



行政院衛生署八十八年度委託研究計畫

補陽還五湯對骨折癒合之影響

委託研究成果報告

執行機構：私立中國醫藥學院

計畫主持人：林昭庚

研究人員：謝慶良、賴建豪、劉旭然

執行期限：87年1月1日至88年6月30日

目錄

	頁碼
中文摘要	3
英文摘要	4
前言	6
材料與方法	7
結果	11
討論	14
結論與建議	19
參考文獻	20
表一	23
表二	24
表三	25
表四	26
表五	27
表六	28
表七	29
表八	30
表九	31

表十	32
圖一	33
圖二	34
圖三	35
圖四	36
圖五	37
圖六	38

編號：CCMP87-RD-014

補陽還五湯對骨折癒合之影響

林昭庚

中國醫藥學院

摘要

本研究將紐西蘭兔以人工骨折方式處理之後，以補陽還五湯餵之，評估補陽還五湯對骨折癒合的影響。將雄性紐西蘭種大白兔，隨機分成兩組，每組大白兔之左側腓骨皆以人工骨折方式處理之，實驗組於術後服用補陽還五湯，對照組不服，並於服藥後第 7、14、21、35、49 天進行外觀形態、x-ray 放射攝影、血液生化、骨痂鈣與羧脯氨酸含量、生物力學等測定，評估補陽還五湯對骨折癒合的影響。

結果顯示術後服用補陽還五湯之大白兔，其血清中鈣離子濃度、鹼性磷酸酶濃度增加。骨痂中羧脯氨酸、鈣含量增加，並提高骨折癒合過程中的抗折荷重力量。

結論：補陽還五湯能促進紐西蘭兔骨折的癒合。

關鍵詞： 補陽還五湯，骨折癒合

The Effect of Buyang Huanwu Tang on Bone Fracture Healing

Jaung-Geng Lin

Institute of Chinese Medical Science, China Medical College

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of Buyang Huanwu Tang on bone fracture healing in male New-Zealand rabbits.

Rabbits were divided into two groups. On left fibula of rabbit for each group was given an artificial bone fracture, and after operation, the Buyang Huanwu Tang was served for experimental group but not control group. Also, 7, 14, 21, 35, and 49 days after taking it, a general blood examination, serum biochemical test, and measuring about hydroxygultamic acid and calcium in bone scab will be given, and the observation on biological mechanics and clinical test is to assess the influence of Chinese medicine to the effect of bone fracture healing. The results indicated that in experimental group, the concentration of calcium ion and ALK-P in serum is evidently higher than in the control group; also, in the experimental group, the content of hydroxygultamic acid and calcium in bone scab are higher than in the control group. The anti-

fracture of fibula in experimental group was higher than in the control group. In conclusion, it is to evidence that Buyang Huanwu Tang has the healing effect to the bone fracture of New-Zealand Rabbit.

Keywords : Buyang Huanwu Tang, Bone Fracture Healing

壹、前言

在台灣地區，意外傷害為十大死亡原因之第三位，而意外傷害常常有骨折的發生。如何處理骨折、縮短癒合期、避免其他後遺症等¹，一直是現代醫學努力的目標。

在中醫的理論上，內服與外用藥物是治療骨折的重要方法^{2,3}，在內治方面以活血去瘀為先^{4,5}，因此，近代把「瘀去、新生、骨合」作為理論指導進行內外用藥，調整因損傷而引起的臟腑、經絡、氣血功能紊亂，促進骨折之癒合⁶。

補陽還五湯具有補氣活血通絡的效果⁷，因此，本實驗以補陽還五湯來評估它對骨折的療效，作為臨床應用之參考。

貳、材料與方法

一、 實驗動物與分組

112 隻雄性紐西蘭種大白兔，約六月齡，體重 2.5~3.0 公斤，隨機分成實驗組與對照組，所有動物均飼養於相同環境，並給予充足之飲水與飼料。

二、 實驗動物的處理

將全身麻醉劑 (Ketamine, 南光化學, 台南, 中華民國) 與肌肉鬆弛劑 (Combelen, Bayer AG, Leverkusen, West-Germany) 以 1:1 的比例混合後，以肌肉注射的方式，施打混合溶液。待動物麻醉後，於手術部位，注射約 2 ml 之局部麻醉劑 (Lidocaine, 林化學製藥, 台南, 中華民國)。將每隻動物左側腓骨以牙科電鑽 (ROTEX 780, DENTAMERICA, CALIFORNIA, USA) 橫向鋸斷腓骨 3 mm。實驗組餵以補陽還五湯，對照組餵以等量之生理食鹽水，於第 7、14、21、35、49 天後動物犧牲，進行觀察與分析。

三、 中藥方劑之製備

本研究使用之方劑是委託科達藥廠代為製備，其中藥材基源：黃耆 120 公克、歸尾 6 公克、赤芍 4.5 公克、地龍 3 公克、川芎 3 公克、桃仁 3 公克、紅花 3 公克。

四、 顯微放射攝影學

動物犧牲後，取下左側脛腓骨，去除附著在骨上的軟組織後，置於顯微放射攝影底片上(Fuji, medical x-ray film, Tokyo, Japan)，放於置片夾後，在顯微放射攝影儀(Ohmic soft x-ray, KXO-5, Toshiba, Tokyo, Japan)內進行顯微放射攝影，設定的條件為 40 kVP, 20 mA，放射源至底片的距離為 70 公分，X 光照射時間為 0.05 秒。

五、 血液成份與血清生化測定

採用電腦自動血球計數儀(Cell-DYN 1400, USA)測定白血球、紅血球、血小板數量，血球比容積及平均血球血紅素濃度。取血清測定鈣、鎂、鉀、磷、氯離子、鹼性磷酸酶，丙氨酸轉氨酶、白蛋白、總膽紅素、尿素氮、T3、T4、TSH。

六、 骨痂中羧脯氨酸含量之測定

骨痂中羧脯氨酸含量之測定主要是參考周重建(1989)等人⁸、Gene (1992) 等人⁹、Graham (1992) 等人¹⁰的方法稍加修飾。

在各觀察點取下腓骨的骨痂，脫脂脫水後，把已知重量的骨痂樣品以 12N HCl 水解 10 小時，水解液用氫氧化鈉 (10 N NaOH) 中和，稀釋至適當濃度，做測定羧脯氨酸時用。用 1 ml 骨痂水解稀釋液放入 20 ml 試管內，分別與異丙醇、氯氨 T、過氯酸、對二甲基苯甲醛液反應，終止反應後以分光光度計 560 nm 比色，讀出光密度值 O.D.，用 2 ml 蒸餾水替代測定液作為空

白值，重複上述步驟，同時做三支已知濃度的羥脯氨酸標準液的顯色反應，按下列公式計算：

骨痂中的羥脯氨酸含量 (mg/g)

$$= \text{CHP} \cdot \text{ODS} \cdot \text{D} / \text{ODHP} \cdot \text{W}$$

CHP = 已知標準的羥脯氨酸量

ODHP = 已知標準羥脯氨酸顯色後的光密度讀數

ODS = 未知骨痂樣品顯色的光密度讀數

W = 骨痂樣品的乾重

D = 樣品稀釋液

七、 骨痂中鈣含量之測定

將水解後的骨痂溶液以 Beckman CX-7 自動分析測定鈣的濃度，再換算其骨痂中的鈣含量。

八、 實驗骨抗折荷重力量的測定

骨折後 35 天及 49 天取出骨折腓骨標本，切除附著於腓骨的肌肉、肌腱、韌帶、滑膜，保留骨折周圍的骨痂，並以腓骨骨折處為中心，取長度為 3 公分，以 LIBRO EB—12KH (SHIMADZU, Japan) 作抗折荷重力量的測定。

九、 統計分析

本研究以 SAS 軟體進行統計分析，統計方法採用 Unpaired Student's

t-test 統計，並分析比較實驗組與對照組間差異之顯著性，凡 p 值大於 0.05 以上時，則認定其差異在統計上無意義。

參、結果

一、體重的變化

各組動物在第 7、14、21、35、49 天實驗期間其體重的變化，統計學上並沒有顯著的差異(表一)。

二、實驗動物脛腓骨樣本外觀形態的觀察(圖一~五)

術後 7 天的實驗動物取下脛腓骨後觀察其外觀形態，發現實驗組中 8 隻動物的腓骨骨折斷端均有纖維化的血腫塊連接起來，並均可見到少量的骨痂形成；對照組中 8 隻動物的排骨骨折斷端有 4 隻有纖維化的血腫塊連接起來。術後第 14、21、35、49 天的實驗動物取下脛腓骨後觀察其外觀形態，發現實驗組與對照組動物的腓骨骨折斷端均有纖維化的血腫塊連接起來，而且均有骨痂形成，其中實驗組動物骨折斷端形成的骨痂體積明顯的多於對照組。

三、X-ray 觀察的結果(圖六)

術後第 7 天的實驗動物脛腓骨，實驗組的 x-ray 放射攝影影像經沖洗成黑白相片後，可見到骨折斷端有少量陰影，而對照組則無，顯示實驗組動物的骨折癒合速度較對照組為快。術後第 14、21、35、49 天的實驗動物脛腓骨，實驗組的 x-ray 放射攝影影像經沖洗成黑白相片後，可見到較多的骨痂形成，而且鈣化程度也較明顯。

四、血液的變化與血清的變化

表二、三分別為白血球、紅血球、血小板數量以及血球比容積、平均血球血紅素數值之比較。由表中可知手術後第 35 天，實驗組血液中紅血球數量比對照組高($p < 0.05$)；手術後第 49 天，實驗組血液中血小板數量比對照組高($p < 0.05$)。血液中白血球、血球比容積濃度、平均血球血紅素數值則無顯著差異。

表四、五分別為血清中鈣、鎂、鉀以及磷、氯離子濃度之比較。由表中可知手術後第 7、14、21、49 天，實驗組血清中鈣離子濃度比對照組高($p < 0.05$ 或 $p < 0.01$)；手術後第 35 天，實驗組血清中磷離子濃度比對照組高($p < 0.05$)。血清中鎂、鉀、氯離子濃度則無顯著差異。

表六、七分為血清中鹼性磷酸酶(ALK-P)、丙氨酸轉氨酶(SGPT)、白蛋白(Albumin)、總膽紅素(total Bilirubin)、尿素氮(BUN)濃度之比較。內服中藥方劑之實驗組，於術後第 7、14、21、35 天，其血清中鹼性磷酸酶濃度與未服中藥方劑之對照組比較均有較高的趨勢，且具有統計學上的差異。丙氨酸轉氨酶(SGPT)、白蛋白(Albumin)、總膽紅素(total Bilirubin)、尿素氮(BUN)濃度則無差別。此外，血清中甲狀腺素(T4)、三碘甲狀腺素(T3)、甲狀腺刺激素濃度也無顯著差異(表八)。

五、 骨痂中羥脯氨酸與鈣含量的變化

表九為骨痂中羧脯氨酸與鈣含量的變化之比較。內服中藥方劑之實驗組，於術後第 7、14、21 天，其骨痂中羧脯氨酸含量明顯高於對照組，具有統計學上的意義。術後第 7、14、21 天，實驗組骨痂中鈣含量比對照組大，具有統計學上的意義；第 35、49 天雖有增加的趨勢，但未達到統計學上顯著的差異($p > 0.05$)。

六、實驗骨抗折荷重力量的變化

內服中藥方劑之實驗組，於術後第 35、49 天，其實驗骨抗折荷重力量明顯高於對照組，具有統計學上的意義($p < 0.05$ ，表十)。

肆、討論

本實驗採用兔子左側腓骨作為骨折的實驗材料，因為腓骨附著在脛骨體上，位置容易辨認，而且腓骨不參與任何關節活動，所以在骨折後不會有明顯的骨位移，同時腓骨不支撐任何重量，如此一來可以單純研究其癒合的情形。

本研究過程中對於動物實驗前與實驗後體重的變化，發現並無顯著的差異，表示服用中藥方劑並不會造成動物體重的增加或減輕。在骨折斷端x-ray放射攝影影像的觀察中，服用中藥方劑的實驗組都已有較佳的癒合現象，而且骨折斷端之間有明顯連接的趨勢；而未服中藥方劑的對照組，並無明顯癒合的現象發生。由此項觀察似乎可以發現補陽還五湯對於骨折癒合有其一定的療效。

鈣、磷和鎂這三種機體的基本元素各有不同的功能。尤其是鈣離子，其作用多種多樣，當它結晶時，成為各種骨的結構成分，當在血中濃度達到飽和狀態時，可使血漿膜性成分受到興奮，使血漿中的酶活性改變和增加骨細胞外基質中的礦物質含量，當在細胞漿液中，可通過鈣離子濃度的極度降低，以使局部鈣離子水平迅速升高，引起細胞腔隙間的信息傳遞，

這一過程通過鈣與調鈣素(Calmodulin)或蛋白激酶C (Protein kinase C)這些與鈣具有高親和力的蛋白質間的相互作用來完成的。

磷是細胞內重要的陰離子，它的主要作用是形成細胞漿的緩衝液，通過三磷酸腺甘(ATP)上的高能磷酸鍵，作為能量載體，以及通過磷酸化和去磷酸化作為分子開關。

鎂是細胞漿內重要的陽離子，在許多化學反應中作為輔助因子(cofactor)，如形成Mg-ATP複合物或在DNA、RNA代謝的許多步驟中作為輔助因子，特別是影響糖分解周期的各個步驟，許多過程是拮抗鈣的作用，鎂也是鹼性磷酸酶、酸性磷酸酶和焦磷酸酶的激活劑。本研究中，鎂離子的變化並不明顯，故服中藥組對鎂的影響不大。

骨形成是一種有條不紊的過程，其中無機礦物質的沉積和有機的基質有關。礦物質的狀態由鈣和磷構成，因此，這兩種離子在血漿和細胞外液中的濃度會影響到礦物質狀態形成的速率。根據Meller等人(1984)研究；在骨折後二十四小時內，血清中鈣離子濃度會有顯著下降的趨勢¹¹，這是一種外傷後身體的立即反應。但是鈣離子濃度的恆定，主要受到副甲狀腺素(Parathormone, PTH)、抑鈣素(calcitonin, CT)和維生素D代謝物等的調節，所以在骨折初期，鈣離子濃度的降低，相對的磷離子濃度增加，最後在骨癒合後，兩者的濃度會逐漸回復成骨折前的平衡濃度。

本實驗發現，實驗組動物血清中鈣離子的濃度在實驗的觀察期間都比對照組血清中的鈣離子濃度高，顯示補陽還五湯有利於骨折部位鈣鹽的沉積與骨的礦化¹²，對加速骨折癒合提供有利的環境。

在人體發生骨折、骨病時所產生的一系列生理、生化反應和骨組織結構的相應變化中，引人注目的有骨膠原和骨鹽的轉換。許多文獻都肯定了羥脯氨酸(Hydroxyproline)和鹼性磷酸酶(ALK-P)¹²作為反映骨轉換指標的作用。血清中鹼性磷酸酶(ALK-P)主要來源於骨、肝和胎盤，由膽道排泄，ALK-P常被用來當作一個造骨細胞功能的指標¹³，當造骨細胞活性增強時，血中骨源性ALK-P含量增加，同時也與鈣化有關，ALK-P不僅對分泌基質有重要作用，而且能溶解磷酸鹽酯和焦磷酸鹽產生游離的 PO_4^{-2} ，在鹼性條件下，ALK-P活性將大大增強，使磷酸鹽濃度增加，產生鈣磷酸鹽沉澱，從而有利於基質的鈣化與骨痂的形成。

本實驗中結果顯示，服用補陽還五湯的實驗動物，其血清中鹼性磷酸酶的濃度明顯高於對照組，尤其在第7及第14天有極顯著的差異，而周正新⁵⁵消瘀接骨散的研究中，在第三週其血清中鹼性磷酸酶的濃度達到極顯著的差異，其結果也發現服中藥組的家兔骨折癒合的情形較佳。馬克昌等人(1995)以益氣活血湯評估骨折癒合之結果，證明益氣活血湯促進骨性鹼性磷酸酶之生成¹⁴。Hosking (1978)的臨床檢測表明：正常人骨折初期血清

ALK-P沒有變化，到第7-9天後開始上升，一個月內達到峰值¹⁵；Meller (1984) 等人的實驗也表明：血清ALK-P在骨折修復期升高¹¹；因此，ALK-P在造骨細胞的骨生成礦物化過程中，扮演一個極重要的角色。至於補陽還五湯造成骨折動物血清中鹼性磷酸酶濃度增高的機轉，則有待進一步的探討。

膠原蛋白是骨折癒合之物質基礎⁵，正常骨的有機基質90 %以上是膠原蛋白，羥脯氨酸(Hydroxyproline)約佔膠原蛋白所有氨基酸的13.4 %，它在非膠原蛋白質中含量很低，甚至缺乏，因此，羥脯氨酸常做為膠原蛋白含量之指標¹⁶；周重建⁸也發現，當骨痂中羥脯氨酸含量增加，可加速骨折的癒合。鈣是骨骼之結構成份，因此，鈣之堆積也是骨折癒合的特徵之一⁵。本實驗結果顯示在第十四天骨痂中羥脯氨酸的含量達高峰，與曲克服等人(1982)¹⁶的結果相符，這可能與骨折處被破壞的膠原之移除與骨痂的改造重塑有關^{16,17}。此外，服用補陽還五湯的實驗動物，其骨痂中羥脯氨酸含量也明顯高於對照組。在骨痂鈣含量方面，本實驗結果顯示補陽還五湯在骨折癒合早期能促進骨痂鈣質堆積；其他活血化癥之中藥也有相似之療效^{5,18}。由此推測本方劑使得骨折斷端膠原的生成增加，對骨折癒合提供良好的基礎。

中藥方劑的長期連續服用，其毒性有必要進一步探討，對於肝功能與腎功能的影響情形，在本研究中，實驗組動物連續服用補陽還五湯49天，

而在血液中的丙氨酸轉氨酶(SGPT)、白蛋白(Albumin)、總膽紅素(totalBilirubin)、尿素氮(BUN)的測定結果，與未服中藥的動物並無明顯差異($p>0.05$)，所以本方劑長期服用對肝、腎無影響。

根據林燕萍等¹⁹之研究，骨折後一週家兔腦下垂體甲狀腺刺激素(TSH)的濃度略有升高，術後二週則大幅下降，而後至術後五週逐漸恢復，在本研究中嘗試探討補陽還五湯對實驗動物甲狀腺刺激素的影響，結果發現兩組的差異並不顯著($p>0.05$)，所以無法提供有利的幫助。

本項研究中使用補陽還五湯，對於治療骨折實是一項大膽的嘗試，本方在以往的研究中，大多針對心血管方面，像張惠玲等²⁰降血脂作用之研究，對於正常或誘導高血脂的大白鼠，皆能有意義的降低其血中總膽固醇及三酸甘油脂的含量；對於神經修復方面，石印玉等²¹用本方研究對大白鼠鉗傷坐骨神經後的影響，結果發現本方有促進坐骨神經軸漿運輸的作用，對周圍神經損傷的再生修復有治療作用^{22,23}。另外尚有一些實驗研究²⁴發現本方可改善血液循環，改善血液流變性，抗炎免疫的作用。在補陽還五湯的組成方面，黃耆、川芎能提高巨噬細胞吞噬能力，加速骨折斷端壞死組織之吸收，增強成骨細胞活力，促進斷端膠原蛋白含量^{8,25}。當歸、川芎與壯骨素合併使用能增加骨痂密度並增加成骨、破骨細胞之活力²⁶。

伍、結論與建議

本研究中發現，服用補陽還五湯的動物，可增加血清鈣離子與鹼性磷酸酶濃度，使骨痂中羥脯氨酸及鈣含量增加，並提高骨折癒合過程中的抗折荷重力量，從以上各項結果可知補陽還五湯可促進骨折癒合。

陸、參考文獻

1. 陳全木：骨折及四肢外傷，臨床醫學，36(2)：120-122，1995。
2. 林子順，王和鳴：林如高正骨經驗薈萃，北京：人民衛生出版社，1990；
144-149。
3. 郭藹春：黃帝內經素問校注，北京：人民衛生出版社，1992；1126。
4. 清·顧世澄：傷醫大全，北京：人民衛生出版社，1992；1355。
5. 李中偉，曲克服：中藥促進骨折癒合的研究進展，國內外中醫藥科技進展，上海：科學技術文獻出版社，1995；127-132。
6. 沈敦道，陸海善，葉海等：陸銀華治傷經驗，北京：人民衛生出版社，
1984；74-80。
7. 清·王清任：醫林改錯，台北：力行書局，1982；49。
8. 周重建，王緒輝，朱顯華，閔熙敬，施杞：益氣化淤劑在骨折癒合過程
中的生化和病理觀察，中國中醫骨傷科雜誌，5(3)：7-10，1989。
9. Nathans GR, Gere DR. Rapid robust separation of hydroxyproline and proline
[published erratum appears in Anal Biochem 1992 Aug 1;204(2):414].
Analytical Biochemistry. 1992, 202:262-267.
10. Green GD, Reagan K. Determination of hydroxyproline by high pressure
liquid chromatography. Analytical Biochemistry. 1992, 201:265-269.

11. Meller Y, Kestenbaum RS, Mozes M, Mozes G, Yagil R, Shany S. Mineral and endocrine metabolism during fracture healing in dogs. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 1984, (187):289-295.
12. 周正新，丁鏢，李保泉：消瘀接骨散對骨折癒合相關血生化指標的影響，*中國中醫骨傷科雜誌*，11(1)：19-21，1998。
13. KS. Leung：成骨活躍指標—骨特异性鹼性磷酸酶，*中醫正骨*，5(4)：16，1993。
14. 馬克昌，劉鮮茹，許保軍，劉方智，馬青雯：益氣活血湯對實驗性骨折癒合的影響，*中醫正骨*，8(6)：3，1996。
15. Hosking DJ. Changes in serum alkaline phosphatase after femoral fractures. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume*. 1978, 60:61-65.
16. 曲克服，王智興，徐敏新，張風華，胡大佑，蔡亞：理氣活血劑在骨折癒合過程中的生化和生物力學觀察，*上海中醫藥雜誌*，1：42-44，1982。
17. 劉獻祥，許書亮，王和鳴，郭文貴，劉如玉：麥飯石在骨折癒合中對膠原和鈣含量的影響，*中國骨傷*，6(2)：3-7，1990。
18. 羅佩強：土鱉蟲促進骨折癒合的實驗研究，*中國骨傷*，5(6)：6，1992。
19. 林燕萍，王和鳴，周瑞祥：實驗性骨折癒合過程中垂體甲狀腺軸變化的免疫細胞化學研究，*中國中醫骨傷科*，2(5)：7-9，1989。

20. 張惠玲，吳介信，鍾景光，林文川，陳光偉，林昭庚：補陽還五湯降血脂作用，中醫藥雜誌，9(1)：53-60，1998。
21. 石關桐，石印玉：補陽還五湯對鉗傷大鼠坐骨神經軸漿運輸的影響，中國骨傷，9(1)：3-4，1996。
22. 趙翠萍：加味補陽還五湯對周圍神經再生的形態學研究，中醫正骨，5(2)：6-7，1993。
23. 洪國章：補陽還五湯治療腓總神經麻痺，浙江中醫雜誌，24(2)：68-69，1989。
24. 王臨江，王佩芳：補陽還五湯的臨床及實驗研究進展，上海中醫藥雜誌，3：39-42，1995。
25. 何銳，陳宜玲，蘇健，朱孝金，符耀日，汪麗萱，余曼力：幾種中藥促進骨折癒合的初步實驗研究，湖南醫藥，6：56，1984。
26. 夏志道，房世源，常超英，王來鴻，蔣位庄，魏兌民，吳非：壯骨素促進骨折癒合的實驗研究，中國骨傷，7(1)：7-9，1994。

表一：實驗期間動物體重變化之比較

觀察項目	實驗組	對照組
實驗前體重(kg)		
7 天	2.72±0.13	2.63±0.21
14 天	2.67±0.09	2.57±0.12
21 天	2.56±0.05	2.73±0.16
35 天	2.87±0.25	2.93±0.31
49 天	2.71±0.20	2.85±0.18
實驗後體重(kg)		
7 天	2.77±0.15	2.69±0.19
14 天	2.73±0.14	2.60±0.10
21 天	2.63±0.17	2.85±0.21
35 天	2.93±0.09	2.98±0.13
49 天	2.92±0.24	3.00±0.29

n=8

平均值±標準差

表二：白血球、紅血球、血小板數量變化之比較

觀察項目	實驗組	對照組
白血球($10^3/\mu\text{L}$)		
7 天	12.72 \pm 1.38	11.52 \pm 2.42
14 天	9.03 \pm 4.53	12.45 \pm 2.17
21 天	10.75 \pm 7.18	11.76 \pm 3.62
35 天	11.50 \pm 2.21	10.66 \pm 9.52
49 天	12.92 \pm 5.65	11.82 \pm 3.87
紅血球(n/cvumm)		
7 天	5.35 \pm 0.62	5.65 \pm 0.31
14 天	5.42 \pm 0.85	5.37 \pm 0.81
21 天	4.97 \pm 1.12	5.43 \pm 0.95
35 天	5.76 \pm 0.37	4.62 \pm 0.25 *
49 天	5.23 \pm 0.48	5.34 \pm 0.20
血小板 (萬/mm)		
7 天	53.83 \pm 10.21	44.32 \pm 17.26
14 天	44.74 \pm 12.15	51.02 \pm 9.48
21 天	48.57 \pm 15.34	47.23 \pm 17.43
35 天	56.50 \pm 8.97	54.42 \pm 13.67
49 天	71.69 \pm 9.50	56.06 \pm 8.04 *

n=8

平均值 \pm 標準差

表三：血球比容積、平均血球血紅素數值變化之比較

觀察項目	實驗組	對照組
血球比容積(%)		
7 天	32.26±2.53	33.58±5.75
14 天	34.63±3.86	36.30±4.86
21 天	31.41±1.13	34.75±1.64
35 天	33.24±3.47	32.33±5.24
49 天	32.76±4.37	33.21±3.33
平均血球血紅素濃度(%)		
7 天	33.75±3.53	33.34±2.37
14 天	33.63±2.58	35.66±1.62
21 天	33.92±3.34	33.27±3.50
35 天	33.42±1.63	35.82±2.34
49 天	33.30±1.42	33.38±2.55

n=8

平均值±標準差

表四：鈣、鎂、鉀離子濃度之比較

觀察項目	實驗組	對照組
鈣離子(meq/L)		
7 天	15.31±0.43	12.52±1.23 *
14 天	14.40±0.54	12.98±0.82 *
21 天	15.06±0.44	13.57±0.38 **
35 天	13.29±1.37	12.64±0.78
49 天	13.53±0.73	11.81±0.80 **
鎂離子(mg/dL)		
7 天	2.25±0.54	1.87±0.44
14 天	2.46±0.34	1.87±0.38
21 天	1.75±0.43	2.31±0.39
35 天	2.73±0.13	1.79±0.24
49 天	2.04±0.32	2.34±0.05
鉀離子(meq/L)		
7 天	4.04±0.45	4.55±0.42
14 天	4.86±0.65	4.31±0.79
21 天	4.32±0.77	4.12±0.37
35 天	4.46±1.07	4.07±0.55
49 天	4.48±0.38	4.53±0.24

n=8

平均值±標準差

*p<0.05, **p<0.01

表五：磷、氯離子濃度之比較

觀察項目	實驗組	對照組
磷離子(mg/dL)		
7 天	5.69±1.57	5.72±0.83
14 天	4.45±1.12	5.62±1.34
21 天	5.43±0.89	5.42±1.50
35 天	5.24±0.32	4.54±0.43 *
49 天	5.63±0.72	5.32±0.94
氯離子(meq/L)		
7 天	101.43±1.54	101.75±2.42
14 天	101.75±2.57	99.68±3.59
21 天	102.54±2.62	102.27±2.75
35 天	103.57±1.33	103.03±2.30
49 天	99.37±2.58	100.94±1.83

n=8

平均值±標準差

*p<0.05

表六：血清中鹼性磷酸酶、丙氨酸轉氨酶、白蛋白濃度之比較

觀察項目	實驗組	對照組
鹼性磷酸酶(IU/L)		
7 天	83.54±15.65	46.86±14.03 **
14 天	101.23±13.24	68.35±15.75 **
21 天	89.65±12.93	73.52±14.85 *
35 天	62.75± 4.52	38.37±16.35 *
49 天	53.46± 4.35	54.20± 5.41
丙氨酸轉氨酶(IU/L)		
7 天	57.56±25.35	46.86± 9.63
14 天	71.86±25.93	68.42±15.86
21 天	53.45±12.37	53.28±17.78
35 天	43.86±11.29	42.86±12.12
49 天	56.38± 9.48	58.64±18.02
白蛋白(mg/dL)		
7 天	4.53±0.42	4.45±0.16
14 天	2.42±0.52	2.16±0.24
21 天	4.58±0.43	4.46±0.60
35 天	4.39±0.23	4.67±0.35
49 天	4.61±0.55	4.43±0.38

n=8

平均值±標準差

表七：總膽紅素、尿素氮濃度之比較

觀察項目	實驗組	對照組
總膽紅素(%)		
7 天	0.46±0.10	0.45±0.08
14 天	0.51±0.05	0.57±0.12
21 天	0.47±0.03	0.51±0.04
35 天	0.53±0.08	0.52±0.08
49 天	0.49±0.05	0.48±0.06
尿素氮(mg/dL)		
7 天	15.36±5.53	15.53±4.08
14 天	16.56±6.61	18.67±3.33
21 天	15.07±4.75	17.32±3.46
35 天	17.34±2.36	16.76±4.96
49 天	18.86±4.40	15.20±6.53

n=8

平均值±標準差

表八：血清中甲狀腺素、三碘甲狀腺素、甲狀腺刺激素濃度之比較

觀察項目	實驗組	對照組
甲狀腺素($\mu\text{g/dL}$)		
7 天	3.32 ± 2.20	4.64 ± 2.52
14 天	3.68 ± 1.30	3.37 ± 1.01
21 天	3.50 ± 0.57	3.24 ± 1.84
35 天	3.64 ± 1.63	3.55 ± 1.75
49 天	3.15 ± 2.24	2.83 ± 0.92
三碘甲狀腺素(ng/dL)		
7 天	60.53 ± 16.40	66.41 ± 10.56
14 天	75.10 ± 12.63	83.49 ± 14.53
21 天	73.48 ± 8.92	74.78 ± 14.67
35 天	67.32 ± 9.51	66.92 ± 5.62
49 天	65.78 ± 11.39	67.38 ± 12.31
甲狀腺刺激素($\mu\text{v/ml}$)		
7 天	0.32 ± 0.12	0.35 ± 0.08
14 天	0.35 ± 0.10	0.33 ± 0.07
21 天	0.43 ± 0.06	0.39 ± 0.12
35 天	0.36 ± 0.08	0.41 ± 0.15
49 天	0.39 ± 0.08	0.41 ± 0.08

n=8

平均值 \pm 標準差

表九：骨痂中羧脯氨酸與鈣含量變化之比較

觀察項目	實驗組	對照組
羧脯氨酸(mg/g)		
7 天	27.03±1.74	22.82±1.13 **
14 天	37.28±4.57	30.21±1.69 *
21 天	30.67±3.02	25.69±1.12 **
鈣含量(mg/g)		
7 天	210.10±25.35	134.60±32.75 **
14 天	240.35±18.36	189.47±38.80 *
21 天	250.41±40.40	189.43±39.56 *
35 天	254.32±55.98	238.43±32.69
49 天	255.74±11.02	244.52±18.27

n=8

平均值±標準差

*p<0.05, **p<0.01

表十：實驗骨抗折荷重力量的變化

觀察項目	實驗組	對照組
荷重力量(kg)		
35 天	6.30±1.08	4.69±0.65 *
49 天	6.58±1.36	4.73±1.02 *

n=8

平均值±標準差

*p<0.05



圖一：術後第 7 天動物脛腓骨之外觀形態(L 為對照組，R 為實驗組)



圖二：術後第 14 天動物脛腓骨之外觀形態(L 為對照組，R 為實驗組)



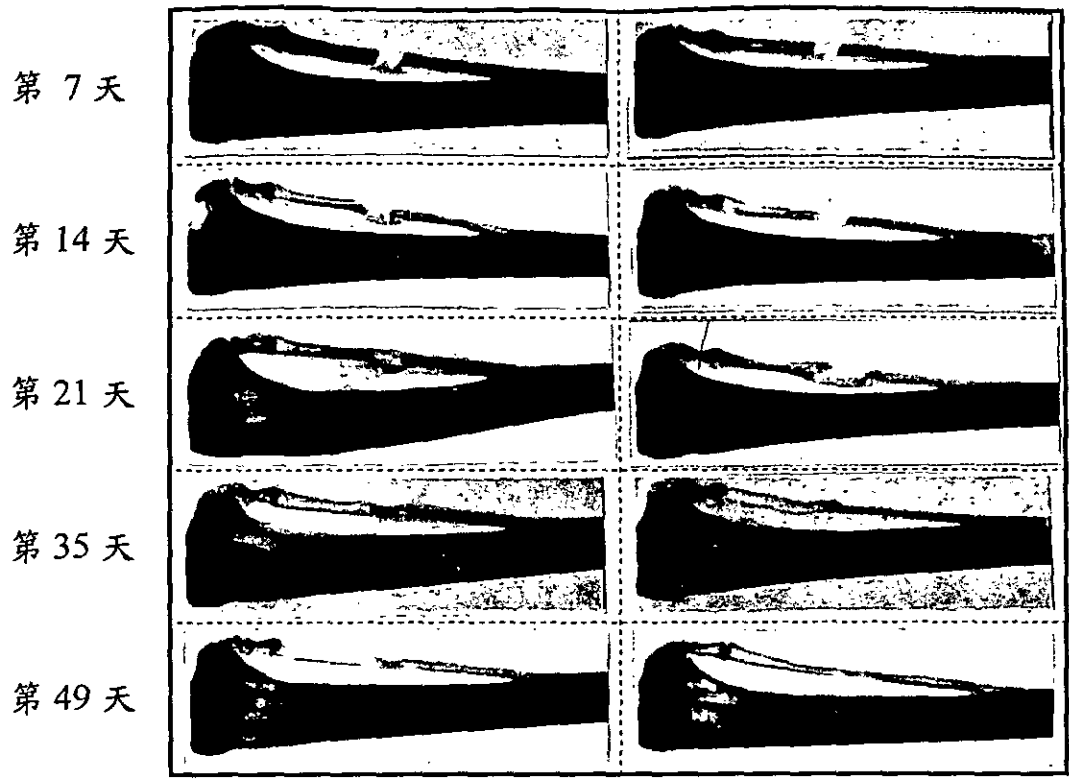
圖三：術後第 21 天動物脛腓骨之外觀形態(L 為對照組，R 為實驗組)



圖四：術後第 35 天動物脛腓骨之外觀形態(L 為對照組，R 為實驗組)



圖五：術後第 49 天動物脛腓骨之外觀形態(L 為對照組，R 為實驗組)



實驗組

對照組

圖六：術後動物脛腓骨之 x-ray 放射攝影影像