gilts.

* : Significantly differed from controls (P<0.05).

考 察

経産豚では通常、離乳後93~118時間後に発情が回帰する (Madej *et al.* 2005). 離乳後、子豚の吸乳刺激による抑制が解かれ、下垂体からLHのパルス状分泌が増加すると卵巣にある卵胞が発育し、成熟卵胞からのE₂の分泌が増加する。これによって発情行動が起こるとともに、E₂の正のフィードバックによってLHサージが起こり排卵する。しかし、泌乳中の栄養管理が不適切であると、特に夏季の初産豚では卵胞の発育がみられず、卵巣静止状態となって、離乳後無発情となり、発情回帰までの日数が延長する。

今回、離乳後の初産豚にPG600®を投与すると離乳後7日以内の交配率が増加し、離乳から交配

までの日数が短縮した(試験1, 2)。また、Day 2やDay 3の最大卵胞直径と血中E₂濃度は処置群で高い傾向にあった。このことから、PG600®の投与後、eCGとhCGのFSH様作用とLH様作用によって、卵胞の成長とE₂の分泌が促進されたと考えられる。無発情の未經産幼若豚に対しPG600®を投与すると、85%が投与後6日以内に発情を示したとする報告がある (Iwamura *et al.* 1998)。未經産幼若豚で卵胞の成熟がなく、排卵がみられないという病態は、離乳後卵巣周期が回復しない経産豚の卵巣動態と類似している。

排卵後10日から11日の黄体数は処置群で23.2 ± 4.0個、コントロール群で18.2 ± 3.3個であり、PG600®の投与によって排卵数は約27%増加した。

eCGを発情周期の11日目に投与すると、5 mm以下の卵胞の閉鎖退行を抑制できたとする報告(Liu *et al.* 2003)がある。eCGの投与により、クラス I 卵胞の閉鎖退行を抑制し、hCGのLH様作用と協同で早期に卵胞を成熟させることにより、Day 2 と Day 3 のクラス II 卵胞数が増加し、これが発情開始時のクラス II 卵胞数の増加と排卵数の増加につながったと考えられる。

Nalvandov (1950) の分類によると、豚の卵巢嚢腫は多胞性大型嚢腫、多胞性小型嚢腫、黄体共存型単胞性嚢腫、黄体不在型単胞性嚢腫の 4 型に分けられる。今回みられた卵巢嚢腫は、黄体と共存して片側または両側卵巢に15 mm以上の卵胞が1～3個存在する、黄体共存型単胞性卵巢嚢腫であった。hCGの投与によって、卵巢のLH/hCGレセプターが脱感作されること(Hunzicker-Dunn *et al.* 1979)、また離乳時に今回の1.5倍量であるeCG 600 IUとhCG 300 IU、あるいは2倍量であるeCG 800 IUとhCG 400 IU投与すると、投与量に比例して排卵後に卵巢嚢腫となる繁殖雌豚が増加した(Breen *et al.* 2005)とする報告があり、今回PG600[®]の投与により卵巢嚢腫の増加が危惧された。しかし、今回の初産豚では、黄体共存型の単胞性卵巢嚢腫は処置群で1/11頭、コントロール群で4/9頭であり、2群間に差はみられなかった。試験1で、処置群の分娩率が低い理由については不明である。離乳後、PG600[®]を投与すると分娩率が有意に上昇したとする報告(Almond *et al.* 2006)や、有意な差はみられないが僅かに上昇したとする報告(Manjarin *et al.* 2010, Breen *et al.* 2006)、有意な差はみられないものの僅かに低下したとする報告(Vargas *et al.* 2006, Kirkwood *et al.* 1988)があり、PG600[®]が分娩率に与える影響はいまだ明らかではない。繁殖豚の分娩率には、雄側の要因として精液性状、雌側の要因として子宮疾患や排卵障害、卵巢嚢腫、黄体遺残、低受胎、流産、人的要因として人工授精の手技、授精時期などがあり、ホルモン剤処置以外の要因も考えられる。しかし、最終的な総分娩率は処置群で高く、PG600[®]を投与することにより、離乳から早期の交配が可能となり、多数の産子を得ることができた。

まとめとして、初産豚に対しPG600[®]を離乳の翌日に投与すると、離乳後2～3日における直径

5～7 mmの卵胞数と最大卵胞の直径が増大し、血中E₂濃度が上昇する傾向がみられた。また、離乳から7日以内の発情回帰率の増加と交配までの期間の短縮、排卵数の増加と黄体期の血中P₄濃度の上昇がみられた。一方、PG600[®]を投与しても卵巢嚢腫の発生が増加することはなく、初産豚に対する離乳後のPG600[®]投与は、繁殖成績の向上に有用と思われる。しかし、PG600[®]投与後の分娩率に関しては、今後さらに例数を重ね、検討する必要がある。

謝 辞

本研究の薬剤PG600[®]の提供を受けた株式会社インターベットに深謝する。また、2008年宮崎大学共同研究支援経費「離乳時の性ホルモン投与による離乳後無発情豚の繁殖成績向上対策に関する研究」(宮大産学第167号)による研究費の補助を受けた。記して、深謝する。

要 約

離乳時の初産豚108頭に、PG600[®] (eCG400 IUとhCG200 IUの合剤)を投与したところ、無投与の対照群(n=181)に比べて離乳から7日以内の交配率が増加し、また初回交配までの日数の短縮、並びに離乳した母豚に対する総分娩率の増加がみられた。同様に初産豚にPG600[®]を投与した処置群(n=11)と生理食塩液を投与した対照群(n=12)について、離乳後の卵巢所見を経直腸超音波検査法により観察したところ、処置群で離乳後2～3日における直径5～7 mmの卵胞数と最大卵胞直径の増加があり、排卵数が増加した。また、発情後の処置群では、血中E₂濃度と黄体期における血中P₄濃度の上昇がみられた。

キーワード：初産豚、ホルモン合剤(PG600[®])、繁殖成績、経直腸超音波検査、離乳

引用文献

- Almond, P., G. Bilkei (2006) Effects of a gonadotropin application on seasonal subfertility in pigs. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.* **113**, 201-202
- Bracken, C. J., W. R. Lamberson, T. J. Safranski, M. C. Lucy (2003) Factors affecting follicular populations on Day 3 postweaning and interval to ovula-

- tion in a commercial sow herd. *Theriogenology* **60**, 11-20
- Breen, S. M., S. L. Rodrigues-Zas, R. V. Knox (2006) Effect of altering dose of PG600 on reproductive performance responses in prepubertal gilts and weaned sows. *Anim. Reprod. Sci.* **95**, 316-323
- 浜名克己, 中尾俊彦, 津曲茂久 (2006) 獣医繁殖学 第3版. 文永堂出版, 東京 pp. 90, pp. 303
- 日高良一, 日高華奈子, 笹倉春美, 上村俊一 (2009) 経直腸超音波検査の卵巢所見に基づくホルモン投与と飼養管理の改善による無発情豚対策. 日獣会誌 **62**, 126-131
- Hunzicker-Dunn, M., R. Jungmann, D. Derda, L. Birnbaumer (1979) LH-induced desensitization of the adenyl cyclase system in ovarian follicles. *Adv. Exp. Med. Biol.* **112**, 27-44
- 伊東正吾, 小笠 晃, 百目鬼郁夫, 中原達夫 (1985) 豚における卵巢囊腫の臨床内分泌的・組織学的観察. 家衛試研報 **87**, 63-71
- Iwamura, S., M. Sone, T. Kawarasaki, S. Ryu, A. Ogasa (1998) Precocious estrus and reproductive ability induced by PG600 in prepubertal gilts. *J. Vet. Med. Sci.* **61**, 7-11
- Kirkwood, R.N., F.X. Aherne, G.R. Foxcroft (1988) Effect of gonadotropin at weaning on reproductive performance of primiparous sows. *J. Swine Health Prod.* **6**, 51-55
- Knox, R.V., S.L. Rodriguez-Zas, G.M. Millar, K.L. Willenburg, J.A. Robb (2001) Administration of P.G.600 to sows at weaning and the time of ovulation as determined by transrectal ultrasound. *J. Anim. Sci.* **79**, 796-802
- Knox, R.V. (2005) Recruitment and selection of ovarian follicles for determination of ovulation rate in the pig. *Dom. Anim. Endri.* **29**, 385-397
- Koketsu, Y, G.D. Dial (1997) Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology* **47**, 1445-61
- Liu, Z.H., K.Z. Yue, S.F. Ma, X.S. Sun, J.H. Tan (2003) Effect of pregnant mare serum gonadotropin (eCG) on follicle development and granulose-cell apoptosis in the pig. *Theriogenology* **59**, 775-785
- Madej, A., A. Lang, Y. Brandt, H. Kindahl, M.T. Madsen, S. Einarsson (2005) Factors regulating ovarian function in pig. *Dom. Anim. Endri.* **29**, 347-361
- Manjarin, R., J.C. Garcia, J.C. Dominguez, M.J. Castro, B. Alegre, J.D. Munoz, R.N. Kirkwood (2010) Effect of gonadotropin treatment on estrus, ovulation, and litter size in weaned and anestrous sows. *J. Anim. Sci.* **88**, 2356-2360
- Moriyoshi, M., K. Tanaka, T. Nakao, K. Kawata (1999) Ovarian cysts induced by hCG in gilts and examined morphologically from onset to regression. *Rakuno Gakuen Univ.* **23**, 125-133
- Nalvandov, A.V (1950) Problems in swine reproduction. *Vet. Med.* **45**, 477-479
- 笹倉春美, 日高良一, 日高華奈子, 日高真千子, 北原 豪, 上村俊一 (2009) 離乳時のGnRH-A投与が経直腸超音波検査法でみた種雌豚の卵胞発育に及ぼす影響. 宮大農研報 **55**, 121-126
- Vargas, A.J., M.L. Bernardi, I. Wentz, G.B. Netto, F.P. Bortolozzo (2006) Time of ovulation and reproductive performance over three parities after treatment of primiparous sows with PG600. *Theriogenology* **66**, 2017-2023