

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

影響童子雞發生脛軟骨發育不全症因素之研究(2/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2313-B-002-042-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立臺灣大學畜產學系暨研究所

計畫主持人：陳保基

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 5 月 30 日

影響童子雞發生脛軟骨發育不全症因素之研究 (2/3)

第二年期末報告

計畫編號：NSC93-2313-B-002-140-

報告人：陳保基

中華民國九十四年五月二十七日

飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對白肉雞生產性能及骨骼性狀之影響

陳保基

摘要

本試驗旨在探討飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對白肉雞生產性能及骨骼性狀之影響。試驗採用複因子試驗設計，將 3 種飼糧電解質均衡值(dEB 為-100, 200 及 500) 與 2 種濃度的鈣【1.0% (NRC 推薦量) vs. 0.6%】及 2 種濃度的可利用磷【0.45% (NRC 推薦量) vs. 0.8%】。商業用 1 日齡雞隻分別逢雞分配於 12 組飼糧中，每處理組二重複，每重複 8 隻肉雞，共 192 隻白色肉雞，用以評估飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對白肉雞生產性能及骨骼性狀之影響。

各處理組飼養至 3 週齡時，分別測量其體增重及飼料採食量，並進行心臟採血、脛骨長、寬等性狀之量測，全血部分立即進行血液氣體分析，血漿部分則進行血中各種成分分析。

試驗結果顯示，在 3 週齡時體增重方面，以 dEB 200 組者顯著高於 dEB 500 與 dEB -100 組者；正常鈣組顯著高於低鈣組者，正常磷組顯著高於高磷組，且三者有明顯的交互作用。在脛骨性狀方面，dEB 200 組者顯著高於 -100 與 500 組者，正常鈣組顯著高於低鈣組者，正常磷組顯著高於高磷組者；在飼料採食量方面，dEB 200 組與 dEB 500 組皆顯著高於 -100 組者，正常磷組磷也顯著高於高磷組，但是鈣的濃度對於採食量並無顯著之影響；血液氣體方面，飼糧中 dEB 值對於血液中之 pH、Na、Cl、 HCO_3^- 濃度、偏鹼值(BE)等均隨 dEB 值之變化而有顯著性之影響。

因此，本試驗結果顯示當 dEB 值為 200 時，肉雞的生長性能與脛骨發育，皆較其他飼糧處理組有顯著優異之表現，但在 dEB -100 組之處理下，其生長有遲緩之現象，且脛骨發育不良，脛軟骨發育不全(TD)之發生率顯著高於其他正 dEB 組別，總而言之，當肉雞飼糧維持在 dEB 200 與正常鈣及磷的濃度處理下，生長及骨骼性狀有較好的表現。

前言

家禽之骨骼問題一直困擾著家禽飼養業者。無論是產蛋或者是肉用家禽，都有著不同程度或形式之骨骼問題。產蛋家禽中最常見之骨骼問題，即眾所熟知之骨質疏鬆症(Osteoporosis)；而肉用家禽之骨骼問題，則為脛軟骨發育不全(Tibial dyschondroplasia, TD)。一般而言，脛軟骨發育不全則為快速生長的肉雞發生畸形腿之症狀，其主要為脛跖骨(Tibiotarsus)有不正常的軟骨形成(Leach and Nesheim, 1965)。此對業者而言，均是經濟上之

重大損失。

造成家禽此種不同程度或形式之骨骼問題，最常見到之影響因子即飼糧中各種礦物質營養素間(如鈣、磷及鎂間等離子)之比例及交互作用問題，Hocking *et al.* (2002)研究發現，當火雞飼糧中鈣含量過低(0.6%)會造成骨骼問題。此外，飼糧電解質均衡值(dietary electrolyte balance, 簡稱 dEB)為家禽飼糧中影響體液酸鹼生理狀態之重要因子。其計算方式為飼糧中 $(Na^{++}K^{+}-Cl^{-})$ meq/kg diet，以此表示。除此之外，鈣與磷對於肉雞生長及骨骼發育也佔有舉足輕重的角色。長久以來，肉雞飼養時由於生長過快，常造成骨骼生長發生問題，其發生原因除先天遺傳方面，後天飼料營養可能亦是造成因素之一，本實驗主要探討不同劑量 dEB 值與不同鈣磷濃度下，對肉雞生長性能與脛骨發育之影響，以及在此試驗處理下，其對 TD 發生之影響。

材料與方法

一、試驗動物之採樣及分析目的

本試驗旨在探討飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對白肉雞生產性能及骨骼性狀之影響。試驗採用複因子試驗設計，將 3 種飼糧電解質均衡值(dEB 為-100, 200 及 500) 與 2 種濃度的鈣【1.0% (NRC 推薦量) vs. 0.6%】及 2 種濃度的可利用磷【0.45% (NRC 推薦量) vs. 0.8%】。商業用 1 日齡雞隻分別逢雞分配於 12 組飼糧中，每處理組二重複，每重複 8 隻肉雞，共 192 隻白色肉雞，用以評估飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對白肉雞生產性能及骨骼性狀之影響。分析不同飼糧處理，進行飼糧中礦物質之分析，並紀錄患 TD 及正常雞隻，採血後分析其血液生化值之成分變化，如血液氣體分析值(包括 pH, HCO_3^- , Base Excess(BE), pCO_2 , 與 tCO_2)、血液中之鈣、磷、鈉、鉀、氯等礦物質含量與各種酵素之測定、評估骨骼物理性狀(如骨破裂強度、骨骼組織切片)，並比較不同飼糧處理下，童子雞罹患 TD 之發生率，藉以了解飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對童子雞罹患 TD 之關係。

二、樣品採集

(一) 樣品之收集與處理

1. 飼料

將每次調查採集之飼料樣品，收集分類，將收集之樣品置於封口袋中 4°C 冷藏，以備分析其飼料成分、水分與礦物質含量之用，分析前先以 Wiley mill 飼料粉碎機將飼料磨碎，通過 20 mesh 之篩網後，才進行取樣分析。

2. 試驗動物：

試驗開始後，每天進行雞隻罹患 TD 之調查，並紀錄各種生產性能如體增重、飼料採食量等，如發生具 TD 之雞隻則立刻進行採血，針筒事先均以含鋰鹽之肝素潤濕（100 USP/ml），採血後的樣品立刻置入碎冰中保存，並迅速以血液氣體分析儀（Rapid Lab 348）進行 pH 值、重碳酸根離子與偏鹼值（base excess）等血液氣體性狀之分析。經血液氣體分析後之剩餘血液樣品，則在 4°C 下經離心機(Sigma 2 K15)分離(6000 rpm, 4000×g, 5 分鐘)，採取血漿，並儲存於-20°C 之冷凍櫃中，供分析血漿中鈣、鈉、氯、鉀與無機磷等離子濃度之用。

四、分析方法

（一）飼糧

1. 水分

以 AOAC（1984）所列之方法測定。

2. 礦物質含量

(1) 以 AOAC（1984）所列之方法測定，鈉與鉀均稀釋 200 倍。

使用原子吸收光譜儀 Perkin Elmer Aanalyst 100 機型分析。

(2) 氯

以 AOAC（1984）所列之電位差方法測定之，分析儀器為 Beckman Φ 72 pH meter。

（二）、血液

1. 全血中血液氣體值之分析

以血液氣體分析儀（Rapid Lab. 348）測定全血中之 pH、重碳酸根離子濃度(HCO_3^-)、偏鹼值(Base Excess; BE)、二氧化碳分壓(pCO_2)、總二氧化碳濃度(tCO_2)、氧分壓(pO_2)與飽和氧分壓(O_2SAT)等值。

2. 血漿中礦物質濃度之測定

(1) 血漿中鈣、鎂與無機磷之測定

以 Merck Vitalab Selectra 之血液生化分析儀進行測定。

(2) 血漿中鈉、氯與鉀之測定

以 AOAC（1984）中電極法測定之。

（三）骨骼性狀之評估

1. 骨破裂強度：

將左脛骨置入 Soxhlet apparatus 中，經乙醚迴流萃取脂肪 48 小時後，於 100°C 烘 12 小時。隨後將脫脂去水之脛骨以抗彎曲測定儀 (HT-3000) 測定破裂力 (Breaking force)，並量取脛骨之內外徑，用以計算骨破裂壓力，其單位為公斤/平方公分。

2. 骨骼切片

依 Hargest(1985)之方法，取脛蹠骨骺骨端生長板軟骨組織切片後，於顯微鏡下觀察。

(四) 細胞培養

將試驗處理下之正常鷄隻及具 TD 之鷄隻犧牲後取脛骨生長板軟骨細胞培養後，供測分子生化性狀。

五、統計分析

試驗所得資料利用套裝軟體統計分析系統(Statistical Analysis System, SAS, 1992)進行統計分析。使用一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure)進行變方分析，並以鄧肯式新多次變域測定法 (Duncan's New Multiple Range Test) 比較各處理組飼糧間差異之顯著性。

結果

(一) 飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對白肉雞生長性能之影響

飼糧電解質均衡值在不同鈣磷含量下對白肉雞體增重、平均隻日體增重、總採食量、飼料效率等生長性能之影響，如表 3 所示。試驗結果顯示，在 3 週齡時體增重、平均隻日體增重及總飼料採食量方面，均以 dEB 200 組者顯著高於 dEB 500 與 dEB -100 組者；正常鈣組顯著高於低鈣組者，正常磷組顯著高於高磷組，但三者並無明顯的交互作用。經去除鈣及磷之效應後，結果顯示矯正後之平均體增重方面，dEB 200 組者顯著高於 dEB 500 與 dEB -100 組者，且三者間呈現顯著性之差異，如圖 1 所示。

(二) 飼糧電解質均衡值及在不同鈣磷含量下含量對白肉雞血中離子性狀之影響

飼糧電解質均衡值及在不同鈣磷含量下對白肉雞血液礦物質包括鈣(Ca)、無機磷(P)、鈉(Na)、鉀(K)及氯(Cl)等方面之差異如表 4 所示。試驗結果顯示，飼糧電解質均衡值(dEB)對血液鈉(Na)及氯(Cl)離子具有顯著之作用，而飼糧中不同磷含量，對血液中氯(Cl)離子亦具有顯著之作用；飼糧中不同鈣含量處理以及不同鈣磷之交互作用下，則對血鈣具有顯著之差異。

(三) 飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞血液氣體性狀之影響

飼糧電解質均衡值及在不同鈣磷含量下對血液氣體性狀包括血液酸鹼值(pH)、二氧化碳分壓(pCO₂)、氧分壓(pO₂)、碳酸氫根離子濃度(HCO₃⁻)、偏鹼值(BE)及陰離子量(AnGap)方面之差異如表 5 所示。試驗結果顯示，飼糧電解質均衡值 (dEB) 顯著影響白肉雞血液氣體之性狀；其對於血液中之 pH、HCO₃⁻濃度、偏鹼值(BE) 等均隨 dEB 值之升高或降低而有顯著性上升或下降之影響；而飼糧中不同鈣磷含量，則對血液氣體性狀無顯著之差異，且亦無交互作用存在，此顯示改變飼糧電解質均衡值，足以造成血液氣體性狀之改變，進而影響其生產性能。

(四) 飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞血液酵素分析值之影響

飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞血液酵素包括麩胺酸草醋酸轉胺酶(GOT)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶(GPT)、鹼性磷酸酶(ALKP)、肌酸酐激酶(CK)及乳酸去氫酶(LDH)等分析值方面之差異如表 6 所示。試驗結果顯示，僅在飼糧中不同磷含量，對麩胺酸草醋酸轉胺酶(GOT)及肌酸酐激酶(CK)有顯著性之影響外，其他試驗處理下，無顯著之差異，且亦無交互作用存在。

(五) 飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞血液生化分析值之影響

飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞血液生化分析值包括總蛋白質濃度(TP)、白蛋白濃度(Alb.)、球蛋白濃度(Alb.)、白蛋白與球蛋白之比值、葡萄糖(Glc.)、膽固醇濃度(Chol.)及三酸甘油酯濃度(TG)等方面之差異如表 7 所示。試驗結果顯示，飼糧中電解質均衡值對血液中白蛋白濃度、白蛋白與球蛋白之比值及膽固醇濃度(Chol.)有顯著性之影響；飼糧中不同鈣含量，則對血液總蛋白質濃度(TP)、白蛋白濃度(Alb.)、球蛋白濃度(Alb.)及三酸甘油酯濃度(TG)等方面具顯著性之影響；而飼糧中不同磷含量，則對血液白蛋白濃度及膽固醇濃度(Chol.)有顯著性之影響；飼糧中不同鈣磷及三種處理間之交互作用下，則對血液總蛋白質濃度(TP)及白蛋白濃度(Alb.)具顯著性之影響。

(六) 飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞骨骼性狀之影響

飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞骨骼性狀包括左、右脛骨長；左、右脛骨寬及脛骨破壞強度等方面之差異如表 8 所示。試驗結果顯示，無論飼糧中電解質均衡值、飼糧中不同鈣含量及飼糧中不同磷含量，均對左、右脛骨長；左、右脛骨寬及脛骨破壞強度等有極顯著性之影響；而飼糧電解質均衡值對飼糧中不同鈣含量及飼糧電解質均衡值對飼糧中不同磷含量間之交互作用，亦對骨骼性狀具影響。經去除鈣及磷之效應後，結果顯示矯正後之平均脛骨長及脛骨寬如圖 2 及 3 所示。

(七) 飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞 TD 發生率及死亡率之影響

飼糧電解質均衡值及鈣磷含量對白肉雞 TD 發生率及死亡率之影響，如圖 4 及 5 所示。當去除鈣及磷之效應後，結果顯示矯正後之平均死亡率以 dEB -100 組者最高，其次為 dEB 500 組者，而 dEB 200 組者則並無死亡率發生，且各組間呈顯著性之差異；TD 發生率亦以 dEB -100 組者最高，而 dEB 200及 dEB 500 組者則無 TD 發生率。

(八) TD 症狀雞隻生長板之顯微構造

具有 TD 症狀之雞隻外觀形態如圖 6 所示。dEB -100 組(外觀跛腳)之嚴重 TD 症狀雞隻生長板之顯微構造如圖 7；dEB -100 組(外觀正常)之不顯性 TD 症狀雞隻生長板之顯微構造圖 8 所示；圖 9 則為 dEB 200 組雞隻生長板之顯微構造。由圖可見具 TD 症狀者不論其是否跛腳，其生長板肥厚區有邊緣區已停止發育；而正常者則無此現象。

(九) 生長板軟骨細胞之培養

不同日齡正常雞隻及 TD 生長板軟骨細胞之培養如圖 10、圖 11 及圖 12 所示。由圖 10 及圖 11 顯示經由正常雞隻生長板培養之軟骨細胞，其細胞型呈現較多邊形之特異型態，細胞數目顯著較多；而 TD 生長板所培養之軟骨細胞(圖 12)，其型態則多屬圓形而尚未貼附之細胞，且細胞數目顯著較少。本實驗已建立雞隻生長板軟骨細胞之培養方法，有待更進一步研究造成 TD 症狀之分生機制。

結論

試驗結果顯示，在 3 週齡時體增重方面，以 dEB 200 組者顯著高於 dEB 500 與 dEB -100 組者；正常鈣組顯著高於低鈣組者，正常磷組顯著高於高磷組，且三者有明顯的交互作用。在脛骨性狀方面，dEB 200 組者顯著高於 -100 與 500 組者，正常鈣組顯著高於低鈣組者，正常磷組顯著高於高磷組者；在飼料採食量方面，dEB 200 組與 dEB 500 組皆顯著高於 -100 組者，正常磷組磷也顯著高於高磷組，但是鈣的濃度對於採食量並無顯著之影響；血液氣體方面，飼糧中 dEB 值對於血液中之 pH、Na、Cl、 HCO_3^- 濃度、偏鹼值(BE)等均隨 dEB 值之變化而有顯著性之影響。

因此，本試驗結果顯示當 dEB 值為 200 時，肉雞的生長性能與脛骨發育，皆較其他飼糧處理組有顯著優異之表現，但在 dEB -100 組之處理下，其生長有遲緩之現象，且脛骨發育不良，脛軟骨發育不全(TD)之發生率顯著高於其他正 dEB 組別，總而言之，當肉雞飼糧維持在 dEB 200 與正常鈣及磷的濃度處理下，生長及骨骼性狀有較好的表現。

表 1 基礎飼糧組成

Table 1 The composition of basal diet

成分 Ingredients	基礎飼糧 (%) Basal diet (%)
黃玉米	Yellow corn 54.1
大豆粕	Soybean meal 21.64
大豆蛋白	Soybean protein 7
魚粉	Fish meal 3.8
磷酸氫鈣	Dicalcium phosphate 1.0
氯化鈉	Sodium chloride 0.30
L-離胺酸	L-lysine-HCl 0.00
DL-甲硫胺酸	DL-methionine 0.21
礦物質預混物 ^a	Mineral premix 0.10
維生素預混物 ^b	Vitamin premix 0.10
氯化膽	Choline chloride,50% 0.02
大豆油	Soybean oil 6.7
球蟲藥	0.05
變動成分	Variation ingredients 4.98
合計	Total 100.00
估計值	Calculated value
粗蛋白質	Crude protein,% 23.0
代謝能	ME, kcal/kg 3200.0
鈣	Calcium,% 1.00
磷	Phosphate,% 0.45
dEB 值	200

^a 每公斤基礎飼糧補充(Supplied per kg of basal diet) :

Fe($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 20.09% Fe), 50 mg, Mn ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 32.49% Mn), 60 mg, Cu($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 25.45% Cu), 10 mg, Zn(ZnO , 80.35% Zn) 60 mg, I(KI, 76.45 % I) 0.48 mg, Se(Na_2SeO_3 , 45.65% Se), 0.12 mg.

^b 每公斤基礎飼糧補充(Supplied per kg of basal diet) :

Vit. A 8,250 IU ; Vit.D₃ 600 ICU ; Vit. E 15 IU ; Vit. K₃ 3 mg , Vit.B₁ 2.6 mg ; Vit. B₂, 6.5 mg , Vit. B₆, 3 mg ; Vit. B₁₂ 0.013 mg ; Pantothenic acid, 13 mg ; Niacin 52 mg ; Folic acid 0.65 mg ; Biotin 0.1 mg.

表 2 試驗飼糧添加成分表

Table 2 The addition of minerals in basal diets

成分 Ingerdients	飼糧電解質均衡值 (毫克當量/公斤飼糧) dEB (meq/kg diet)											
	-100				200				500			
預估值 estimated value												
Ca	1.0		0.6		1.0		0.6		1.0		0.6	
P	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8
石灰石粉 CaCO ₃	0				1.12		0.1		1.12		0.1	
纖維素 Cellulose	2.74	1.34	3.13	1.73	3.66	2.26	4.68	3.28	1.4	0	2.42	1.02
氯化鈣 CaCl ₂ ·2H ₂ O	1.6		0.1		0				0			
碳酸氫鈉 ^a NaHCO ₃	0.1				0.1				1.23			
碳酸鉀 K ₂ CO ₃	0.1				0.1				1.23			
氯化銨 NH ₄ Cl	0.44		1.55		0				0			
磷酸一銨 NH ₄ H ₂ PO ₃	0	1.4	0	1.4	0	1.4	0	1.4	0	1.4	0	1.4
合計 Total	4.98											
分析值 analyzed value	飼糧電解質均衡值 (毫克當量/公斤飼糧) dEB (meq/kg diet)											
	-100				200				500			
Ca	1.0		0.6		1.0		0.6		1.0		0.6	
P	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8	0.45	0.8
dEB	-105	-105	-105	-105	203	203	203	203	501	501	501	501
Ca(%)	1.06	1.03	0.65	0.64	1.03	1.05	0.62	0.63	1.05	1.04	0.63	0.62
P(%)	0.65	0.98	0.66	0.93	0.66	0.97	0.65	0.93	0.66	0.98	0.64	0.92
Na(%)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.54	0.54	0.54	0.54
K(%)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	1.34	1.34	1.34	1.34
Cl(%)	1.31	1.31	1.31	1.31	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24

a: 試藥級(Merck GR)。

表3 飼糧電解質及鈣磷含量對白肉雞生長性狀之影響

Table 3 Growing performances from broilers fed different levels of dietary electrolyte balance(dEB), Ca, and available phosphorus (AP).¹

Treatment			Growing performances				
dEB ²	Ca	AP	0wk	3wk	平均隻日增重(克) (g)	總採食量(公斤) Intake (kg)	飼料效率
-100	1.0	0.45	46.5	564.3	25.9	6.2	1.558
-100	1.0	0.8	46.7	462.2	20.8	4.9	1.409
-100	0.6	0.45	45.7	493.0	22.4	5.9	1.507
-100	0.6	0.8	46.4	403.2	17.8	4.2	1.384
200	1.0	0.45	45.9	627.6	29.1	7.9	1.578
200	1.0	0.8	46.6	637.8	29.6	7.4	1.443
200	0.6	0.45	45.4	572.8	26.5	8.0	1.739
200	0.6	0.8	46.4	550.9	25.2	7.2	1.644
500	1.0	0.45	47.0	572.7	26.3	7.2	1.580
500	1.0	0.8	45.6	542.0	24.8	7.3	1.680
500	0.6	0.45	47.0	539.3	24.6	7.9	1.960
500	0.6	0.8	45.9	532.8	24.3	6.7	1.577
Source of variation			P				
dEB			NS	<0.001	<0.0001	<0.001	<0.001
Ca			NS	<0.001	<0.001	0.0258	<0.01
P			NS	0.001	<0.001	0.0012	<0.001
dEB × Ca			NS	NS	NS	NS	NS
dEB × P			NS	0.008	<0.001	NS	NS
Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS
dEB × Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS

¹Each mean represents the performances from two repetitions in the 3wks experiment periods.

²dEB units mini equivalent per kilogram diet(meq/kg).

Table 4 Blood ions concentration from broilers fed different levels of dietary electrolyte balance(dEB), Ca, and available phosphorus (AP).¹

Treatment			Growing performances				
dEB ²	Ca	AP	Ca	P	Na	K	Cl
-100	1.0	0.45	9.8	6.3	139.3	5.0	108.2
-100	1.0	0.8	9.6	7.0	140.7	5.2	111.5
-100	0.6	0.45	10.0	7.1	138.0	5.5	109.8
-100	0.6	0.8	8.9	7.4	141.8	5.5	116.0
200	1.0	0.45	9.8	6.9	137.8	5.5	106.5
200	1.0	0.8	9.6	5.9	137.5	5.0	108.5
200	0.6	0.45	9.6	6.4	133.0	5.0	104.7
200	0.6	0.8	8.9	5.0	137.5	5.1	107.8
500	1.0	0.45	9.7	6.2	135.2	5.1	107.2
500	1.0	0.8	10.6	6.0	134.7	5.8	107.7
500	0.6	0.45	9.2	6.4	132.7	5.4	106.2
500	0.6	0.8	8.5	7.2	136.0	5.0	108.3
Source of variation			P				
dEB			NS	NS	0.0097	NS	0.034
Ca			0.0081	NS	NS	NS	NS
P			NS	NS	NS	NS	0.0607
dEB × Ca			NS	NS	NS	NS	NS
dEB × P			NS	NS	NS	NS	NS
Ca × P			0.0414	NS	NS	NS	NS
dEB × Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS

¹Each mean represents the performances from two repetitions in the 3wks experiment periods.

²dEB units mini equivalent per kilogram diet(meq/kg).

Table 5 Blood gas parameters from broilers fed different levels of dietary electrolyte balance(dEB), Ca, and available phosphorus (AP).¹

Treatment			Growing performances						
dEB ²	Ca	AP	pH	pCO ₂	pO ₂	HCO ₃ ⁻	BE	tCO ₂	AnGap
-100	1.0	0.45	7.394	30.5	65.9	22.0	-3.8	21.1	16.0
-100	1.0	0.8	7.424	30.2	64.0	21.7	-3.3	20.9	14.7
-100	0.6	0.45	7.420	32.5	68.8	22.3	-2.6	22.0	12.4
-100	0.6	0.8	7.371	32.1	67.0	21.2	-4.5	20.9	11.4
200	1.0	0.45	7.478	31.1	76.6	23.9	-0.4	22.9	14.8
200	1.0	0.8	7.517	30.0	77.0	26.5	2.4	25.0	10.0
200	0.6	0.45	7.486	30.6	81.6	24.1	-0.1	23.1	11.1
200	0.6	0.8	7.450	29.3	83.9	22.4	-2.6	21.0	15.1
500	1.0	0.45	7.526	29.0	65.6	25.5	1.2	25.8	9.53
500	1.0	0.8	7.493	30.5	87.4	24.7	0.4	23.5	10.4
500	0.6	0.45	7.542	25.1	97.1	24.9	0.4	22.0	10.6
500	0.6	0.8	7.488	31.9	65.2	24.9	0.9	24.3	9.4
Source of variation			P						
dEB			0.0042	NS	NS	0.0472	0.0414	NS	0.0423
Ca			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
P			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
dEB × Ca			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
dEB × P			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
dEB × Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹Each mean represents the performances from two repetitions in the 3wks experiment periods.

²dEB units mini equivalent per kilogram diet(meq/kg).

Table 6 Plasma enzymes concentration from broilers fed different levels of dietary electrolyte balance(dEB), Ca, and available phosphorus (AP).¹

Treatment			Growing performances				
dEB ²	Ca	AP	GOT	GPT	Alk-P	CK	LDH
-100	1.0	0.45	208.2	3.5	5712.7	2578.2	3972.3
-100	1.0	0.8	263.9	5.3	7249.8	4629.1	5163.9
-100	0.6	0.45	220.7	3.8	7525.3	2330.7	3325.2
-100	0.6	0.8	285.2	4.0	5639.3	5132.5	4209.5
200	1.0	0.45	229.3	4.7	5415.7	2252.0	3866.7
200	1.0	0.8	229.0	4.2	7229.3	3617.5	3875.7
200	0.6	0.45	213.3	4.5	6584.3	1707.5	3486.8
200	0.6	0.8	243.5	3.8	8313.8	4132.5	5015.0
500	1.0	0.45	202.7	3.7	5672.8	1765.7	3924.0
500	1.0	0.8	244.8	3.7	5913.3	2543.5	3621.7
500	0.6	0.45	191.0	3.8	4887.3	2172.0	4438.0
500	0.6	0.8	233.2	4.3	5259.8	3544.3	3741.5
Source of variation			P				
dEB			NS	NS	NS	NS	NS
Ca			NS	NS	NS	NS	NS
P			0.006	NS	NS	0.0014	NS
dEB × Ca			NS	NS	NS	NS	NS
dEB × P			NS	NS	NS	NS	NS
Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS
dEB × Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS

¹Each mean represents the performances from two repetitions in the 3wks experiment periods.

²dEB units mini equivalent per kilogram diet(meq/kg).

Table 7 Plasma parameters from broilers fed different levels of dietary electrolyte balance(dEB), Ca, and available phosphorus (AP).¹

Treatment			Growing performances							
dEB ²	Ca	AP	Creatine	Total Protein	Albumin	Globulin	A/G	Cholesterol	TG	Glucose
-100	1.0	0.45	0.3	2.8	1.5	1.4	1.1	127.3	23.2	232.0
-100	1.0	0.8	0.3	3.0	1.6	1.5	1.1	119.0	20.7	237.7
-100	0.6	0.45	0.3	2.8	1.6	1.2	1.3	124.5	25.0	240.2
-100	0.6	0.8	0.3	2.4	1.2	1.1	1.1	108.3	22.7	242.8
200	1.0	0.45	0.3	3.2	1.8	1.4	1.3	156.0	22.3	255.7
200	1.0	0.8	0.3	2.8	1.6	1.2	1.3	137.3	24.7	237.0
200	0.6	0.45	0.3	2.7	1.5	1.2	1.3	150.2	29.0	238.3
200	0.6	0.8	0.3	2.6	1.4	1.2	1.2	126.8	25.2	205.3
500	1.0	0.45	0.3	2.9	1.6	1.2	1.3	147.8	24.8	248.3
500	1.0	0.8	0.3	3.0	1.7	1.4	1.3	137.3	21.5	253.2
500	0.6	0.45	0.3	2.9	1.6	1.3	1.3	151.0	28.3	252.7
500	0.6	0.8	0.3	2.6	1.4	1.2	1.3	122.3	30.0	254.8
Source of variation			P							
dEB			NS	NS	0.0215	NS	0.0366	0.0005	NS	NS
Ca			NS	0.0001	<0.001	0.0081	NS	NS	0.0144	NS
P			NS	NS	0.0155	NS	NS	0.0007	NS	NS
dEB × Ca			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
dEB × P			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ca × P			NS	0.0609	0.0311	NS	NS	NS	NS	NS
dEB × Ca × P			NS	0.0291	0.0084	NS	NS	NS	NS	NS

¹Each mean represents the performances from two repetitions in the 3wks experiment periods.

²dEB units mini equivalent per kilogram diet(meq/kg).

Table 8 Bone parameters from broilers fed different levels of dietary electrolyte balance(dEB), Ca, and available phosphorus (AP).¹

Treatment			Growing performances					Bone breaking force
dEB ²	Ca	AP	右 脛 長 (mm)	左 脛 長 (mm)	右 脛 寬 (mm)	左 脛 寬 (mm)		
-100	1.0	0.45	64.9	64.7	9.2	9.3	6.657	
-100	1.0	0.8	60.4	60.7	8.5	8.3	6.328	
-100	0.6	0.45	60.5	60.5	8.4	8.6	5.938	
-100	0.6	0.8	58.3	57.8	8.2	8.1	5.127	
200	1.0	0.45	65.9	65.8	9.7	9.6	8.432	
200	1.0	0.8	66.7	66.5	9.8	9.6	8.451	
200	0.6	0.45	62.5	64.0	9.6	9.7	7.536	
200	0.6	0.8	62.8	63.9	9.7	9.4	7.231	
500	1.0	0.45	66.2	67.3	9.2	9.2	6.648	
500	1.0	0.8	63.1	63.1	8.8	8.8	6.321	
500	0.6	0.45	65.1	64.9	8.5	8.7	6.357	
500	0.6	0.8	64.2	64.3	8.7	8.6	6.114	
Source of variation			P					
dEB			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Ca			<0.001	0.0001	0.0028	0.0258	<0.001	
P			0.0027	0.0009	NS	0.0012	0.0512	
dEB × Ca			0.0198	NS	NS	NS	0.0123	
dEB × P			0.0231	0.0123	NS	NS	0.0227	
Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS	
dEB × Ca × P			NS	NS	NS	NS	NS	

¹Each mean represents the performances from two repetitions in the 3wks experiment periods.

²dEB units mini equivalent per kilogram diet(meq/kg).

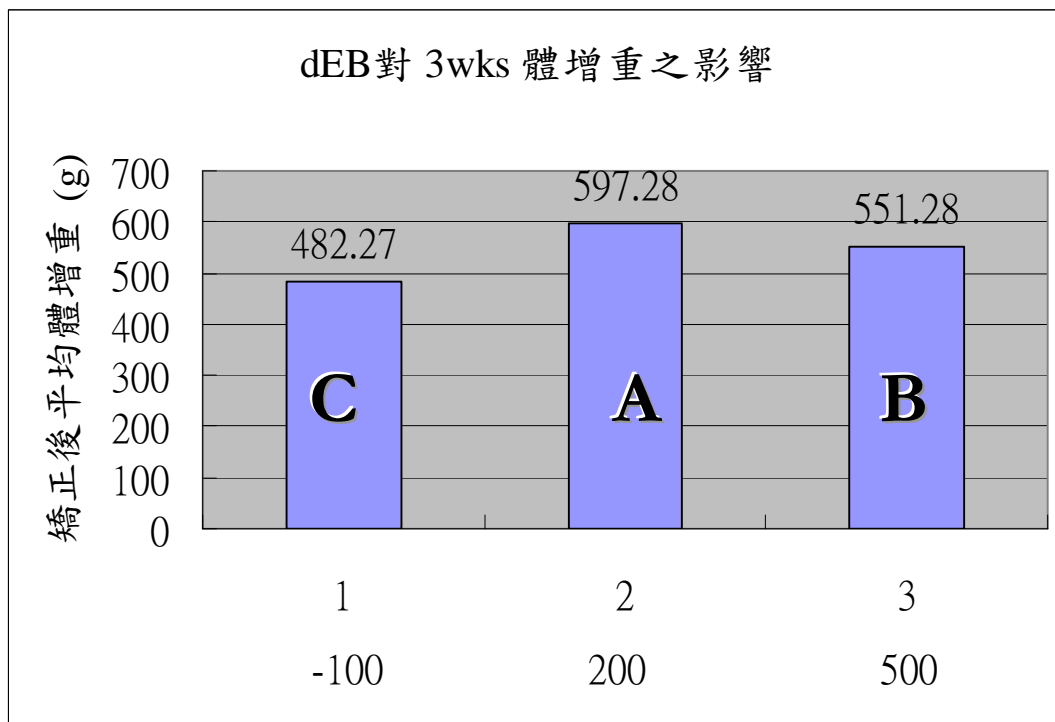


圖1. 飼糧電解質均衡值對白肉雞體增重之影響

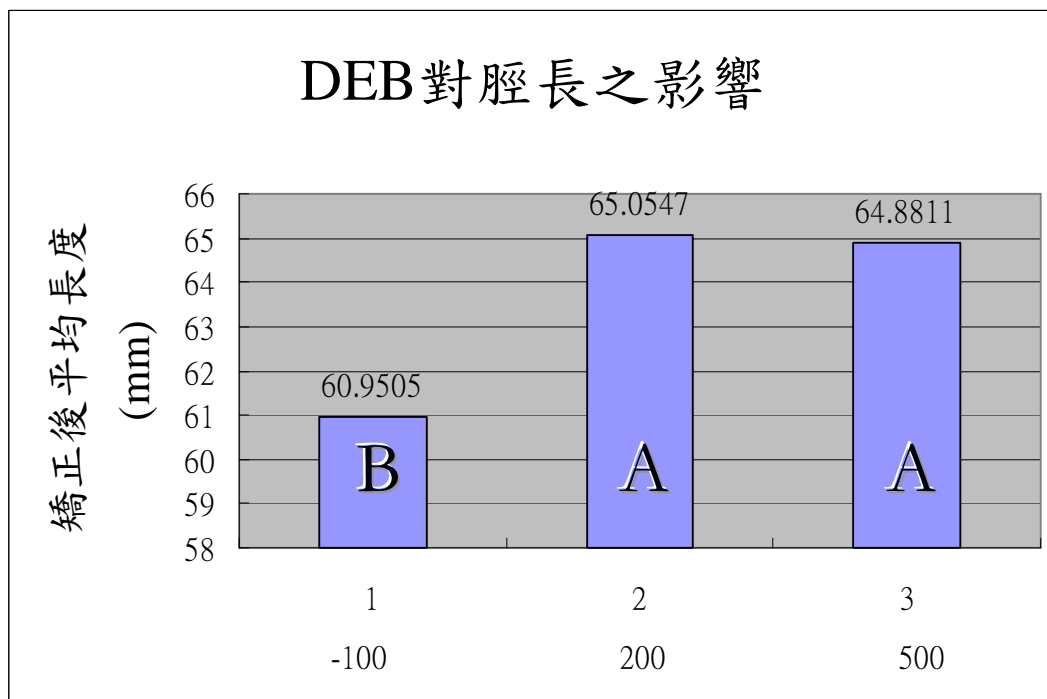


圖2. 飼糧電解質均衡值對白肉雞脛骨長之影響

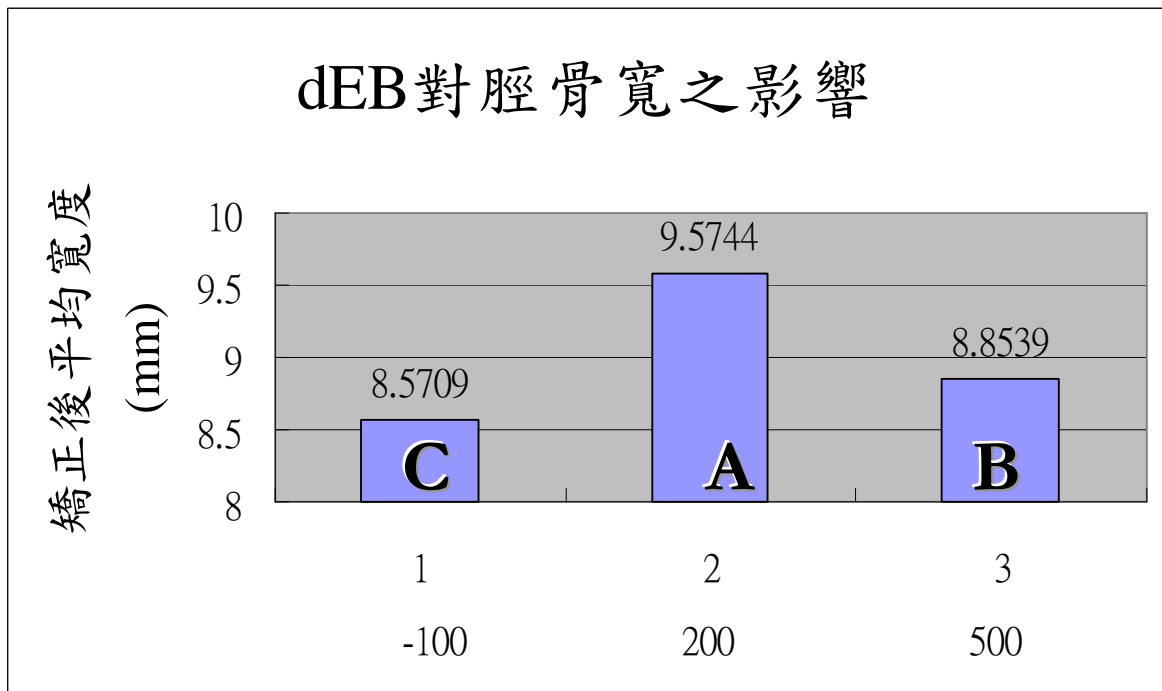


圖3. 飼糧電解質對均衡值白肉雞脛骨寬之影響

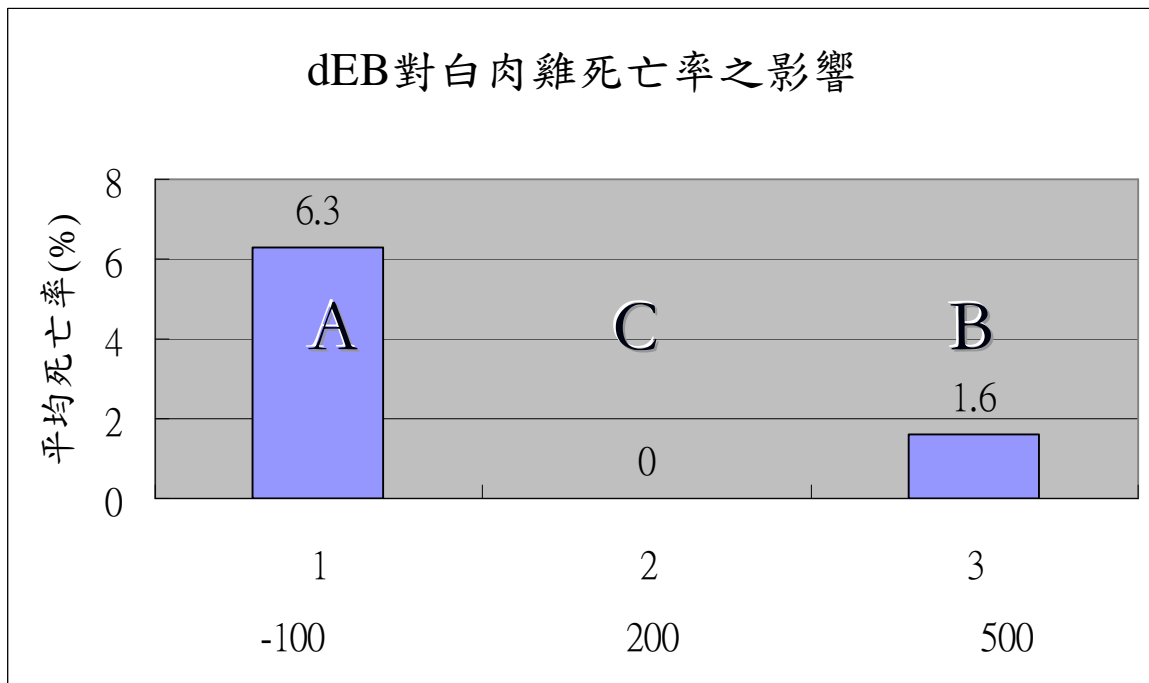


圖4. 飼糧電解質均衡值對白肉雞死亡率之影響

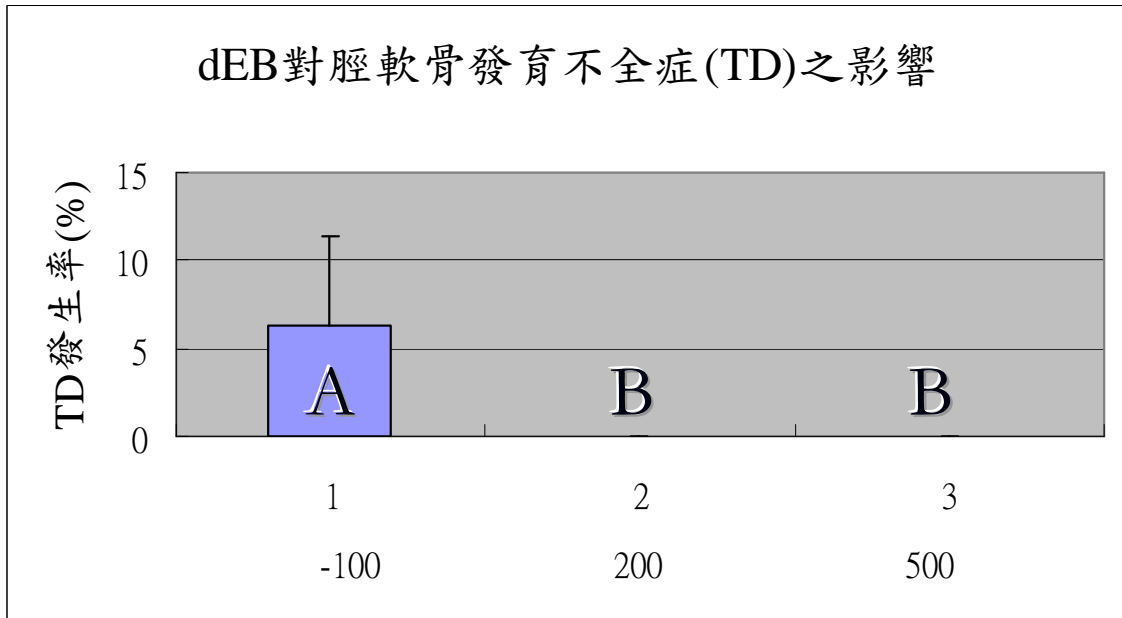


圖5. 飼糧電解質均衡值對白肉雞脛軟骨發育不全症(TD)發生率之影響



圖6 dEB值於 -100 meq/kg 下對白肉雞 TD 發生之症狀

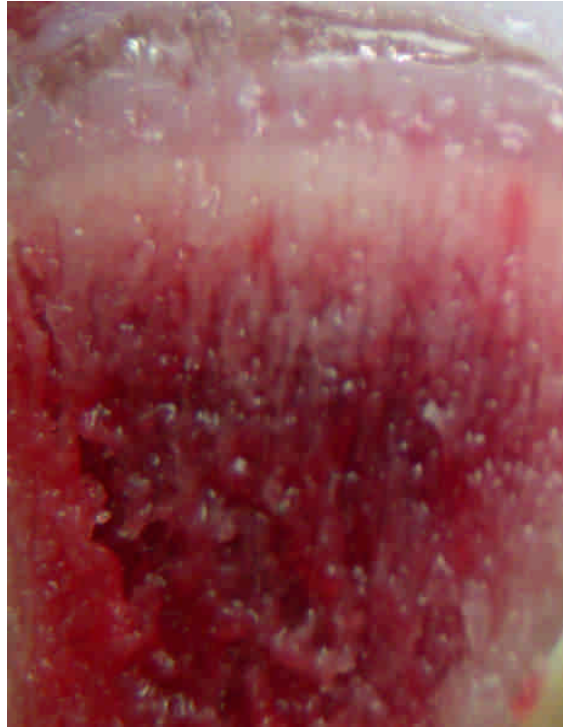


圖7. dEB -100 組（外觀跛腳）之嚴重 TD 症狀雞隻生長板之顯微構造



圖8. dEB -100 組（外觀正常）之不顯性 TD 症狀雞隻生長板之顯微構造



圖9. dEB 200 組（外觀正常）之雞隻生長板之顯微構造

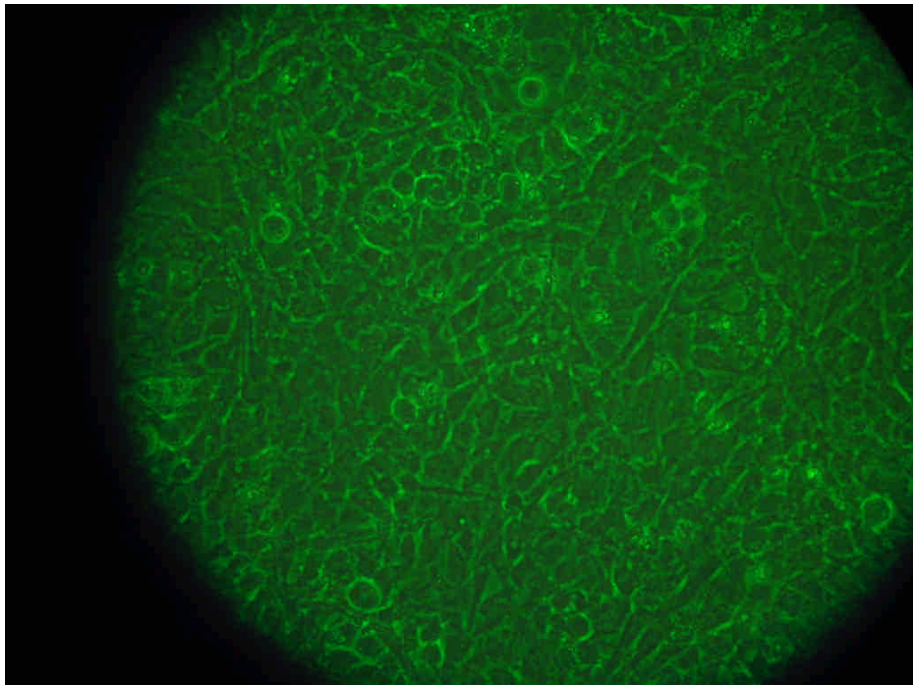


圖10. 正常1日齡白肉雞骨生長板軟骨細胞之形態

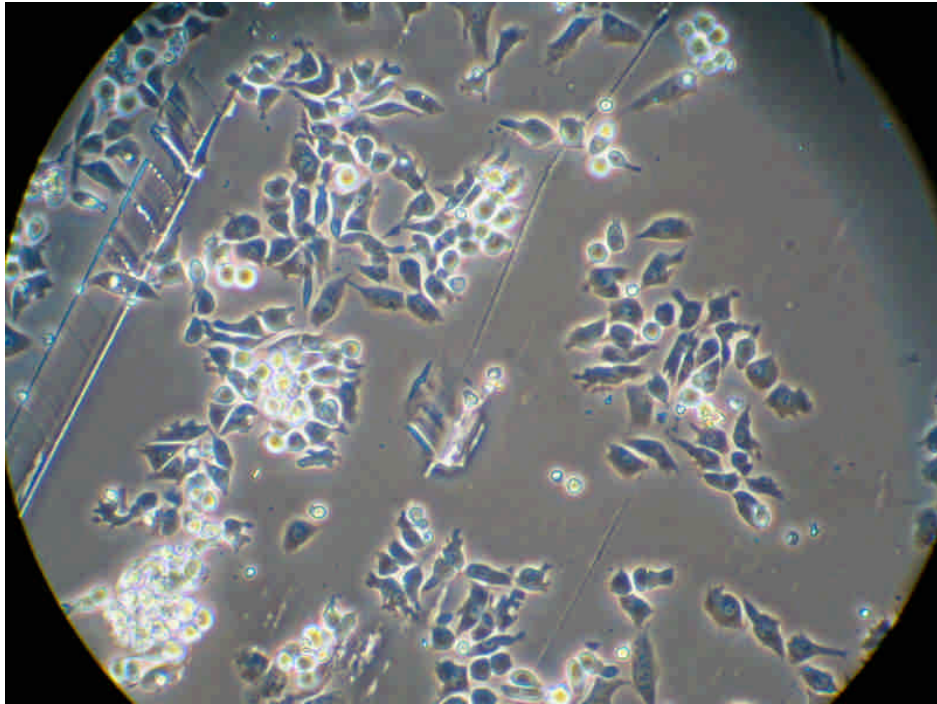


圖11. 正常白肉雞(3週齡)骨生長板軟骨細胞之形態(20X)

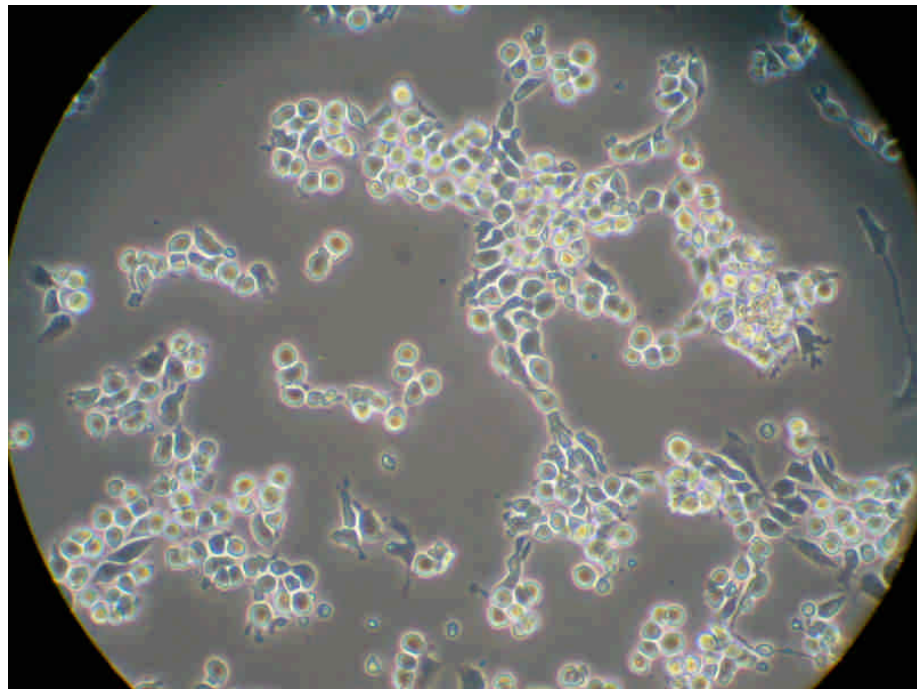


圖12. TD 白肉雞骨(3週齡)生長板軟骨細胞之形態(20X)