

去勢對台灣土雞骨骼與血液性狀之影響⁽¹⁾

林正鏞⁽²⁾ 許振忠⁽³⁾⁽⁴⁾

收件日期：99 年 6 月 18 日；接受日期：99 年 11 月 4 日

摘要

本試驗旨在探討外科去勢對公雞骨骼及血液性狀之影響。試驗選用畜試土雞台畜肉十三號公雞 176 隻，於 6 週齡逢機分為去勢與假去勢處理組，並餵給生長期飼料（6 至 18 週齡）及肥育期飼料（19 至 26 週齡），試驗期間水與飼料採任食，並給予自然光照，試驗至 26 週齡結束，每組秤重、採血及屠宰 10 隻雞。結果顯示，正常公雞之血漿睪固酮（testosterone）濃度顯著（ $P < 0.05$ ）高於閹公雞，但血漿中抑血鈣素（calcitonin）、離子鈣（ionized calcium）、總鈣、無機磷、鎂之濃度及鹼性磷酸酶（alkaline phosphatase）之活性則顯著（ $P < 0.05$ ）低於閹公雞，但對血漿中副甲狀腺素（parathyroid hormone）之濃度並無顯著影響。閹公雞之脛骨重量、脛骨相對重量（relative tibia weight）、脛骨相對長度（relative tibia length）、脛骨寬度、皮層厚度（cortical thickness）、破裂強度（breaking strength）與骨骼灰分、鈣、磷及鎂含量等均顯著（ $P < 0.05$ ）低於正常公雞，但脛骨長度於二者間則無顯著差異。閹公雞之骨骼外觀畸形率（彎曲幅度及關節腫脹程度）高於正常公雞。由本試驗結果發現，公雞體內的雄性素含量會直接影響骨骼組成的流動、蓄積及溶解。

關鍵詞：去勢、公台灣土雞、閹雞、骨骼性狀、雄性素

緒 言

閹雞（capon）在美國主要做為烤雞之用途，有關閹雞之技術，以及閹雞性情較溫馴、活動性較低及擁有肥美的肉質（嫩而多汁），在中外書籍中被記載已超過 2,000 年（鄒，1995；Stromberg, 1980；Winter

（1）行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1603 號。

（2）行政院農業委員會畜產試驗所台東種畜繁殖場。

（3）國立中興大學動物科學系。

（4）通訊作者，E-mail: jchsu@dragon.nchu.edu.tw。

and Funk, 1960)。公雞去勢後會改變其性成熟過程及生產結果，閹公雞之直腸溫度、體重、飼料採食量、腳脛長度及羽毛完整性均顯著高於正常公雞 (Lin and Hsu, 2002; Lin and Hsu 2003a)。在屠宰率及心臟、頭頸、腳與腿部之比例，在閹公雞均顯著低於正常公雞，但腸道、背部、翅膀及胸部比例則顯著正常高於公雞 (Lin and Hsu, 2003b)。閹公雞之肌肉脂肪、ADP (adenosine diphosphate)、HxR (inosine) 含量與胸肉 Hx (Hypoxanthine) 含量及 K 值顯著高於正常公雞，但水分、ATP (adenosine triphosphate)、AMP (adenosine monophosphate) 含量與胸肉 IMP (inosine monophosphate) 及腿肉 Hx 含量均顯著低於正常公雞 (Lin *et al.*, 2011)。閹公雞肌肉之韌度 (toughness)、截切值 (shear value)、主胸肌 (Pectoralis major) 之肌纖維直徑與面積顯著低於正常公雞，但胸肉之凝集性 (cohesiveness) 顯著高於正常公雞 (Lin and Hsu, 2002; Lin *et al.*, 2011)。閹公雞之皮膚與肌肉亮度 (lightness, L 值) 及黃色度 (yellowness, b 值) 顯著高於正常公雞，但肌肉之紅色度 (redness, a 值) 則顯著低於正常公雞 (Lin and Hsu, 2003b)。閹公雞肌肉之感官品評 (sensory panel score) 無論在風味、嫩度及多汁性均顯著較正常公雞為佳 (Lin *et al.*, 2011)。正常公雞之血球比容積 (packed cell volume)、血漿 pH 值、睪固酮 (testosterone)、尿酸 (uric acid) 及總羥脯胺酸 (total hydroxyproline) 濃度顯著高於閹公雞；血漿抑血鈣素 (calcitonin)、離子鈣 (ionized calcium)、鉀離子 (K^+)、無機磷 (inorganic phosphorus)、總蛋白質 (total protein)、白蛋白 (albumin)、球蛋白 (globulin)、三酸甘油酯 (triglyceride)、總膽固醇 (total cholesterol)、低密度脂蛋白 (low density lipoprotein)、高密度脂蛋白 (high density lipoprotein) 之濃度及肌酸激酶 (creatine kinase) 之活性則顯著低於閹公雞 (Lin and Hsu, 2011)。但有關去勢對公雞骨骼及血液性狀之研究結果並不一致，如 Chen *et al.* (2007) 指出，公雞去勢會導致脛骨長度變短，但其他報告則指稱，公雞去勢並不影響脛骨長度 (Lin and Hsu, 2003a; Chen *et al.*, 2006a, 2006b)，或增加脛骨長度 (Hutt, 1929; Hsieh, 2003)。Lin and Hsu (2003a) 發現，公雞去勢導致血漿離子鈣 (ionized calcium) 濃度顯著增加，但不影響血漿之總鈣濃度，其他的報告則指稱，去勢或缺乏睪固酮會顯著增加血液總鈣濃度 (Moggetti *et al.*, 1999; Chen *et al.*, 2006b) 或不影響血液總鈣濃度 (Vanderschueren *et al.*, 1992; Gill *et al.*, 1998; Chen *et al.*, 2006a, 2007)。Chen *et al.* (2006b, 2007) 亦指稱，公雞去勢導致血液之鹼性磷酸酶活性顯著增加，其他的報告則指稱，去勢或缺乏睪固酮並不影響血液之鹼性磷酸酶活性 (Mauras *et al.*, 1999; Lin and Hsu, 2003a; Chen *et al.*, 2006a)。Lin and Hsu (2003a) 指出，閹公雞之骨骼鈣與錳含量顯著低於正常公雞，但不影響骨骼灰分、磷及鎂之含量，其他的報告則發現，公雞去勢會顯著降低骨骼灰分、鈣及磷含量 (Chen *et al.*, 2006a)。Mauras *et al.* (1999)、Moggetti *et al.* (1999)、Lin and Hsu (2003a) 及 Chen *et al.* (2007) 指稱，公雞去勢或缺乏睪固酮會顯著降低骨骼相對重量，及破裂強度或骨骼礦物質密度；而 Chen *et al.* (2006a) 則指出，公雞去勢並不會影響骨骼相對重量及破裂強度。因此本試驗旨在探討去勢對公雞血液中與骨骼代謝相關之荷爾蒙，以及可衡量之與骨骼健康相關之血液成分及骨骼性狀之影響，以提供業界參考及學界更深研究之用。

材料與方法

I. 試驗動物與試驗設計

本試驗選用行政院農業委員會畜產試驗所育成之畜試土雞台畜肉 13 號公雞 176 隻，於 6 週齡逢機分為去勢與假去勢處理組去勢前禁食 12 小時，水照常給飼，於 6 至 18 週齡，餵給含粗蛋白質 18%，代謝能 3,000 kcal/kg 之生長期飼料；於 19 至 26 週齡，餵給含粗蛋白質 15%，代謝能 2,800 kcal/kg 之肥育期飼料，其組成如表 1。雞隻依一般飼養管理方法飼養，試驗期間水、飼料及光照採任飲、任食及自然光照。試驗於 26 週齡結束並秤重，且每處理組各取 10 隻雞採血與屠宰。採血及屠宰前禁食 12 小時，採血器每 mL 加入 50 μ L 內含 heparin-Li 1,000 IU/mL 之 0.15 M NaCl 溶液，從翼靜脈採血。採血完成後離心 30 分鐘

(1500 G, 5°C)，並將血漿分裝成 3 瓶，1 瓶貯存於 4°C 並於 72 小時內進行血漿離子鈣濃度測定，其他 2 瓶貯存於 -20°C 供其他血液性狀測定，另外並取左右兩側之脛骨供測定骨骼性狀。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of the experimental diets

Ingredients, %	Grower (6-18 weeks old)	Finisher (19-26 weeks old)
Yellow corn	64.77	67.10
Soybean meal (43.5%)	30.00	19.50
Wheat bran	—	10.50
Limestone, pulverized	1.60	1.40
Dicalcium phosphate	0.95	0.90
Salt	0.40	0.40
DL-Methionine	0.08	—
Premix*	0.20	0.20
Calculated value, %		
Crude protein	18.10	15.33
ME, kcal/kg	3006.8	2811.9
Calcium	0.93	0.82
Available phosphorus	0.30	0.31
Analyzed value, %		
Crude protein	18.43	15.80
Calcium	0.92	0.79
Total phosphorus	0.56	0.58

*Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 10,000 IU; Vitamin D₃, 2,000 IU; Vitamin E, 15 mg; Vitamin K₃, 4 mg; Vitamin B₁, 2 mg; Vitamin B₂, 6 mg; Vitamin B₆, 4 mg; Vitamin B₁₂, 0.02 mg; Niacin, 40 mg; Pantothenic acid, 12 mg; Folic acid, 1 mg; Biotin, 0.1 mg; Fe, 80 mg; Cu, 10 mg; Mn, 55 mg; Zn, 45 mg; I, 0.3 mg; Se, 0.1 mg.

II. 測定項目與方法

(i) 外科去勢

依賴 (1999) 之方法進行去勢。

(ii) 血漿總鈣、無機磷、鎂濃度及鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 之活性

使用試劑套組 (Wako, Japan) 以血液自動分析儀 (Hitachi 7050, Japan) 測定之。

(iii) 血漿離子鈣 (ionized calcium) 濃度

使用試劑套組 (Bayer, UK) 以離子鈣及酸鹼值分析儀 (634 ISE Ca²⁺/pH Analyzer, Ciba Corning, England)，於採血後 72 小時內測定。

(iv) 血漿睪固酮 (testosterone)、抑血鈣素 (calcitonin) 及副甲狀腺素 (parathyroid hormone) 濃度

使用不同之 ELISA 試劑套組 (ACTIVE Calcitonin, DSL-10-7700、ACTIVE PTH, DSL-10-8000 及 NEOGEN Testosterone ELISA kit) 以 ELISA reader (MRX Dynex Technologies, USA) 測定之。

(v) 脛骨相對重量 (relative tibia weight)

將兩邊之脛骨水煮 5 分鐘，剔除軟骨及肌肉組織後，將骨骼浸泡於 95% 酒精 24 小時，復在 Soxhelt 脂肪萃取器以乙醚回流 48 小時後，再置於烘箱烘乾後秤重。

脛骨相對重量 = 骨骼重（去脂脫水後之重量，兩邊） / 體重 $\times 100$ 。

(vi) 脛骨長度

測量左右脛骨兩端之最長距離即為脛骨長度，並以平均值表示。

(vii) 脛骨寬度

測量左右脛骨中間點之寬度即為脛骨寬度，並以平均值表示。

(viii) 脛骨破裂強度（tibia breaking strength）

將去脂脫水後之骨骼依 Crenshaw *et al.*（1981）之方法，以桌上型拉壓試驗機（Tension compression tester, HT-8116）測定。

(ix) 皮層厚度（cortical thickness）

以測微器（FHK, Japan）測量骨骼前、中及末端三點之皮層厚度，並以三點之平均值為皮層厚度。

(x) 骨骼灰分

依 Johnson *et al.*（1992）之方法測定。

(xi) 骨骼鈣、鎂及磷含量

選取測定骨骼破裂強度後之骨骼 2 g，依 AOAC（1984）之方法，以原子吸收光譜分析儀（Hitachi Z 8100）進行鈣與鎂含量之測定，並以分光光度計（UV 2001）進行磷含量之測定，而骨骼成分組成以骨骼重為計算基礎。

III. 統計分析

試驗所得資料以統計分析系統（Statistical Analysis System；SAS, 1988）套裝軟體進行統計分析，使用一般線性模式程序（General Linear Model Procedure；GLM）進行變方分析，而以最小平方均值（Least Squares Mean；LSM）測定法比較各處理組間之差異顯著性。

結果與討論

I. 對血液性狀之影響

表 2 列示公雞去勢對血液性狀之影響。結果顯示，正常公雞之血漿睪固酮濃度顯著（ $P < 0.05$ ）高於閹公雞，血漿抑血鈣素、離子鈣、無機磷、鎂之濃度及鹼性磷酸酶之活性均顯著（ $P < 0.05$ ）低於閹公雞，但血漿副甲狀腺素濃度並無顯著影響。Mashaly（1983）指稱，公雞於去勢（3 週齡去勢）後 2 週，其血液中睪固酮濃度即顯著較公雞低，但二氫睪固酮（dihydrotestosterone）濃度則在去勢後 12 週才顯著較正常公雞低；及 Lin and Hsu（2003）及 Chen *et al.*（2005）指出，閹公雞之血液睪固酮濃度顯著低於正常公雞。Pierson *et al.*（1981）、Burke and Edwards（1994）及 Gill *et al.*（1998）指稱，公畜去勢會導致血清睪固酮

表 2. 公雞去勢對血漿性狀之影響

Table 2. Effect of caponization on plasma traits of male Taiwan country chickens.

Items	Caponized	Intact	S.E.
Testosterone, pg/mL	61.5 ^b	1565.3 ^a	39.09
Calcitonin, pg/mL	15.6 ^a	10.5 ^b	0.82
Parathyroid hormone, pg/mL	15.7	13.9	1.93
Ionized calcium, mmol/L	1.63 ^a	1.50 ^b	0.044
Total calcium, mg/dL	11.3 ^a	10.4 ^b	0.29
Inorganic phosphorus, mg/dL	5.1 ^a	4.4 ^b	0.23
Magnesium, mg/dL	2.28 ^a	2.02 ^b	0.099
Alkaline phosphatase, U/L	752.8 ^a	501.2 ^b	67.02

^{a, b} Means within the same row without the same superscript are significantly different ($P < 0.05$).

濃度顯著降低，因此本試驗之結果與前述學者之報告相符。

Moggetti *et al.* (1999) 發現婦女以 GnRH 拮抗劑處理，或以 GnRH 拮抗劑併用抗雄性素藥物處理 6 個月後，血清睪固酮濃度顯著降低，但血清抑血鈣素濃度顯著提高；Stepan and Lachman (1989) 之研究顯示，男人去勢會導致血清抑血鈣素濃度顯著增加，本試驗結果與前述學者之報告一致。閹公雞之血漿抑血鈣素濃度顯著較正常公雞高之原因，可能與閹公雞之血漿離子鈣及總鈣濃度顯著較公雞為高有關。抑血鈣素由後腮腺 (ultimobranchial gland) 所分泌，當血鈣濃度上升，抑血鈣素分泌亦增加，以抑制骨質之移動，降低血鈣濃度以維持血液中鈣之恆定 (Simkiss, 1975)。本試驗亦與 Mauras *et al.* (1999) 指稱，罹患性腺功能低下症 (hypogonadism) 之男人，血清睪固酮濃度顯著降低，但血清副甲狀腺素濃度並無顯著變化之結果相符。Vanderchursen and Bouillion (1995) 指出，睪固酮可增加骨骼細胞對副甲狀腺素之敏感性及抑制副甲狀腺素之分泌，而本試驗亦發現，閹公雞之血漿副甲狀腺素濃度較正常公雞高 11%。骨骼中有副甲狀腺素受體，副甲狀腺素可激活破骨細胞促使骨質溶解而釋出鈣和磷酸鹽，並增加腎臟鈣的再吸收，促進磷酸鹽的排泄及加速 $1,25(\text{OH})_2\text{-D}_3$ 之合成。因此當血鈣濃度降低時，副甲狀腺素濃度上升，以維持血鈣濃度之平衡。

本試驗結果與 Mauras *et al.* (1999) 及 Moggetti *et al.* (1999) 發現，缺乏睪固酮會增加骨骼鈣之流失及增加血清中鈣及無機磷之濃度；及 Chen *et al.* (2006a) 指出，閹公雞血液之鈣及無機磷濃度顯著增加之結果一致；亦與 Vanderschueren *et al.* (1992)、Gill *et al.* (1998) 及 Chen *et al.* (2007) 指稱，去勢會導致血清無機磷濃度增加，但對鈣濃度並無顯著影響；Lin and Hsu (2003a) 發現閹公雞之血漿離子鈣及無機磷濃度顯著高於公雞，但對血漿總鈣濃度無顯著影響之結果相似。Chen *et al.* (2006b) 指出，公雞去勢對血液鈣與無機磷濃度無顯著影響。Hervey *et al.* (1981) 及 Sturike (1986) 發現雄性素可促進體內氮、鉀及磷之滯留。

Chen *et al.* (2006a, b) 指出，公雞去勢會顯著增加血液之鹼性磷酸酶活性，本試驗結果與之相符。但 Lin and Hsu (2003a) 指出，公雞去勢對血漿鹼性磷酸酶活性及鎂濃度並無顯著影響。Chen *et al.* (2007) 亦指稱，公雞去勢對血液鹼性磷酸酶活性並無顯著影響。Motzok (1950) 指稱，血漿鹼性磷酸酶活性可反映骨骼中鹼性磷酸酶活性。Hurwitz and Griminger (1961) 發現血漿鹼性磷酸酶活性提高，表示骨骼處於異化狀態或鈣化遭遇困難；Kay (1932) 亦發現骨骼處於去鈣化狀態下，血漿鹼性磷酸酶活性會上升。

閹公雞之血漿離子鈣、總鈣、無機磷、鎂之濃度及鹼性磷酸酶之活性顯著較公雞高之原因，與去勢後導致血中睪固酮濃度顯著降低有關。Turner *et al.* (1989) 及 Wakley *et al.* (1981) 指稱，大鼠去勢會增加骨骼組成的流失，但可藉由補充睪固酮或二氫睪固酮來改善，而骨骼之礦物質組成中，以碳酸鈣含量

最高，磷酸鈣及磷酸鎂分居二、三位。本試驗結果發現，閹公雞之脛骨皮層厚度、破裂強度、骨骼灰分、鈣、磷及鎂含量均顯著較公雞為低，顯示去勢會增加骨骼流動與成分流失，致使骨骼中之礦物質成分溶解釋出，故血中離子鈣、總鈣、無機磷及鎂濃度增加，且因閹公雞之骨骼處於去鈣化狀態，致血中鹼性磷酸酶活性及抑血鈣素濃度增加。

II. 對骨骼性狀之影響

去勢對公雞骨骼性狀之影響列示於表 3，而正常公雞與閹公雞之脛骨外觀比較則列示於圖 1。試驗結果顯示，閹公雞之脛骨重量、脛骨相對重量、脛骨相對長度、脛骨寬度、皮層厚度、破裂強度與骨骼灰分、鈣、磷及鎂含量等均顯著（ $P < 0.05$ ）低於正常公雞，但脛骨長度於二者間並無顯著差異。閹公雞之骨骼外觀畸形率（彎曲幅度及關節腫脹程度）高於正常公雞，且閹公雞之脛骨破裂斷面較大且不整齊。Pierson *et al.*（1981）指稱，去勢公火雞之骨骼畸形率顯著較正常公火雞高。閹公雞骨骼畸形率較高之原因，可能與骨骼膠原蛋白流失有關，因為 Mauras *et al.*（1999）及 Moghetti *et al.*（1999）發現缺乏睪固酮會造成骨骼膠原蛋白流失，而 Bailey and Mansell（1997）及 Bailey and Knott（1999）指稱，骨骼內之膠原蛋白含量降低會破壞軟骨結構，使骨骼容易變形及發炎。

表 3. 去勢公雞對台灣土雞骨骼性狀之影響

Table 3. Effect of caponization on bone characteristics of male Taiwan country chickens

Items	Caponized	Intact	S.E.
Tibiae weight,			
g	8.2 ^b	9.6 ^a	0.24
g/100 g BW	0.68 ^b	0.86 ^a	0.001
Tibiae length,			
mm	132.5	133.5	1.10
mm/100 g BW	5.54 ^b	6.10 ^a	0.001
Tibiae width, mm	7.25 ^b	7.99 ^a	0.16
Bone breaking strength, kg	9.4 ^b	14.56 ^a	0.75
Cortical thickness, μm	761.6 ^b	991.8 ^a	17.22
Bone ash, %	57.0 ^b	59.6 ^a	0.88
Bone calcium, %	22.3 ^b	23.5 ^a	0.38
Bone phosphorus, %	11.0 ^b	11.5 ^a	0.17
Bone magnesium, %	0.51 ^b	0.54 ^a	0.009

^{ab} Means with in the same row without the same superscript are significantly different ($P < 0.05$).

Lin and Hsu（2003a）及 Chen *et al.*（2007）指出，閹公雞之脛骨相對重量、破裂強度及皮層厚度顯著較正常公雞為低；Burke and Edwards（1994）、Lin and Hsu（2003a）及 Chen *et al.*（2006a, b）發現公火雞或公雞去勢並不影響骨骼長度，而本試驗之結果與之相符。Chen *et al.*（2007）指出，閹公雞之脛骨長度顯著較正常公雞為短，而本試驗亦發現閹公雞之相對脛骨長度顯著較正常公雞為短故與之吻合。而本試驗結果亦與 Greendale *et al.*（1997）指稱，睪固酮有效濃度高者其骨骼礦物質密度較高；Katznelson *et al.*（1996）及 Snyder *et al.*（1999）發現睪固酮缺乏會導致骨骼礦物質密度降低；Lips *et al.*（1996）指稱，在缺乏睪固酮下，給予睪固酮或二氫睪固酮，可增加骨骼礦物質密度及骨骼皮質層厚度之結果相似。Moghetti *et al.*（1999）發現缺乏睪固酮會造成骨鈣及膠原蛋白流失，而鈣為骨骼皮質的主要組成，膠原蛋白為骨髓母體有機質（organic matrix）之主成分，二者均與骨骼礦物質密度有關。Bailey and Mansell（1997）

及 Bailey and Knott (1999) 指稱，骨骼內之膠原蛋白含量降低，會降低骨骼礦物質密度。因此闖公雞之脛骨重量、脛骨相對重量、骨骼皮層厚度及破裂強度顯著較正常公雞低，可能與闖公雞之血漿睪固酮濃度顯著較低，而導致骨骼成分流失所致有關。由前述報告之結果顯示，缺乏雄性素會造成骨骼皮層成分流失，而雄性素具有增加骨骼成分蓄積 (Pederson *et al.*, 1999) 及抑制骨骼溶解 (Hofbauer *et al.*, 1999) 之功用，去勢會增加骨骼成分的流動與溶解，導致骨骼皮層礦物質與骨髓膠原蛋白組成流失，此可由闖公雞之血漿離子鈣、總鈣、無機磷、鎂、抑血鈣素濃度及鹼性磷酸酶活性顯著較公雞高得到佐證，且顯示闖公雞骨骼之去鈣化 (decalcification) 作用大於鈣化 (calcification) 作用。



圖 1. 闖公雞與公雞之脛骨外觀比較。

Fig. 1. Comparison on the tibia appearance between capon and intact Taiwan country chicken cockerels at 26 weeks of age .

本試驗結果與 Chen *et al.* (2006a) 指出，闖公雞之脛骨灰分、鈣及磷含量，顯著較正常公雞為低之結果相符，並與 Lin and Hsu (2003a) 指稱，闖公雞之脛骨鈣與錳含量顯著較正常公雞為低，但不影響骨骼灰分、磷及鎂含量之結果相似。Turner *et al.* (1989) 及 Wakley *et al.* (1981) 指稱，大鼠去勢會增加骨骼疏質層 (canecellous) 組成的流失。Katzneelson *et al.* (1996)、Lips *et al.* (1996)、Gill *et al.* (1998) 及 Snyder *et al.* (1999) 等發現在去勢之男人、睪丸炎 (orchitis)、睪丸萎縮 (testicular atrophy)、性腺功能低下症或超過 65 歲以上等缺乏睪固酮之男人，給予睪固酮或二氫睪固酮，可增加骨骼皮層厚度及骨骼礦物質密度。Puche and Romano (1968; 1969) 證實，睪固酮可促進家禽骨骼鈣化及骨骼組織的合成。Mauras *et al.* (1996) 指稱，雄性素除可單獨作用以改變骨骼組成外，亦可與生長素、類胰島素生長因子-I (insulin-like growth factor-I, IGF-I) 及動情素等荷爾蒙協同作用，使骨骼質量達到最高。因此闖公雞之骨骼比例、皮層厚度、破裂強度、骨骼灰分及礦物質含量顯著較公雞低之原因，可能與雄性素具有增加骨骼蓄積 (bone deposition) 及抑制骨骼溶解 (antiresorption effects) 與再造 (skeletal remodeling) 之功能有關 (Vanderchursen and Bouillion, 1995; Katzneelson *et al.*, 1996; Gill *et al.*, 1998; Hofbauer *et al.*, 1999; Pederson *et al.*, 1999)，此可由本試驗結果公雞去勢會顯著降低血漿睪固酮濃度、骨骼重量與比例、皮層厚度、骨骼灰分及礦物質含量得到佐證。

由本試驗結果得知，睪固酮對骨骼確實具有明顯的同化作用，然雄性素對骨骼之確實作用機制，目前仍不是十分清楚，其可能之作用機制包括增加骨骼蓄積 (bone deposition) 及 β -transforming growth factor (β -TGF) 之產生、抗溶解作用 (antiresorption effects)、抑制成骨細胞前列腺素 E2 (prostaglandin E2, PGE2) 與細胞間素 (interleukin-6, IL-6) 之產生及骨骼再造 (bone remodeling) 等有關 (Vanderchursen and Bouillion, 1995; Katzneelson *et al.*, 1996; Gill *et al.*, 1998; Hofbauer *et al.*, 1999; Pederson *et al.*, 1999)。此外，雄性素亦可改變其他內分泌素之分泌速率，如生長素 (Harvey and Scanes, 1978)，及鵠的器官對內分泌素之敏感性如副甲狀腺素 (Vanderchursen and Bouillion, 1995)。

參考文獻

- 賴錦良。1999。中式闖雞技術教學。八十八年度闖雞技術訓練班講義 pp. 36-41。國立中興大學畜產系。
- 鄒介正。1995。去勢術。中國農業百科全書 (何康與劉瑞龍主編)，農業歷史卷 pp. 273-274。
- AOAC. 2005. Official methods of analysis .18th ed. Washington D.C.
- Baily, A. J. and L. Knott. 1999. Molecular changes in bone collagen in osteoporosis and osteoarthritis in elderly. *Exp. Gerontology* 34:337-351.
- Baily, A. J. and J. P. Mansell. 1997. Dosubchondral bone changes exacerbate or precede articular cartilage destruction in osteoarthritis of the elderly. *Gerontology* 43:296-304.
- Burke, W. H. and H. M. Edwards. 1994. Effect of early castration on body weight, muscle growth, and bone characteristics of male Nicholas strain turkeys. *Poult. Sci.* 73:457-463.
- Chen, K. L., W. T. Chi and P. W. S. Chiou. 2005. Caponization and testosterone implantation effects on blood lipid and lipoprotein profile in male chickens. *Poult. Sci.* 84: 547-552.
- Chen, K. L., M. H. Chang, S. M. Tsay, H. Y. Huang and P. W. S. Chiou. 2006b. Effects of caponization on bone characteristics and histological structure in chickens. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 19:245-251.
- Chen, K. L., S. M. Tsay, T. Y. Lee and P. W. S. Chiou. 2006a. Effects of caponization and different exogenous androgen on the bone characteristics of male chickens. *Poult. Sci.* 85:1975-1979.
- Chen, K. L., S. M. Tsay, D. Y. Lo and P. W. S. Chiou. 2007. Effects of caponization and testosterone on bone and

- blood parameters of SCWL male chickens. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 20:706-710.
- Crenshaw, T. D., E. R. Peo, Jr. A. J. Lewis and B. D. Moser. 1981. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. *J. Anim. Sci.* 53:827-835.
- Gill, R. K., R. T. Turner, T. J. Wronski and N. H. Bell. 1998. Orchiectomy markedly reduces the concentration of the three isoforms of transforming growth factor beta in rat bone, and reduction is prevented by testosterone. *Endocrinology* 139:546-550.
- Greendale, G. A., S. Edelstein and E. Barrett-Connor. 1997. Endogenous sex steroids and bone mineral density in older women and men: the rancho bernardo study. *J. Bone Miner. Res.* 12:1833-1843.
- Harvey, S. and C. G. Scanes. 1978. Plasma concentration of growth hormone during growth in normal and testosterone-treated chickens. *J. Endocrinol.* 79:145-146.
- Hervey, G. R., A. V. Knibbs, L. Burkinshaw, D. B. Morgan, P. R. M. Jones, D. R. Chettle and D. Vartsky. 1981. Effect of methandienone on the performance and body composition of men undergoing athletic training. *Clin. Sci. Lond.* 60:457-461.
- Hofbauer, L. C., R. M. Ten and S. Khosla. 1999. The anti-androgen hydroxyflutamide and androgens inhibit interleukin-6 production by an androgen-responsive human osteoblastic cell line. *J. Bone Miner. Res.* 14:1330-1337.
- Hsieh, T. Y. 2003. Effects of castration in Taiwan country chicken cockerels on growth performance and lipid metabolism. Master thesis. National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan.
- Hurwitz, S. and P. Griminger, 1961. The response of plasma alkaline phosphatase, parathyroids and blood and bone minerals to calcium intake in the fowl. *J. Nutr.* 73:177-185.
- Hutt, F. B. 1929. Sex dimorphism and variability in the appendicular skeleton of the Leghorn fowl. *Poult. Sci.* 8:202-218.
- Johnson, N. E., B. F. Harland, E. Ross, L. Gautz and M. A. Dunn. 1992. Effects of dietary aluminum and niacin on chick tibiae. *Poult. Sci.* 71:1188-1195.
- Katznelson, L., J. S. Finkelstein, D. A. Schoenfeld, D. I. Rosenthal, E. J. Anderson and A. Klibanski. 1996. Increase in bone density and lean body mass during testosterone administration in men with acquired. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 81:4359-4365.
- Kay, H. D. 1932. Phosphatase in growth and disease in bone. *Physiol. Rev.* 12:385.
- Lin, C. Y. and J. C. Hsu. 2002. Effects of surgical caponization on growth performance, fiber diameter and some physical properties of muscles in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15:401-405.
- Lin, C. Y. and J. C. Hsu. 2003a. Comparison of some selected growth, physiological and bone characteristics of capon, slip and intact birds in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16:50-56.
- Lin, C. Y. and J. C. Hsu. 2003b. Influence of surgical caponization on the carcass characteristics in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16: 575-580.
- Lin C. Y. and J. C. Hsu. 2011. Effect of surgical caponization on blood characteristics of male Taiwan country chickens. *J. of Taiwan Livestock Res.* 42(1)25-37.
- Lin C. Y., L. C. Lin and J. C. Hsu. 2011. Effect of caponization on muscle composition, shear value, ATP related compounds and taste appraisal in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 27:1026-1030.
- Lips, P. P., J. M. Van Kesteren, H. Asscheman and L. J. G. Gooren. 1996. The effect of androgen treatment on bone metabolism in female-to-male transsexuals. *J. Bone Miner. Res.* 11:1769-1773.

- Mashaly, M. M. 1984. Effect of caponization on cell-mediated immunity of immature cockerels. *Poult. Sci.* 63: 369-372.
- Mauras, N., S. Q. Doi and J. R. Shapiro. 1996. Recombinant human insulin-like growth factor I, recombinant human growth hormone, and sex steroids: effects on markers of bone turnover in humans. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 81:2222-2226.
- Mauras, N., V. Y. Hayes, N. E. Vieira, A. L. Yergey and K. O. O'Brien. 1999. Profound hypogonadism has significant negative effects on calcium balance in males: a calcium kinetic study. *J. Bone Miner. Res.* 14:577-582.
- Moggetti, P., R. Castello, N. Zamberlan, M. Rossini, D. Gatti, C. Negri, F. Tosi, M. Muggeo and S. Adami. 1999. Spironolactone, but not flutamide, administration prevents bone loss in hyperandrogenic women treated with gonadotropin-releasing hormone agonist. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 84:1250-1254.
- Motzok, I. 1950. Studies on the plasma phosphatase of normal and rachitic chicks. 2. Relationship between plasma phosphatase and the phosphatase of bone, kidney, liver and intestinal mucosa. *Biochem. J.* 47:193.
- Pederson, L., M. Kremer, J. Judd, D. Pascoe, T. C. Spelsberg and B. L. Riggs. 1999. Androgens regulate bone resorption activity of isolated osteoclasts in vitro. *Proceedings of the National Academy of Sci., USA* 96:505-510.
- Pierson, F. W., P. A. Hester and E. K. Wilson. 1981. The effect of caponization and dietary 17 α -methyltestosterone on the incidence of leg abnormalities in turkeys. *Poult. Sci.* 60:2144-2149.
- Puche, R. C. and M. C. Romano. 1968. The effect of dehydroepiandrosterone sulfate and testosterone on the development of chick embryo frontal bones in vitro. *Calcify. Tiss. Res.* 2:133-144.
- Puche, R. C. and M. C. Romano. 1969. The effect of dehydroepiandrosterone sulfate on the mineral accretion of chick embryo frontal bones cultivated in vitro. *Calcify. Tiss. Res.* 4:39-47.
- SAS. 1988. SAS user guide : Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Simkiss, K. 1975. Calcium and avian reproduction. in: *Avian physiology*, ed. M. Peaker, pp. 307-337, Academic, London.
- Snyder, P. J., H. Peachey, P. Hannoush, J. A. Berlin, L. Loh and J. H. Holmes. 1999. Effect of testosterone treatment on bone mineral density in men over 65 years of age. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 84:1966-1972.
- Stepan, J. J. and M. Lachman. 1989. Castrated men with bone loss: effects of calcitonin treatment on biochemical indices of bone remodeling. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 69:523-527.
- Stromberg, L. 1980. Caponizing morden management and profitable marketing, pp.7-15. Stromberg publishing Company, Minnesota, USA.
- Sturike, P. D. 1986. *Avian physiology*. 4th ed. Springer-Verlag Inc., New York.
- Turner, R. T., K. S. Hannon, L. M. Demers, J. Buchanan and N. H. Bell. 1989. The effects of fluoride on bone and implant histomorphometry in growing rats. *J. Bone Miner. Res.* 4:477-484.
- Vanderschueren, D., E. Van Herck, A. M. H. Suiker, W. J. Visser, L. P. C. Schot and R. Bouillon. 1992. Bone and mineral metabolism in aged male rats: short and long term effects of androgen deficiency. *Endocrinology* 130:2906-2916.
- Vanderschueren, D. and R. Bouillon. 1995. Androgens and bone. *Calcif. Tissue Int.* 56: 341-346.
- Wakley, G. K., H. D. Schitte, K. S. Hannon and R. T. Turner. 1991. Androgen treatment prevents loss of cancellous bone in the orchietomized rat. *J. Bone Miner. Res.* 6: 325-330.
- Winter, A. R. and E. M. Funk. 1960. *Poultry Science and practice*. J. B. Lippincott Co., New York, NY.

Effect of Surgical Caponization on Bone and Blood Characteristics of Male Taiwan Country Chickens⁽¹⁾

Cheng-Yung Lin⁽²⁾ and Jenn-Chung Hsu⁽³⁾⁽⁴⁾

Received: June 4, 2010; Accepted: Nov.4, 2010.

Abstract

This experiment was conducted with cockerels to determine the effect of caponization on bone and blood characteristics of male Taiwan Country Chickens. A total of one hundred and seventy-six 6-week-old LRI native chicken cockerels, Taishi meat No.13, from LRI-COA were used as experimental animals. Cockerels were individually weighed and surgically caponized or shamed at 6 weeks of age. Birds were fed grower (6 weeks to 18 weeks) and finisher (19 weeks to 26 weeks) diet *ad libitum* and received a nature light during the experimental period of twenty weeks. Ten birds of each groups were weighed, bled and slaughtered at 26 weeks of age. The results showed that plasma testosterone concentration were significantly ($P < 0.05$) higher in intact males while capons had a higher ($P < 0.05$) plasma calcitonin, ionized calcium, total calcium, inorganic phosphorus, magnesium concentrations and alkaline phosphatase activities. However, the plasma parathyroid hormone did not differ between the capons and intact cockerels. Beside, caponization of cockerels decreased the tibia weight, relative tibia weight, relative tibia length, tibia width, cortical thickness, breaking strength and bone ash, calcium, phosphorus and magnesium contents ($P < 0.05$). Caponization had no effect on tibia length. Besides, capons demonstrated a more serious tibiae abnormalities (bowed and swollen) than intact chickens. These findings support that the androgens can directly influence bone compositions fluxes, deposition and desorption effects in male chickens.

Key word: Caponization, Male Taiwan Country Chickens, Capon, Bone characteristics, Androgens

(1)Contribution No. 1603 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2)Taitung Animal Propagation Station, COA-LRI, Beinan, Taitung 95444, Taiwan, R.O.C.

(3)Department of Animal Science, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

(4)Corresponding author, E-mail: jchsu@dragon.nchu.edu.tw.