

畜試土雞台畜肉13號公雞之血漿睪固酮濃度 與睪丸及脛骨骼發育之研究⁽¹⁾

林正鏞^{(2) (4)} 許振忠⁽³⁾

收件日期：96年8月24日；接受日期：96年11月19日

摘要

本試驗共選用6週齡畜試土雞台畜肉13號公雞350隻，每隔1至5週進行秤重、採血及屠宰，以瞭解畜試土雞台畜肉13號公雞之體重、睪固酮分泌量與睪丸及脛骨發育之情形，試驗進行至35週齡止。試驗結果顯示，血漿睪固酮濃度、睪丸重量或比例及骨骼性狀之發育，均隨週齡之增加而增加；睪丸之發育速度於6週齡後，即較體增重為快，尤其在10至18週齡間達到最快，睪丸佔體重之比例於18週齡達高峰，睪丸重量則於22週齡達高峰；血漿睪固酮濃度、骨骼灰分、鈣及磷等含量於18週齡達高峰；脛骨長度與皮層厚度於22週齡達高峰，骨骼強度則於26週齡才達高峰。脛骨比例於18週齡達高峰，於35週齡後降低。

關鍵詞：睪固酮、睪丸與脛骨發育、台灣土雞。

緒言

睪丸之間質細胞（interstitial cells）或萊狄氏細胞（Leydig cells）為雄性素之主要分泌來源，而由腎上腺皮質（adrenal cortex）所分泌之醛固酮（aldosterone）亦具有雄性素之功能，但其分泌量甚低（白等，1999）。睪丸間質細胞之發育主要集中在（一）性腺分化期間（gonadal differentiation period）；（二）出生前後期間（perinatal period）；（三）發身後延續發育（extend from puberty onwards）（Moon and Aeside, 1973；Van Straaten and Wensing, 1977）等三個階段，在這期間睪丸對含羥基之固醇類（hydroxysteroid）接受明顯的去氫酶作用（dehydrogenase reaction），使睪固酮（testosterone）轉變成功能較強之二氫睪固酮（dihydrotestosterone, DHT）（Moon and Aeside, 1972；Wrobel *et al.*, 1973；Van Straaten and Wensing, 1978）。雄性素在動物之功能主要分為二大類；一為同化作用（anabolic effects），可促進體內氮、磷及鉀之正平衡，刺

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第1408號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場。

(3) 國立中興大學動物科學系。

(4) 通訊作者，E-mail：jengyong@mail.tlri.gov.tw。

激不同組織之生長發育，諸如骨骼肌、心肌、平滑肌、骨骼、結締組織及紅血球生成等；一為產生雄性素作用（androgenic effects），可刺激生殖系統之發育、第二性徵之生長或改變及性行為有關（Burton and Smith, 1972；Dube and Trembley, 1974；Powers and Florini, 1975；Yoshitaka *et al.*, 1982；Ford and Klindt, 1989；Griffin and Wilson, 1989；Griggs *et al.*, 1989；Fennell and Scanes, 1992a, b；林，1999；王，2001）。天然之雄性素中以睪固酮之作用最強，睪固酮可直接與體內之雄性素接受器（androgen receptors）結合，或被代謝成5 α -二氫睪固酮（5 α -dihydrotestosterone）或被芳香化（aromatization）代謝成動情素，再與雄性素接受器或動情素接受器（estrogen receptors）結合，而作用在不同組織（白等，1999）。本試驗旨在瞭解畜試土雞臺畜肉13號公土雞血漿睪固酮濃度變化與體重、睪丸及骨骼發育之關係。

材料與方法

I. 試驗動物、設計與管理

本試驗選用6週齡之畜試土雞台畜肉13號公雞350隻，於6至18週齡間餵給含18% CP，3,000 kcal ME/kg之飼料，19至35週齡餵給含15% CP，2,800 kcal ME/kg之飼料，飼料以玉米-大豆粕為主，其組成如表1，試驗至35週齡止。試驗期間採自然光照，飲水及飼料均採任飼，並分別於6、8、10、12、14、18、22、26週齡進行雞隻秤重及逢機取樣10至50隻雞屠宰，供調查睪丸重量與比例及骨骼性狀之用，於8、9、10、12、14、18、22、26、30及35週齡逢機取樣10隻雞採血，供測定血液性狀之用，於30及35週齡逢機取樣10隻雞屠宰，供測定骨骼性狀之用。採血與屠宰前，雞隻禁食12小時，以含heparin-Li之採血器，從翼靜脈採血，血液於5℃下以1,500 x g離心30分鐘後，然後將血漿分裝為3瓶，1瓶貯存於4℃下供血漿離子鈣（ionized calcium, Ca²⁺）之測定，其他2瓶則貯存於-20℃下供其他血液性狀之測定。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of the experimental diets (%)

Ingredients	6-18 wks old	19-35 wks 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	3007	2812
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) 血漿總鈣、磷、鎂離子濃度及鹼性磷酸酶活性之測定
使用試劑套組 (Wako, Japan)，以血液自動分析儀 (Hitachi 7050, Japan) 測定之。
- (ii) 血漿離子鈣濃度測定
使用試劑套組 (Bayer, UK)，分別以離子鈣及酸鹼值分析儀 (634 ISE Ca^{2+} /pH Analyzer, Ciba Corning, England)，於採血後72小時內測定。
- (iii) 血漿睪固酮濃度測定
使用ELISA 試劑套組 (NEOGEN Testosterone ELISA kit) 以ELISA reader (MRX Dynex Technologies, USA) 測定之。
- (iv) 脛骨比例
將兩邊之脛骨水煮5分鐘，剔除軟骨及肌肉組織後，將骨骼浸泡於酒精24小時，復在 Soxhlet 脂肪萃取器以乙醚回流48小時後，置於烘箱烘乾後秤重。
脛骨比例 = 脛骨重 (去脂脫水後之重量, 兩邊) / 體重 $\times 100$ 。
- (v) 脛骨長度
以脛骨兩端之最長距離表示之。分別測量左右之脛骨長度，以平均值表示之。
- (vi) 脛骨破裂強度
將去脂脫水後之脛骨依 Crenshaw *et al.* (1981) 之方法，以桌上型拉壓試驗機 (Tension Compression Tester, HT-8116) 測定。
- (vii) 皮層厚度
以測微器 (FHK, Japan) 測量脛骨前、中及末端三點之皮層厚度，以三點平均值代表其厚度。
- (viii) 脛骨灰分
依 Johnson *et al.* (1992) 之方法測定之。
- (ix) 脛骨Ca、Mn、Mg及P含量測定
選取測完骨骼破裂強度之骨骼2g，依AOAC(1984)之方法，以原子吸收光譜分析儀 (Hitachi Z 8100) 進行Ca、Mg與Mn之測定，並以分光光度計 (UV 2001) 進行P之測定。

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，以最小平方均值 (Least Squares Mean; LSM) 測定法，比較各處理組間差異的顯著性。

結果與討論

I. 體重與睪丸發育

畜試土雞台畜肉13號公雞之體重變化與睪丸發育情形，列示於表2。結果顯示，畜試土雞台畜肉13號公雞之體重、睪丸重及睪丸比例，均隨週齡之增加而增加，體重與睪丸重於22週齡達高峰，睪丸比例則於18週齡達高峰。以增加之百分比而言，睪丸之發育速度於6週齡後，即較體增重為快，尤其在10至18週齡間發育速度最快。本試驗結果發現睪丸之發育與血漿睪固酮濃度變化相平行，均隨週齡之增加而增加，並於18週齡達高峰之表現相吻合。林及許 (1995) 指稱，台灣種母土雞 (中興大學DL2品系) 在任飼下124日齡即可達5%產蛋率日齡；林及徐 (2002) 之研究顯

示，台灣種母土雞（畜試土雞台畜母12號品系）在任飼下135日齡亦可達5%產蛋率日齡；而本試驗之睪丸比例於18週齡達高峰，睪丸重量於22週齡達高峰，此與種母土雞達性成熟之時間相近；亦與Van Straaten and Wensing(1978)指稱，睪丸間質細胞之發育可延續至發身後之結果相似。李等（2001）發現，台灣商用紅羽土雞7個品系，於13與14週齡之平均睪丸重量為23.5 g與25.7 g（平均體重2973 g、3169 g），平均睪丸比例為0.791%與0.812%；台灣商用黑羽土雞5個品系，於15與16週齡之睪丸重量平均為23.0 g與24.0 g（平均體重2237 g、2293 g），睪丸比例平均為1.028%與1.047%，本試驗之睪丸重量與睪丸比例與其相似。一般商用肉種公雞在限飼狀況下，睪丸和副性器官之主要發育期在14~18週齡，到30週齡時才充分發育成熟，而於36~48週時，始衰退變小（Arbor Acres, 1994）。

表 2. 不同週齡畜試土雞台畜肉13號公雞之體重與睪丸發育

Table 2. The body weight and testis development of LRI native chicken cockerel Taishi meat No. 13 at different week of age

Age (weeks)	Body weight, g	Testis weight	
		g	%, BW
6 (n=50)	448 ± 13 ^f	0.13 ± 0.05 ^d	0.029 ± 0.009 ^c
8 (n=50)	630 ± 35 ^{ef}	0.20 ± 0.05 ^d	0.032 ± 0.005 ^c
10 (n=50)	794 ± 56 ^e	0.34 ± 0.05 ^d	0.043 ± 0.005 ^c
12 (n=50)	1198 ± 62 ^d	2.92 ± 0.92 ^d	0.244 ± 0.076 ^c
14 (n=50)	1420 ± 147 ^c	10.54 ± 0.68 ^c	0.742 ± 0.048 ^b
18 (n=50)	1941 ± 141 ^b	20.30 ± 6.02 ^b	1.046 ± 0.327 ^a
22 (n=10)	2180 ± 305 ^a	21.27 ± 4.82 ^{ab}	0.976 ± 0.149 ^a
26 (n=10)	2274 ± 292 ^a	25.00 ± 5.34 ^a	1.099 ± 0.386 ^a

a, b, c, d, e, f Means within the same column without the same superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

II. 脛骨性狀及主要礦物質組成

表3列出脛骨佔體重比例、長度、破裂強度、皮層厚度等骨骼性狀於不同週齡間之變化，而表4為脛骨灰分、鈣、磷、鎂及錳等離子之含量於不同週齡間之變化。結果顯示，脛骨佔體重比例、長度、破裂強度、皮層厚度等性狀，均隨週齡之增加而增加，脛骨比例於18週齡達高峰後維持至30週齡，而於35週齡後降低，並顯著（ $P < 0.05$ ）較高峰期為低；脛骨長度及皮層厚度於22週齡達高峰，骨骼強度則於26週齡才達高峰，皮層厚度及骨骼強度於達高峰後均可維持至35週齡。本試驗結果發現脛骨性狀及主要礦物質組成之變化與血漿睪固酮濃度變化相吻合，均隨週齡之增加而顯著（ $P < 0.05$ ）增加，並於18週齡達高峰後，可持續維持至35週齡。

脛骨灰分、鈣及磷等之含量，亦隨週齡之增加而增加，且脛骨灰分、鈣與磷含量，均於18週齡達高峰，且濃度亦均可維持至35週齡。脛骨鎂含量以22週齡，顯著（ $P < 0.05$ ）較其他週齡為高。脛骨錳含量於各週齡間，則無顯著差異。脛骨灰分、鈣及磷含量之變化與脛骨比例、皮層厚度及血漿睪固酮濃度之變化相吻合。Gilbanz *et al.* (1988) 及Bonjour *et al.* (1991) 指稱，骨骼質量於發身後即顯著增加。台灣土雞性成熟早，在任飼下於17.7週即可進入初產（林及許，1995），因此畜試土雞台畜肉13號公雞於18週齡時有最高之脛骨比例、脛骨灰分、鈣及磷之含量，於22週齡時有最高之皮層厚度應屬合理，亦與Rico *et al.* (1993) 及Matkovic *et al.* (1994) 發現，骨骼質量於發身期後（postpubertal）達高峰之結果相符。Puche and Romano (1968; 1969) 發現，睪固

酮可促進家禽骨骼鈣化及骨骼組織的合成。除此之外，睪固酮亦可抑制骨骼成分流失（Mauras *et al.*, 1999；Moggetti *et al.*, 1999）、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（Vanderchursen and Bouillion, 1995）。

另外本試驗之脛骨Ca：P之比值平均為2.15：1，Ca：Mg之比值平均為50.21：1，此結果與Hegsted（1973）發現，骨骼Ca：P之比值約為2：1及Meyer and Zentek（1990）指稱，正常家畜之骨骼Mg含量介於0.4至0.8%間，Ca：Mg之比值則介於50至100：1 相符。

表 3. 不同週齡畜試土雞台畜肉13號公雞之脛骨發育情形（n=10）

Table 3. The bone development of LRI native chicken cockerel Taishi meat No. 13 at different weeks of age (n=10)

Age (weeks)	Tibiae, % BW	Tibia length, mm	Bone breaking strength, kg	Cortical thickness, μ m
8	0.79 ^c	90.8 ^d	6.71 ^d	701.3 ^d
14	0.83 ^{bc}	114.7 ^c	9.75 ^{cd}	992.8 ^c
18	0.85 ^{ab}	127.7 ^b	10.42 ^{cd}	996.1 ^{bc}
22	0.87 ^a	134.9 ^a	12.92 ^{bc}	1048.8 ^{abc}
26	0.85 ^{ab}	133.0 ^{ab}	16.75 ^{ab}	1126.1 ^a
30	0.85 ^{ab}	130.0 ^{ab}	19.21 ^a	1093.8 ^{ab}
35	0.79 ^c	129.9 ^{ab}	19.59 ^a	1129.7 ^a
S.E.	0.018	1.91	1.752	34.45

a, b, c, d Means within the same column without the same superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

表 4. 不同週齡畜試土雞台畜肉13號公雞之脛骨灰分與礦物質含量（n=10）

Table 4. The tibia ash and minerals of LRI native chicken cockerel Taishi meat No. 13 at different weeks of age (n=10)

Age(weeks)	Ash, %	Ca, %	P, %	Mg, %	Mn, ppm
8	51.74 ^c	22.03 ^c	9.93 ^d	0.52 ^b	1.29
14	56.63 ^b	25.20 ^b	11.57 ^c	0.48 ^c	1.52
18	64.44 ^a	26.23 ^{ab}	12.70 ^a	0.49 ^c	1.73
22	63.87 ^a	27.21 ^a	12.09 ^{bc}	0.68 ^a	1.01
26	64.78 ^a	27.20 ^a	12.77 ^a	0.50 ^c	1.59
30	63.16 ^a	25.62 ^b	12.45 ^{ab}	0.50 ^c	1.44
35	66.30 ^a	26.98 ^a	12.39 ^{ab}	0.47 ^c	2.10
S.E.	1.042	0.395	0.184	0.020	0.157

a, b, c, d Means within the same column without the same superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

III. 血漿睪固酮、鈣、磷、鎂濃度及鹼性磷酸酶活性

血漿睪固酮、鈣、磷、鎂濃度及鹼性磷酸酶活性於不同週齡間變化，列示於表5。結果顯示，血漿睪固酮濃度隨週齡之增加而顯著（ $P < 0.05$ ）增加，於18週齡達高峰後，可持續維持至35週

齡。白等(1999)指稱，睪丸分泌之雄性素，主為睪固酮，而睪丸間質細胞或萊狄氏細胞為雄性素之主要分泌來源。Van Straaten and Wensing (1977) 指稱，間質細胞之發育主要集中在性腺分化期間、出生前後期間及發身後延續發育等三個階段。林及許（1995）指稱，台灣種母土雞（中興大學DL2品系）於12至16週齡間之血漿雌二醇濃度，隨週齡之增加而增加，且在任飼下124日齡即可達5%產蛋率日齡；林及徐（2002）之研究顯示，台灣種母土雞（畜試土雞台畜母12號品系）在任飼下於第18週即可達5%產蛋率日齡，因此本試驗公雞之血漿睪固酮濃度達高峰之時間與種母土雞進入初產之時間相近。

血漿離子鈣濃度以18週齡以前者，顯著（ $P < 0.05$ ）較22週齡以後者為高；血漿總鈣與磷離子濃度及其比值於不同週齡間之變化與血漿離子鈣濃度相似，均以14週齡以前者，顯著（ $P < 0.05$ ）較18週齡以後者為高。血漿鎂離子濃度於不同週齡間之變化與血漿總鈣及磷離子濃度之變化相似。血漿鹼性磷酸酶活性則隨週齡之增加而減少，以18週齡以後者，顯著（ $P < 0.05$ ）較9週齡以前者為低。血漿鈣、磷、鎂離子濃度及鹼性磷酸酶活性，與脛骨比例、脛骨長度、脛骨皮層厚度、脛骨之灰分、鈣、磷及鎂含量，均於18至22週齡間達高峰之表現相似，且均與血漿睪固酮濃度隨年齡之增加而增加，並於18週齡達高峰之表現相吻合。睪固酮可促進家禽骨骼鈣化及骨骼組織的合成，其對骨骼之作用機制，包括增加骨骼蓄積及 β -transforming growth factor（ β -TGF）之產生、抗溶解作用、抑制成骨細胞前列腺素E2（PGE2）與interleukin-6（IL-6）之產生及骨骼再造等（Vanderchursen and Bouillion, 1995；Katznelson *et al.*, 1996；Gill *et al.*, 1998；Hofbauer *et al.*, 1999；Pederson *et al.*, 1999）。

表 5. 不同週齡畜試土雞台畜肉13號公雞之血漿睪固酮、鈣、磷、鎂濃度及鹼性磷酸酶活性（n=10）

Table 5. The plasma testosterone, Ca, P, Mg concentrations and alkaline phosphatase activity of LRI native chicken cockerel Taishi meat No. 13 at different weeks of age (n=10)

Age (weeks)	Testosterone , pg/mL	Ionized Calcium, mmol/L	Total calcium, mmol/L	Phosphorus , mg/dL	Ca/P	magnesium, mg/dL	Alkaline phosphatase, U/L
8	497.0 ^c	1.45 ^b	2.83 ^{bc}	5.88 ^a	1.97 ^d	2.15 ^{ab}	2374.2 ^a
9	469.3 ^c	1.42 ^{bc}	2.92 ^{ab}	5.88 ^a	2.00 ^{cd}	2.02 ^b	2050.2 ^{ab}
10	625.4 ^c	1.50 ^b	3.02 ^a	6.20 ^a	1.97 ^d	1.97 ^b	1567.8 ^{bc}
12	753.1 ^c	1.43 ^b	2.95 ^{ab}	6.02 ^a	1.98 ^d	2.03 ^b	1555.8 ^{bc}
14	1326.1 ^b	1.41 ^{bc}	2.91 ^{ab}	6.02 ^a	1.95 ^d	2.02 ^b	1428.2 ^{bc}
18	1435.7 ^{ab}	1.63 ^a	2.58 ^d	4.52 ^b	2.22 ^{bc}	2.34 ^a	1344.5 ^{cd}
22	1485.3 ^{ab}	1.32 ^{cd}	2.63 ^{cd}	4.50 ^b	2.34 ^b	2.18 ^{ab}	1126.2 ^{cd}
26	1565.3 ^{ab}	1.26 ^d	2.52 ^{cd}	4.25 ^b	2.40 ^b	2.20 ^{ab}	780.2 ^{cde}
30	1404.5 ^{ab}	1.31 ^d	2.64 ^{cd}	3.96 ^{bc}	2.66 ^a	2.16 ^{ab}	585.8 ^{cde}
35	1609.8 ^a	1.26 ^d	2.36 ^e	3.53 ^c	2.67 ^a	2.38 ^a	363.8 ^e
S.E.	117.4	0.036	0.050	0.366	0.117	0.071	322.84

a, b, c, d, e Means within the same column without the same superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

綜合本試驗之結果，發現畜試土雞台畜肉13號公雞之睪丸發育、血漿睪固酮濃度及骨骼發育，均於18至22週齡間達高峰，並可維持至35週齡。

參考文獻

- 王效天。2001。手術去勢閹雞和雞胚時期注射雌二醇對台灣土雞生長後期至性成熟後日間作息，鬥爭行為，生長成績，屠體性狀及官能品評之影響。碩士論文，國立中興大學，台中市。
- 白火城、吳兩新、林仁壽合編。1999。家畜內分泌學。藝軒圖書出版社，台北縣。
- 李淵百、吳憲郎、林旻蓉、涂海南、張秀鑾、項延塏、趙清賢、賴元亮、蘇夢蘭。2001。台灣商用土雞性能介紹-生長與屠體性能。行政院農業委員會畜產試驗所專輯第75號，pp.11-21。
- 林正鏞、許振忠。1995。育成期限飼和飼糧蛋白質含量對台灣種母土雞性成熟及初產性狀之影響。中畜會誌 24 (4) : 373-390。
- 林正鏞、徐阿里。2002。育成期不同飼養方式對種母土雞繁殖性能之影響。畜產研究 35 (2) : 101-111。
- 林佳慶。1999。不同日齡胚注射雌二醇對台灣土雞生長後期至成熟後鬥爭行為，性行為，社會地位，經濟性狀，及胸肉物理性狀之影響。碩士論文，國立中興大學，台中市。
- Arbor Acres farm broiler breeder male and female feeding and management guide. 1994. Arbor Acres Farm Inc.
- Association Official Analytical Chemists. 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Washington, D. C.
- Bonjour, J. P., G. Theintz, B. Buchs, D. Slosman and C. T. Jr Roberts. 1991. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. J. Clin. Endocrinol. Metab. 73 :555-563.
- Burton, R. R. and A. H. Smith. 1972. The effect of chronic erythrocyte polycythemia and high altitude upon plasma and blood volumes. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 140:920-923.
- 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.
- Dube, J. Y. and R. R. Trembley. 1974. Androgen binding in cock's tissues : properties of ear lobe protein and determination of binding of ear lobe protein and determination of binding sites in head appendages and other tissues. Endocrinology 95:1105-1112.
- Fennell, M. J. and C. G. Scanes. 1992a. Inhibition of growth in chickens by testosterone, 5 α -dihydrotestosterone, and 19-nortestosterone. Poultry Sci. 71:357-366.
- Fennell, M. J. and C. G. Scanes. 1992b. Effect of androgen (testosterone, 5 α -dihydrotestosterone, and 19-nortestosterone) administration on growth in turkey. Poultry Sci. 71:539-547.
- Ford, J. J. and J. Klindt. 1989. Sexual differentiation and the growth process. In : Animal growth regulation, pp. 317-336. Plenum Press, New York.
- Gilbanz, V., D.T. Gibbens, T. F. Roe, M. Carlson, M. O. Senac, M. I. Boechat, H. K. Huang, E. E. Schulz, C. R. Libanati and C. E. Can. 1988. Vertebral bone density in children: effect of puberty. Radiology 166: 847-850.
- 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.
- Griffin, J. E. and J. D. Wilson. 1989. The androgen resistance syndroms : 5 α -reductase deficiency, testicular feminization, and related syndromes. In: the metabolic basis of inherited disease, Scriver *et al.* eds. 6th ed. pp. 1919-1944. McGraw-Hill, New York.

- Griggs, R. C., W. Kingston, R. F. Jozefowicz, B. E. Herr, G. Forbes and D. Halliday. 1989. Effect of testosterone on muscle mass and muscle protein synthesis. *J. Appl. Physiol.* 66:498-503.
- Hegsted, D. M. 1973. In: *Modern nutrition in health and disease*, R. S. Goodhart and M. E. Shils, eds. p. 268. 5th ed. Lea and Febiger, Philadelphia, Pennsylvania.
- Hofbauer, L. C., R. M. Ten and S. Khosla. 1999. The anti-androgen hydrogen-responsive human osteoblastic cell line. *J. Bone Miner. Res.* 14:1330-1337.
- Johnson, N. E., B. F. Harland, E. Ross, L. Gautz and M. A. Dunn. 1992. Effects of dietary aluminum and niacin on chick tibiae. *Poultry 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 hypogonadism. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 81:4359-4365.
- 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.
- Meyer, H. and J. Zentek. 1990. Magnesium in animal nutrition. In: *metal ions in biological systems*, Vol. 26, Compendium on magnesium and its role in biology, nutrition and physiology, H. Sigel and A. Sigel, eds. pp. 57-83. Marcel Dekker, NY.
- 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.
- Moon, Y. S. and J. I. Aeside. 1972. Histochemical studies on hydroxysteroid dehydrogenase activity of fetal pig testes. *Biol. Reprod.* 7:278-287.
- Moon, Y. S. and J. I. Aeside. 1973. The early differentiation of the testis and interstitial cells in the fetal pig and its duplication in organ culture. *Am. J. Anat.* 138:253-268.
- 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*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96:505-510.
- Powers, M. L. and J. R. Florini. 1975. A direct effect of testosterone on muscle cells in tissue culture. *Endocrinology* 97:1043-1047.
- 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.
- Rico, H., M. Revilla, J. Gonzalez-Riola, L. F. Villa and M. Alvarez de Buergo. 1993. Bone mineral content and antropometric variables in men: a cross-sectional study in 324 normal subjects. *Clin. Rheumatol.* 12: 85-489.
- SAS. 1988. SAS user guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Van Straaten, H. W. A. and C. J. G. Wensing. 1977. Histomorphometric aspects of testicular morphogenesis in the pig. *Biol. Reprod.* 17:467-472.
- Van Straaten, H. W. A. and C. J. G. Wensing. 1978. Leydig cell development in the testis of the pig. *Biol. Reprod.* 18:86-93.
- Vanderschueren, D. and R. Bouillon. 1995. Androgens and bone. *Calcif. Tissue Int.* 56:341-346.
- Wrobel, K. H., E. Schilling and R. Dierichs. 1973. Enzyme histochemical studies on the porcine testicular

interstitial cells during postnatal development. *Histochemie* 36:321-333.

Yoshitaka, O., I. Hisao and T. Hitoshi. 1982. Studies on the growth skeletal muscle of capon. 2. Effects of castration on muscle weights in different body parts and individual muscle weight. *Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.* 27-30.

Study on plasma testosterone concentration, testicles and tibiae development of LRI native chicken cockerels ⁽¹⁾

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

Received : Aug. 24, 2007 ; Accepted : Nov. 19, 2007

Abstract

The purpose of the experiment was to investigate the plasma testosterone concentration, testicles and tibia development of LRI native chicken cockerels, Taishi meat No.13. A total of three hundred and fifty 6-wk-old LRI native chicken cockerels, Taishi meat No.13, from LRI-COA were used as experimental animals. Birds were bled and dressed from 6 wks to 35 wks of age at 1 to 5 wks interval. The results indicated that the plasma testosterone concentration, testicles weight or percentage and tibiae traits of chickens, increased significantly ($P < 0.05$) with the increase of age. The testicles development was rapid from 6 week to 18 weeks of age. The testicles growth was faster than those of body weight gain after 6 wks of age. The peak of testicle weight and plasma testosterone concentration and a percentage of testicle to body weight occurred at 22 wks of age and 18 wks of age, respectively. Besides, tibiae as a percentage of body weight reached peak at 18 wks of age, and declined at 35 wk of age. The highest bone ash, calcium and phosphorus content was obtained at 18 wks of age. Also, the peak of tibiae length and cortical thickness were reached at 22 wks of age. However, the peak of bone strength was found at 26 wks of age.

Key Words : Testosterone, Testicle and tibiae development, Taiwan native chicken.

(1) Contribution No. 1408 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hualien Animal Propagation Station, COA-LRI, Hualien 973, Taiwan, R.O.C.

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

(4) Corresponding author, E-mail : jengyong@mail.tlri.gov.tw