韓國家畜繁殖學會誌 14(2) : 147~154(1990)
Korean J. Animal Reprod.

$AgNO_3$와 Lactic acid 溶液의 精巢內 注入이 精巢의 크기와 血中 Steroid 호르몬의 변화에 미치는 影響

白光洙 · 李殷奉 · 鄭鎭官*

順天大學校 畜産學科

Effects of Intratesticular Injection of $AgNO_3$ and Lactic Acid Solution on the Change of Scrotum Size and Steroid Concentration in the Blood of Pigs

Baek, K.S., E.B. Lee and J.K. Jung*

Department of Animal Science, Sunchon National University

SUMMARY

To study effects of intratesticular injection of $AgNO_3$ and lactic acid solution(ALS) on castration, 50 heads of crossbred(Large Yorkshire × Landrace) pigs were used.

ALS(1% or 5% in concentration) was injected(0.2ml or 0.5ml in amount) to testes of pigs (weighing 7.7kg) unilaterally or bilaterally and changes of scrotum size, residual concentration of Ag, and steroid concentration in the blood were measured.

The results obtained are summarized as follows:

1. The size of testis became swollen significantly($p<0.01$) on the 3rd day after the treatment and then reduced to the same size before the treatment on the 26th day.
2. The residual concentration of Ag in the bilaterally treated pigs was similar to that of the control pigs, while it was lower in the unilaterally treated pigs than in the control pigs except the 1%-0.2ml treated pigs whose concentration was similar to that of the control pigs.
3. In 92 days after the bilateral injection, the testosterone concentration was higher significantly($p<0.01$) in the 5%-0.5ml treated pigs than in the control pigs. However, in 120 days it was lower significantly($p<0.05$) in the treated pigs than in the control pigs.
4. In 92 days after the bilateral treatment, the androstenedione concentration was lower significantly($p<0.01$) in the 1%-0.5ml treated pigs than in the control pigs and it was also lower significantly($p<0.05$) in the 1% or 5% treated pigs than in the control pigs on the 120 th day after the treatment.

Ⅰ. 緖 論

藥物 注入이 精巢의 組織에 미치는 影響에 대해서는 많이 연구되어 왔다. Bouisson 등(1965), Caujolle

*畜産試驗場(Livestock Experiment Station)

등(1965), Mason 등(1964, 1967)은 cadmium chloride를 쥐, 토끼, 緬羊, 山羊 등의 精巢에 少量을 投與함으로써 精巢의 組織이 退化되고 細胞가 壞死하여 生殖力을 잃게 된다고 報告하였고, Cooper등(1970)은 抗受精物質인 propylene dimethane sulphonate (PDS) 1×100mg/kg를 注射한 後 52日에 精巢를 觀察한 結果 精子가 形成되지 않았다고 하였으며, Jackson(1969), Jackson등(1973)은 쥐에 黃含有化合物을 投與함으로써 各種 精子形成細胞등이 傷害를 받는다고 하였고, Hilderbrand등(1973)은 lead acetate를 注入한 흰쥐에서 精巢의 退化 및 非正常的인 組織現象을 나타냈다고 하였으며, Lee와 Dixon(1975)은 쥐에 有機水銀化合物을 處理함으로써 쥐의 繁殖能力을 減退시킨다고 하였다.

李(1985)는 silver nitrate溶液을 家兎의 精巢 內에 注入한 結果 7~28日에 藥物이 직접 주입된 組織의 部位는 壞死하였고, 그 隣近 部位에 있는 曲細精管 內의 精母細胞와 間質組織이 傷害를 받았다고 하였고, 金(1987)은 5~10% silver nitrate溶液을 緬羊과 山羊이 精巢上體 尾部에 注入한 結果 8~9個月에 尾部의 組織이 壞死되어 있었고 死滅된 精子와 精巢上體 分泌液으로 充滿되어 있었다고 하였으며, 姜(1990)은 5% silver nitrate 1~2ml, 5% silver nitrate 12%+lactic acid 88% 1ml를 仔豚의 精巢 內에 注入한 結果 5% silver nitrate 1~2ml를 注入한 區에서는 注入 後 4日에 精巢의 幅이 注入 前에 比해 2.3~2.4cm로 腫大되었다가 注入 後 14日頃에 處理區의 精巢가 모두 없어진데 비해, 5% silver nitrate 1~2ml만을 注入한 군에서는 21日 頃에 精巢가 없어져 lactic acid를 處理한 區가 이를 處理하지 않은 區보다 精巢의 壞死가 빨랐다고 하였고 170日 頃에는 精巢組織이 거의 완전히 壞死되었으나 精巢上體 등 隣接組織은 전혀 損傷은 받지 않았다고 하였으며 또한 이 溶液은 體內에 擴散이 되거나 殘留가 되지 않는다고 하였다.

이처럼 化學物質을 精巢에 注入時 精巢 및 그 組織變化에 대해서는 많이 硏究가 되어 왔으나 化學物質 특히 $AgNO_3$와 lactic acid용액의 精巢內 注入이 精巢의 크기 및 血中 steroid호르몬의 變化에 미치는 영향에 대해서는 많이 硏究되어 있지 않다.

따라서 本 試驗에서는 $AgNO_3$와 lactic acid용액의 精巢內 注入이 精巢의 크기에 어떠한 영향을 주며 血中 testosterone과 androstenedione의 濃度에 어떠한 영향을 주는가를 究明하기 위하여 實施하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試動物

供試動物은 生後 35日齡 平均 體重 8.0kg인 仔豚 25頭, 生後 33日齡 平均體重 7.9kg인 仔豚 25頭로서 Large Yorkshire × Landrace의 F_1 仔豚 50두를 供試하였고, 飼養管理는 一般慣行法에 따라 實施하였다.

2. 試驗時期 및 場所

1989年 4月부터 1990年 3月까지 1年間 全南 昇州郡 西面 池本里에 位置한 信陽畜産養豚場과 順天大學 繁殖學 實驗室에서 實施하였다.

3. 供試藥品

Silver nitrate(日本和光純藥工業株式會社, $AgNO_3$: M.W.=169.87, 99.8%)를 1%와 5%로 蒸溜水에 稀釋하고 lactic acid(大坂藥理化學株式會社, 90.08%) 溶液을 silver nitrate 稀釋溶液과 同量으로 섞어 仔豚의 精巢實質 內에 0.2ml와 0.5ml씩을 注入하였다.

4. 試驗設計

片側 및 兩側處理로 各各 25頭씩을 供試하여 Table 1과 같이 完全任意 配置하였다.

5. 調査項目 및 方法

(1) 陰囊크기의 測定

注射한 後 陰囊의 幅과 길이에 대해 Venier Calipers로 陰囊의 變化를 0, 3, 7, 14, 26일에 測定하였다.

(2) 血中 殘留 銀(Ag)濃度의 測定

$AgNO_3$와 lactic acid solution(ALS)을 處理한 後 119일 및 134일째에 頸靜脈에서 採血하여 遠心分離시킨 다음 血淸만을 使用하였다. 銀(Ag) 分析은 血淸 0.5ml를 dry oven에서 乾燥시킨 後 남은 凝固物에 分解液(H_2SO_4 : H_2O_2 : $HClO_4$ = 2 : 5 : 9)을 3ml 加하여 Kjeldahl System에서 蒸發시켰다. 여기에 蒸

Table 1. Experimental design

Treatments	Unilateral		Bilateral	
	No. of pigs	Initial Bwt.	No. of pigs	Initial Bwt.
Control	5	7.7	5	7.4
1% 0.2ml	5	8.2	5	7.5
0.5ml	5	8.1	5	7.6
5% 0.2ml	5	8.0	5	8.2
0.5ml	5	7.9	5	8.7
Total(Ave.)	25	(8.0)	25	(7.9)

溜水 8ml를 加하여 filtration(0.4 μm)시킨 다음 Atomic Absorption Spectrophotometer(A.A機, U.S.A)로 分析하였다.

(3) 血中 Sex steroid hormone 濃度의 測定

1) Testosterone

頸靜脈에서 採血하여 ethylenediamine-tetraacetic acid(E.D.T.A)를 處理한 다음 血淸을 分離하여 冷凍하였다. Radioassay System Laboratories Inc.(Carson, California, U.S.A)의 I^{125} testosterone standards(0.0ng/ml - 30.0ng/ml)와 serum sample을 antibody가 coating된 各 試驗管에 25 μl 씩을 加하여 混合震盪하였다. 混合震盪한 後 37℃에서 3日間 培養하여 上層液은 버리고 試驗管은 gamma counter(Packard Autogamma Model 500)를 使用하여 放射能으로 血淸 中의 testosterone 濃度를 測定하였다.

2) Androstenedione

前處理過程으로, ethyl acetate : hexane(3 : 2) 抽出 溶液을 製造하여 抽出 溶液 6ml를 Serum 0.3ml가 든 유리管에 넣어 60초 동안 震盪 混合하여 5分 以上 放置한 다음 serum層과 hexane層이 分離되었을 때 上層液 5ml를 빨아 내어서 蒸發접시에서 自然蒸發시킨 後 殘留物에 steroid buffer(diluent buffer) 2.5ml를 넣고 回轉시키면서 室溫下에서 10分 以上 培養하여 殘留物을 녹인 다음 分析을 實施하였다.

分析過程으로, 1,2번 tube(N.S.B)에 diluent buffer 0.6ml를, 3,4번 tube(Bo)에 diluent buffer 0.5ml를, 5~18번 tube(A-G standard)에 androstenedione standard(0.1~10mg/ml) 0.5ml를, 19번부터 마지막 番號까지에는 serum sample 0.5ml를 넣었고 1,2번 tube를 除外한 모든 tube에는 androstenedione 0.1ml를 넣었다.

Androstenedione I^{125} 0.1ml를 모든 tube에 넣어 震盪 混合하여 室溫에서 60分 동안(antiserum과 tracer가 反應하는 時間) 培養하였고 培養後 沈澱溶液 0.5ml씩을 모든 tube에 넣어 震盪 混合하였다. 그리고 나서 모든 tube를 20分동안 2,300~2,500rpm으로 遠心分離시킨 다음 上層液은 버리고 나머지는 gamma counter로 測定하였다.

(4) 精巢의 組織學的 觀察

屠殺時 去勢豚의 精巢 中 壞死組織과 正常組織을 切取하여 7μm로 切斷한 다음 이를 hematoxylin-eosin으로 染色하여 組織標本을 만든 後 顯微鏡的 觀察을 하였다.

6. 統計分析

統計分析은 SAS(Statistical Analysis System) Package program를 利用하였으며, 最小有意差檢定(LSD)法으로 檢定을 하였다.

III. 結果 및 考察

1. 陰囊크기의 變化

$AgNO_3$와 lactic acid溶液을 1%와 5%로 製造하여 0.2ml, 0.5ml씩을 片側精巢의 實質 內에 注入한 결과, Table 2와 같은 陰囊 크기의 變化를 나타냈다. 兩 處理區가 共히 注入후 3일째에 有意的으로 腫脹되었다가($p<0.01$) 그 後 漸次 萎縮되었는데 그 程度는 서서히 進行이 되었고 注入 후 26일째에는 注入 前과 비슷한 크기로 되었으며 注入 後 59일 頃에는 精巢의 크기를 測定할 수 없을 程度로 萎縮이 되어 있었다.

Table 2. Changes in scrotum size following unilaterally intratesticular injection of $AgNO_3$ and Lactic acid solution

Treatment		No. of pigs	Testes	Days after injection					A.T*
				0	3	7	14	26	59
Control		5	Width	19.00±0.22**	19.08±0.19	20.58±1.06	20.67±1.22	21.50±1.72	−
			Length	34.17±2.72	34.87±2.39	37.08±1.75	39.92±2.10	40.00±1.75	
1%	0.2ml	5	Width	19.17±0.83	23.05±2.55	22.67±1.06	21.60±0.08	20.33±1.66	2
			Length	35.25±0.79	48.00±3.50	44.50±2.80	40.83±0.94	35.83±1.89	
	0.5	5	Width	16.50±0.79	26.58±1.60	24.75±1.24	22.10±0.52	19.42±0.70	4
			Length	30.83±1.12	52.58±3.33	50.67±2.97	40.00±0.88	33.00±2.09	
5%	0.2	5	Width	15.75±0.77	23.75±1.30	23.17±1.23	22.50±1.91	17.33±1.61	2
			Length	31.33±1.12	43.00±1.88	41.42±1.48	35.00±1.87	31.08±2.07	
	0.5	5	Width	14.75±1.08	28.00±1.47	25.92±1.23	21.33±1.65	18.17±1.28	5
			Length	27.33±1.20	52.60±2.57	51.33±1.61	36.75±2.61	30.50±1.64	
LSD		0.05	Width	2.992	4.365	4.003	4.200	5.000	
		0.01		4.255	6.209	5.693	5.973	7.049	
LSD		0.05	Length	6.744	3.838	3.240	4.180	3.098	
		0.01		9.592	5.459	4.609	5.945	4.406	

*A.T : No. of Atrophic testes

**Mean±SE

萎縮이 되는 程度는 個體에 따라 差異를 나타내었는데, 測定할 수 없을 程度로 萎縮이 되어 있는 頭數는 1%-0.2ml 區와 0.5ml 區가 各各 2頭와 4頭, 그리고 5%-0.2ml 區와 0.5ml 區가 各各 2頭와 5頭이었으며, 溶液 注入 後 3日째에 精巢가 有意的으로 腫脹된 程度를 보면 溶液 注入 直前에 比해 1%-0.2ml 區의 경우 幅 4.3mm 길이 12.7mm, 1%-0.5 ml 區 10.1mm, 21.8mm, 5%-0.2ml 區 8.0mm, 11.7mm, 5% 0.5 ml 區 13.2mm, 25.3mm 로 腫脹되어 溶液의 注入量이 많을수록 그 腫脹되는 程度는 큰 것으로 나타났다 (Fig. 1).

이는 $AgNO_3$ 溶液을 家兎의 精巢實質 內에 注入한 結果 注入 後 1日에는 注入 前에 比해 6~12mm 程度 腫大하였고 注入 後 3日에는 回復되기 始作하였으며 6~7日에는 正常化되었다고 하는 李(1985)의 報告와 5% $AgNO_3$ 12% + lactic acid 88% 1ml 溶液을 돼지의 精巢實質 內에 注入한 結果 注入 後 4日까지는 그 크기가 注入 前에 比해 2~3cm 로 腫大하였고 5日 以後부터는 減少하기 始作하였으며 14日 頃에는 處理區의 精巢가 모두 없어졌다고 하는 姜(1990)의 報告와도 類似한 傾向을 보였으나 그 程度 및 時期에 있어서는 差異를 나타내었다.

2. 血中 殘留 銀(Ag)濃度

血淸 中의 殘留 銀(Ag)의 濃度는 Table 3에서 보는 바와 같다.

片側處理의 境遇 134日頃에 對照區가 0.067ppm, 1%-0.2ml 區 0.067ppm, 1%-0.5ml 區 0.045ppm, 5%-0.2ml 區 0.061ppm, 그리고 5%-0.5ml區 0.045 ppm 으로 1%-0.2ml 區만 對照區와 同一한 水準일뿐 다른 處理區들은 모두 그 以下의 水準을 나타냈고, 兩側處理의 境遇 119日頃에 1%區, 5%區, 對照區가 共히 0.096ppm 으로 各 區間에서 同一한 水準을 나타내었다.

이는 5% $AgNO_3$+lactic acid 溶液을 仔豚의 精巢에 注入하여 170日齡에 血中 銀(Ag) 濃度를 分析한 結果 對照區와 處理區에서 共히 none-0.045ppm 範圍로 對照區와 處理區間에 差異가 없었다고 한 姜(1990)의 報告와 類似한 傾向을 나타내었으나 그 水準에서는 差가 있었다.

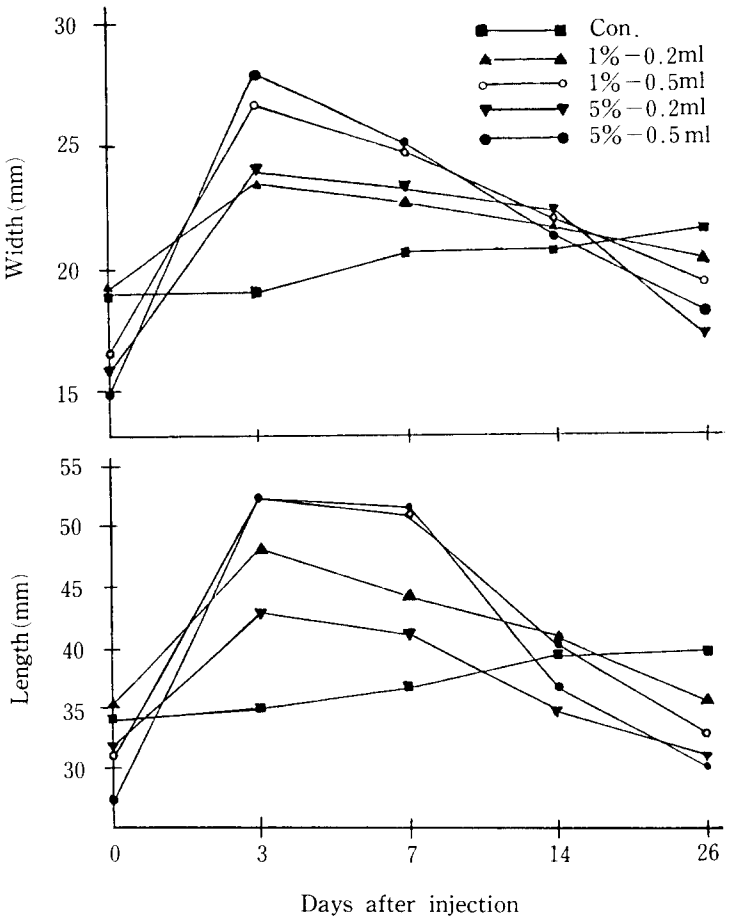

Fig. 1. Changes in scrotum size following unilaterally intratesticular injection of $AgNO_3$ and Lactic acid solution.

3. 血中 Sex steroid hormone 濃度

$AgNO_3$와 lactic acid 溶液을 兩側 精巢에 注入한 後 92日(123日齡)과 120日(151日齡)에 血淸 中의 testosterone과 androstenedione의 濃度를 測定하여 얻은 結果는 Table 4와 같다.

Testosterone의 濃度에 있어서, 注入 後 92日에는 5%-0.5ml 區 1.83ng/ml, 對照區 0.90ng/ml으로 5%-0.5ml 區와 對照區間에 高度의 有意差를 나타내었고($p<0.01$), 나머지區들도 1%-0.5ml 區 0.77ng/ml을 除外하고는 0.93-1.19ng/ml 範圍로 對照區보다 약간씩 높은 傾向을 보였으나 有意差는 나타내지 않았다. 120日에는 對照區 5.18ng/ml, 1%-0.2ml 區 2.29ng, 1%-0.5ml區 1.44ng, 5%-0.2ml區 2.17ng, 그리고 5%-0.5ml區 1.76ng으로 各 處理區들이 對照區보다 낮은 水準을 나타내어 1%-0.5ml區는 1% 水準에서, 그리고 나머지 處理區들은 5%水準에서 有意性을 나타내었다.

한편, 5%-0.5ml區를 除外한 모든 處理區들이 92日에서 보다는 120日에서 더 높은 水準을 나타내고 있다.

이는 testosterone의 水準에 있어서 非去勢牛와 去勢牛가 各各 10個月齡에 1148pg/ml, 32pg, 12個月齡 1224pg, 43pg, 14個月齡 1191pg, 27pg, 15個月齡 1330pg, 33pg, 16個月齡 1527pg, 28pg으로 모든 日齡에서 去勢牛가 非去勢牛에 比해 有意的으로 낮았다고 하는 Gortsema 등(1974)의 報告와 體重이 71kg, 92

Table 3. Serum levels of residual silver(Ag) contents following intratesticular injection of $AgNO_3$ and lactic acid solution (ppm)

Item	No. of pigs	Days after injection	
		119	134
Unilateral ;			
Control	5	−	0.067
1% 0.2 ml	5	−	0.067
0.5	5	−	0.045
5% 0.2	5	−	0.061
0.5	5	−	0.045
Bilateral ;			
Control	5	0.096	−
1% 0.2 ml	5	0.096	−
0.5	5	0.096	−
5% 0.2	5	0.096	−
0.5	5	0.096	−

Table 4. Changes in serum levels of testosterone and androstenedione following bilaterally intratesticular injection of $AgNO_3$ and lactic acid solution

Item	No. of pigs	Days after injection				Degree* of necrotic tissue
		Testosterone (ng/ml)		Androstenedione (pg/ml)		
		92	120	92	120	
Control	5	0.90±0.00**	5.18±1.77	2.43±0.00	2.38±0.53	+
1% 0.2 ml	5	0.93±0.06	2.19±0.02	1.80±0.33	1.52±0.00	+++
0.5	5	0.77±0.12	1.44±0.50	1.01±0.37	1.44±0.17	++++
5% 0.2	5	1.19±0.30	2.17±0.12	1.87±0.10	1.13±0.14	++++
0.5	5	1.83±0.02	1.76±0.20	3.08±0.21	1.19±0.08	+++
LSD 0.05		0.460	2.622	0.764	0.814	
0.01		0.655	3.729	1.086	1.158	

*+ ; Normal, ++ ; 1/4, +++ ; 2/4, +++ ; 3/4, ++++ ; All necrosis

**Mean±SE

kg인 非去勢豚에서 各各 3.25ng/ml, 5.66ng, 體重이 75kg인 去勢豚에서 0.43ng으로 去勢豚이 非去勢豚에 比해 낮았다고 하는 張 등(1987)의 報告와 類似한 傾向을 보였으나 그 水準에 있어서는 硏究者들의 硏究方法에 따라 差異를 나타내었다.

Androstenedione의 濃度에 있어서, 處理 後 92日에는 對照區 2.43pg/ml, 1%-0.2ml區 1.80pg, 1%-0.5ml區 1.01pg, 5%-0.2ml區 1.87pg, 그리고 5%-0.5ml區 3.08pg으로 5%-0.5ml區만 對照區보다 0.65pg/ml 높은 水準을 나타내었을 뿐 다른 處理區들은 共히 對照區보다 0.54~1.42pg/ml 程度 낮은 水準을 나타내었고 1%-0.5ml區는 有意的으로 낮은 水準을 나타내었다. ($p<0.05$)

120日에는 對照區 2.38pg/ml, 1%-0.2ml區 1.52pg, 1%-0.5ml區 1.01pg, 5%-0.2ml區 1.13pg, 그리고 5%-0.5ml區 1.19pg으로 모든 處理區들이 對照區보다 낮은 水準을 나타내어 5%區는 1%水準에서 그리고 1%區는 5% 水準에서 有意差를 나타내었다. 이

는 體重 70kg, 92kg, 110kg인 非去勢豚에서 各各 0.44 pg/ml, 0.41pg, 1.04pg, 體重이 69kg, 90kg, 102kg 인 去勢豚에서 각각 0.07pg/ml, 0.10pg, 0.07pg으로 去勢豚이 非去勢豚에 比해 낮았다고 하는 張 등 (1987)의 報告와 一致하는 傾向을 보였으나 그 水準에 있어서는 差異를 나타내었다. 그런데 testosterone과는 달리 1%-0.5ml 區를 除外한 모든 區들이 處理 後 92日보다는 120日에 對照區 0.05pg/ml, 1%-0.2ml區 0.28pg, 5%-0.2ml區 0.74pg, 그리고 5%-0.5ml區 1.89pg 程度로 낮은 傾向値를 나타내었다.

한편, hormone의 水準을 精巢組織의 壞死 程度와 比較하여 볼 때, 그 程度가 심할수록 낮은 傾向을 나타내었다.

IV. 摘 要

$AgNO_3$와 Latic acid 溶液의 精巢 內 注入에 의한 돼지의 去勢效果를 究明하기 위하여 1989년 4月부터 1990年 3月까지 Large Yorkshire × Landrace의 F_1 仔豚 50頭를 供試하여 本 試驗을 實施하였다.

片側 精巢와 兩側 精巢에 1%와 5%의 溶液을 仔豚의 精巢 內에 各各 0.2ml와 0.5ml씩 注入하여 陰囊 크기의 變化, 體重 및 背脂肪層 두께의 變化, 血中 殘留銀(Ag) 濃度 및 血中 sex steroid hormone 濃度의 水準, 精巢組織의 壞死 程度를 調査하였는 바, 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 陰囊 크기의 變化는 各 處理區가 共히 注入 後 3일째에 有意的으로 腫脹되었고($p<0.01$), 그 後 漸次 萎縮하기 始作하여 26日째에는 注入前과 비슷하였다.
2. 血中 殘留 銀(Ag) 濃度는 兩側處理區들이 共히 對照區와 同一한 水準을 나타내었고, 片側處理區들은 1%-0.2ml區만 對照區와 同一한 水準일 뿐 나머지 區들은 모두 그 以下의 水準을 나타내었다.
3. Testosterone의 濃度는 兩側處理 後 92日에 5%-0.5ml區와 對照區間에 高度의 有意性을 나타냈으며($p<0.01$), 120日에는 1%-0.2ml區, 5%-0.2ml區, 그리고 5%-0.5ml區들이 모두 對照區보다 有意的으로 낮은 水準을 나타내었다.($p<0.05$)
4. Androstenedione의 濃度는 兩側處理 後 92日에 1%-0.5ml區와 對照區間에 高度의 有意性을 나타냈고($p<0.01$), 120日에는 1%區, 5%區가 모두 對照區보다 낮은 水準을 나타내었다.($p<0.05$)

V. 引用文獻

1. Bouisson, H. and M.T. Fabre. 1965. Lesions provoquees par le sulfat de cadmium sur le testicule du rat Arch. Malad. Professionnelles., 26 : 127.
2. Caujolle, F., H. Bouisson, M.T. Fabre, M. Pham-Huu-Chanh and C. Silve. 1965. Etude experimentale del action toxique du cadmium sur le testicule du rat. Bull. Acad. Nat. Med.(Paris). 149 : 146.
3. Cooper, E.R.A. and H. Jackson. 1970. Comparative effects of methylene, ethylene and propylene dimethane-sulphonates on the male rat reproductive system. J. Reprod. Fert., 23 : 103.
4. Gortsema, S.R., J.A. Jacobs, R.G. Sasser, T.L. Gregory and R.C. Bull. 1974. Effects of endogenous testosterone on production and carcass traits in beef cattle. J. Anim. Sci., 39(4) : 680.
5. Hilderbrand, D.C., W.T. Griffin and M.S. Fahim. 1973. Effect of lead acetate on reproduction. Am. J. Obsted. Gynecol., 115 : 1058.
6. Jackson, H. 1969. Chemical interference with spermatogenesis and fertility. In Advances in Reproductive Physiology(A. Maclaren ed.) Logos Press, London. Vol. 4 : 63.
7. Jackson, H., C.M. Jackson and P. Jonse. 1973. Hormonal antagonism to the antispermatogenic effect of ethylene-dimethane-sulphonate in rats. J. Reprod. Fert., 34 : 133.
8. Lee, I.P. and R.L. Dixon. 1975. Effects of mercury on spermatogenesis studied by velocity sedimentation cell separation and serial meating. J. Pharmacol. Expt. 1. Therapeut., 194 : 171.
9. Mason, K.E., J.A. Brown, J.O. Young

and R.R. Nesbit. 1964. Cadmium-induced injury of the rat testis. Anat. Rec., 149 : 135.

10. Mason, K.E. and J.O. Young. 1967. Effects of cadmium upon the excurrent duct system of the rat testis. Anat. Rec., 159 : 311.

11. 姜陽守. 1990. Silver nitrate 溶液의 精巢內 注入에 依한 去勢效果에 關한 硏究. 慶尙大學 碩士學位論文.

12. 金聖奉. 1987. Silver nitrate 溶液의 精巢上體尾部 注入에 依한 山羊과 緬羊의 不妊誘起. 慶尙大學畜産振興硏究所報. 3 : 93.

13. 李殷奉. 1985. Silver nitrate 溶液의 精巢 內 注入에 依한 家兎의 去勢效果에 關한 硏究. 韓畜誌. 27 : 756.

14. 張源敬, 李章炯, 金龍坤, 鄭淑根. 1987. 수퇘지의 去勢가 發育 및 飼料利用性에 미치는 影響. 畜試硏報. 248.