

# 2021 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 090016

參展科別 醫學與健康科學

作品名稱 高壓氧對動物的傷口癒合

就讀學校 雲林縣私立揚子高級中學

指導教師 陳尚民、王妍絜

作者姓名 蘇柏翰、蘇唯瑜、蘇柏勳

關鍵詞 高壓氧、癥痕組織

## 作者簡介



我是蘇柏翰，今年 16 歲，住在雲林縣虎尾鎮，目前就讀私立揚子高級中學，在所學的科目中對生物很有興趣，我的爸爸是個獸醫，常常會跟在爸爸的身邊幫忙學習照顧受傷的動物們，從小看著他醫治貓狗，對於貓狗有一些基本的認識，跟在爸爸身旁學習，對於獸醫的醫療方法也有一些些研究，也覺得做獸醫不只需要專業，也需要愛心。



我是蘇唯瑜，今年高一，我生長在雲林縣，一個以農業為主的縣市，在校成績處於中上，對生物方面有特殊興趣，因為家裡大人有從事獸醫的工作，時常看到大人醫治動物的畫面，故對相關方面產生濃厚興趣，對於生物相關課程都很喜歡，對於這次高壓氧對動物傷口癒合的科展研究，在過程中看著動物的傷口漸漸癒合，感到相當有成就感，促使我更想專研醫科。



我是蘇柏勳，今年15歲，就讀揚子高級中學國三乙班，從小看到爸爸愛心照顧動物，下定決心長大也要接爸爸的獸醫職業，小時候就很喜歡跟狗貓接觸，所以對與狗貓從小就有一些基本認識，對與狗貓醫療也有做了一些研究，現在看到路上一堆流浪狗貓都沒飯吃很可憐，還有看到被車撞死的，心裡很不捨，所以長大要好好地跟爸爸一樣有愛心幫助狗貓。

## 摘要

本研究探討高壓氧治療對動物傷口的進程時間與皮膚創口的癒合品質。使用自行開發之動物高壓氧艙(1.4~3ATA)，幫助流浪動物結紮傷口快速癒合，並救助傷口嚴重潰爛，瀕死的流浪動物。本研究選 30 隻體態相近之流浪貓，進行節育手術後隨機抽取 15 隻貓作為試驗組，其餘 15 隻貓作為對照組。試驗組在常規治療的基礎上，每天再採用 1 個小時的高壓氧治療，對照組僅採用常規治療，持續觀察兩組試驗動物的傷口癒合進程，其結果顯示試驗組無論是傷口癒合速度或癍痕組織的平整度皆優於對照組，瀕死動物救治實驗，成功救活無法手術的流浪動物。

## Abstract

**This study explored the progress of hyperbaric oxygen therapy on animal wounds and the healing quality of skin wounds. Use self-developed animal hyperbaric oxygen chamber (1.4~3ATA) to help stray animals heal quickly from ligation wounds, and to rescue stray animals that have severely ulcerated and dying wounds.**

**In this study, 30 stray cats of similar body size were selected, and 15 cats were randomly selected as the experimental group after birth control surgery, and the remaining 15 cats were as the control group. On the basis of conventional treatment, the experimental group was treated with hyperbaric oxygen chamber for 1 hour a day. The control group only received conventional treatment. The wound healing process of the two experimental groups was continuously observed.**

**The results showed that the experimental group was either wound healing speed or scar flatness of the tissues is better than that of the control group. The dying animal rescue experiment successfully rescued the stray animals that could not be operated.**

## 壹、研究動機

本人家中父親從事獸醫職業，從小耳濡目染對動物醫療產生濃厚興趣，且父親為流浪動物愛護協會的會員，父親對流浪動物以結紮代替撲殺，且對受虐動物造成嚴重傷口作最佳治療，某天送來一隻全身高度燙傷的流浪狗，因傷口嚴重潰爛，虛弱的身體已無法開刀治療，只能眼睜睜看著牠死去，心痛之餘找尋文獻，發現高壓氧對人類潰爛的傷口療效顯著，動物卻沒有使用高壓氧的文獻，跟父親討論過後決定嘗試自行開發動物高壓氧艙，幫助動物傷口快速癒合，增加存活率。

## 貳、研究目的

本發明目的為以下五點：

- 一、開發動物用高壓氧艙，加速術後動物傷口癒合度。
- 二、以流浪動物結紮傷口作實驗，研究最佳高壓氧濃度與治療時間。
- 三、以傷口嚴重潰爛無法手術的瀕死動物為實驗，研究高壓氧是否能治癒。
- 四、實驗探討高壓氧對疤痕組織的傷口撫平效果，減少疤痕面積。
- 五、將不良於行的動物，透過高壓氧治療，研究其成果。

## 參、研究設備及器材

表 1. 研究設備及其用途

儀器	廠牌	用途
倒立式螢光顯微鏡	Olympus	實驗觀察
電泳膠片影像分析系統	UVP	基因分析
高速離心機	Hitachi	實驗分析
垂直式無塵無菌操作台	造鑫	實驗殺菌
超純水製造機	Millipore	實驗調配
四位數精密天平	Strtorius	精密調配
液態氮桶	Custom Biogenic Systems	冷卻
搖擺震盪器	GenePure	實驗分析
Pipet	Rainin	實驗滴定

# 肆、研究過程與方法

## 一、研究流程

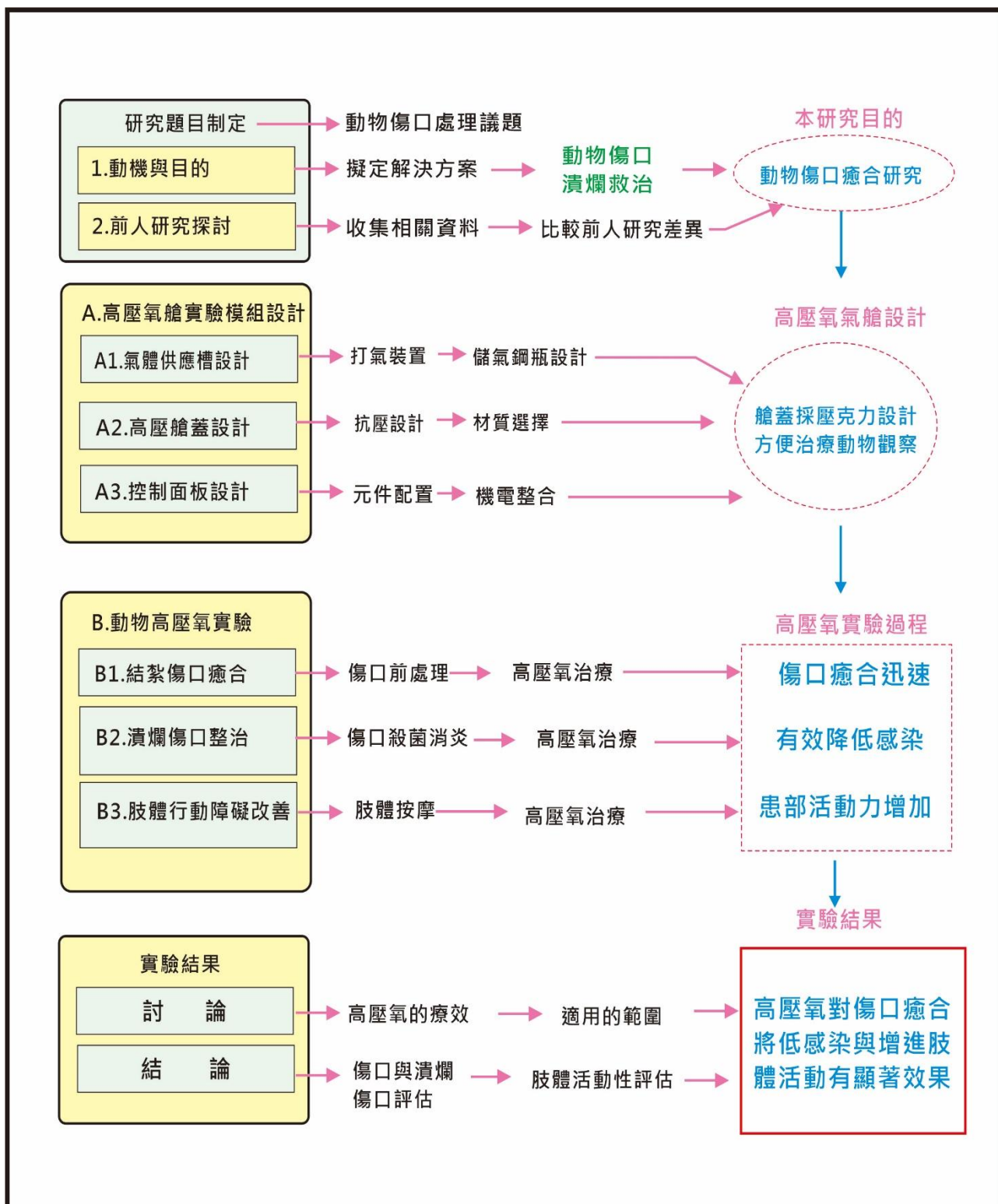


圖1.研究流程圖

## 二、文獻蒐集

高壓氧用於動物傷口救治文獻極少，大都用人類與醫美方面，以下為本研究蒐集之文獻，作為高壓氧製造機的依據：

**劉子藩, 易治(1990)**：嘗試使用氧化劑以生成活性氧而營造出在氧化的環境來培養 Detroit 551 細胞，探討其彈力蛋白、一型原纖維蛋白與四型微纖維相關蛋白的表現。由結果顯示：過氧化氫對於 Detroit 551 細胞中的一型原纖維蛋白之 mRNA 有抑制作用卻促進四型微纖維相關蛋白之 mRNA，皆抑制傷口癒合能力；亞硝酸鈉對於 Detroit 551 細胞中的一型原纖維蛋白四型微纖維相關蛋白之 mRNA 皆沒有顯示明顯的促進。或抑制，但其傷口癒合能力則降低，顯示出結構蛋白的受損而變異。

**遊全程(2001)**：高壓氧治療可以藉由提高體內  $\beta$ -腦內啡的表現，進而活化嗎啡  $\mu$  型受體而達到降低血糖的作用。接著，結果發現，在前處理 NMDA 接受體拮抗劑 MK801 或菸鹼受體拮抗劑 hexmethonium 後，可以抑制高壓氧治療所產生的降血糖作用及  $\beta$ -腦內啡增加的現象。

**潘福瓊, 楊玉龍(2006)**：壓氧氣處理後，高壓氧氣組細胞被抑制並有自噬相關蛋白表現，而且在實驗組比起控制組細胞出現核內 DNA 洩漏之現象。因此，我們推測在高壓氧治療，改變缺氧的微環境之下，會誘導細胞產生染色質自噬現象，並限制腫瘤生長。

**陳麗紅, 楊啟菁, 劉洪波(2010)**：高壓氧的治療是應用波以耳定律 (Boyle's law)、道爾吞定律 (Dalton's law) 和亨利定律 (Henry's law) 等氣體定律的結果。利用增加的壓力來治療前水所造成的減壓症是一個例子。當人體吸入高壓氧氣時，會使得紅血球攜氧量減少，而血漿的攜氧量則大幅增加。血漿高濃度的氧合作用會使血管收縮，因此而能夠控制受傷肢體的腔壓及防止移植組織所造成的組織間隙水腫。此原理可治療腔室症候群壓挫傷、急性燙傷、腦水腫等等。

**何宜儒(2018)**：藉由連續測得反應性 c 蛋白來評估使用常規治療結合高壓氧輔助治療之下的效果，以及同時調查於就診當下及住院期間的血液學檢查數值中關於預後因子的評估。結果顯示於存活患犬中，Spec cPL 及 CRP 濃度在治療後比治療前皆具有顯著降低的差異，於高壓氧治療組別中連續測得之 CRP 數值顯示穩定下降的趨勢，並且在短期存活分析的圖表部分，高壓氧組是優於控制組。



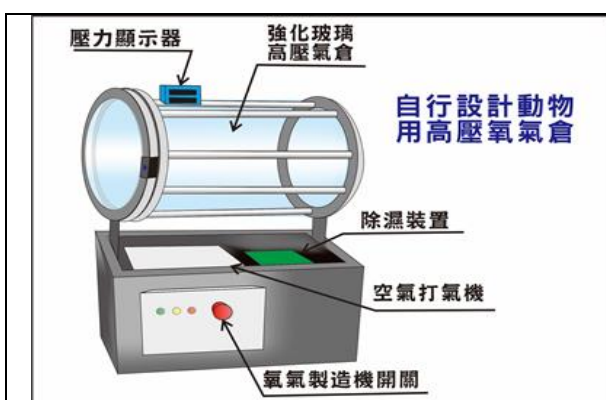
### 三、實驗過程與方法

選擇 30 隻體態相近之健康貓，進行節育手術後隨機抽取 15 隻貓作為試驗組，其餘 15 隻貓作為對照組。

試驗組在常規治療的基礎上，每天再採用 1 個小時的高壓氧治療，對照組僅採用常規治療，持續觀察兩組試驗動物的傷口癒合進程，從而觀察高壓氧對貓傷口癒合的影響。

#### A. 高壓氧艙實驗模組設計

受試動物在高壓氧艙裡，於 1.4-3 倍大氣壓下其含氧量能運輸至末梢甚至更深層微血管達不到的組織中，使細胞充滿氧氣提高運作功能。高濃度的溶氧量增進細胞自我修復能力，促進神經修復血管新生消除炎症等。高壓氧治療還可減輕傷口疼痛，強化白血球細胞的殺菌功能，另外，高壓氧治療對嚴重的厭氧菌感染、燒燙傷、貧血，一氧化碳中毒、難以癒合的問題傷口、骨折、骨髓炎等都具有顯著療效。



圖(一)高壓氧製造機設計圖



圖(二)高壓氧操作過程



圖(三)流浪貓高壓氧治療過程



圖(四)完成治療後帶出高壓氧過程

本自製模組有幾下特點依序如下所示：

- (1) 高壓氧艙：使用透明圓筒體外部構造材料，艙體、艙門、自動洩壓閥、管道進氣閥。
- (2) 氧氣供給裝置：氧氣製造機、空氣打氣機、控制鍵、氧氣濃度表、壓力表、濕度表、溫度表。
- (3) 空氣除濕裝置：濕度感測器，製冷晶片除濕。

## B.高壓氧節育手術實驗

本研究之實驗場地為動物醫院，主要以自行開發之動物用高壓氧艙為實驗設備，實驗工具包括動物用電剪、注射器、手術刀、手術剪、手術鑷、止血鉗、持針鉗、縫合針線、紗布。配合生理食鹽水、5%優碘棉球、75%酒精棉球。

試驗動物選擇 0.6 歲到 5 歲之間，體重 2 到 5 公斤，流浪健康母貓 6 隻，每隻動物醫院節育手術後，並使用皮釘使創口吻合。每隻貓術後護理均使用生理食鹽水清理藥水消毒。隨機平均分為兩組，試驗組進行常規護理與高壓氧治療，對照組僅使用常規護理。

### 一、治療方法

#### (一) 常規護理

每日以生理鹽水沾濕無菌紗布小心清理試驗動物傷口的炎性分泌物，使用優碘棉球消毒。

#### (二) 高壓氧療法

將試驗組貓放入高壓氧艙，關好艙門，旋緊手動泄壓閥，打開供氧機同時打開增壓機，並觀察壓力錶直至高壓氧艙內的壓力至 1.4 大氣壓，艙內氧氣濃度為 60%左右，開始計時，40min 後開始手動泄壓，泄壓速度維持在 5Kpa/3min 左右，約 20min 泄完艙內壓力，將試驗動物取出。以上操作試驗組貓每日進行一次，直至兩組貓傷口完全癒合。

## 二、創傷癒合的觀察與評價

### (一) 評判傷口的癒合情況

觀察傷口的癒合時間、癒合情況、癒合品質、進行傷口等級的判定並進行拍照紀錄。癒合時間的評價標準為從傷口至創口無炎性分泌物滲出與創口粘連，可進行拆除皮釘取一個時間，和拆除皮釘後持續觀察創口直至疤痕組織完全癒合所需時間。癒合情況為觀察術後創口癒合的進程，並加以記錄。癒合品質為觀察創口完全癒合後是否留下疤痕組織，並且對每個創口進行評價。

### (二) 創傷癒合指標

創傷癒合分為一期癒合、二期癒合、三期癒合以及痂皮下癒合。

#### 1. 一期癒合：

創傷一期癒合是一種較為理想的癒合方式。其特點為創緣及創壁整齊，創口吻合，無肉眼可見的組織間隙，臨床上炎症反應較輕微。創內無異物、壞死灶及血腫，組織仍有活性，失活組織較少，沒有感染。無菌手術創絕大多數可達一期癒合。創後經過 24~48 h，創內有結締組織細胞及毛細血管內皮細胞分裂增值，以新生肉芽組織將創緣連接起來，同時創緣上皮細胞增生，逐漸覆蓋創口。新生的肉芽組織逐漸變為纖維性結締組織，約需時 6 至 7 天，且僅留下線狀疤痕，甚至不留疤痕。

#### 2. 二期癒合：

特徵為傷口增生大量肉芽組織充填創腔，然後形成疤痕組織被覆上皮組織而治癒。一般傷口大、伴有組織缺損，創緣及創壁不齊，或傷口有感染。

#### 3. 三期癒合：

感染創口於以敞開和引流後，帶感染控制和肉芽組織健康時再進行延期縫合。此創傷癒合後疤痕組織較多，但比二期癒合時間短，功能也較好，達到近似一期癒合的效果。

#### 4.痂皮下癒合：

特徵為表皮損傷，傷面淺在並有少量出血，以後血液或滲出液逐漸乾燥而結成痂皮，覆蓋在創傷的表面，具有保護作用，痂皮下損傷的邊緣再生表皮而治癒。

若傷口感染，于痂皮下化膿則取二期癒合。

#### (三) 皮膚癒合後美觀程度

美觀程度主要以皮膚切口癒合後是否有疤痕為依據。採用顏色、質地和厚度、硬度等指標描述疤痕組織的病理特點，目測切口疤痕狀況。細分為四項等級：“優”切口無明顯疤痕；“良”切口可見輕微疤痕；“差”疤痕很明顯；“劣”有明顯疤痕，且呈蜈蚣樣疤痕。

### 三、結 果

#### (一) 試驗組

A 組進行高壓氧治療完畢，出艙後觀察傷口發現創口邊緣表皮均發紅，病理觀察創口下有少許炎性分泌物，創面下肉芽組織生長活躍，經過持續高壓氧治療 4 天後創口表面結痂並且進行拆除皮釘，拆除皮釘後可見明顯肉芽組織，待肉芽組織完全轉變為斑痕組織約耗時 7.7 日，最後可發現創口幾乎無留下疤痕。

#### (二) 對照組

B 組對照組每天進行常規護理，觀察傷口發現有較多的炎性分泌物，局部水腫，疼痛感較試驗組強烈，創面下肉芽組織生長較低弱，未見表皮生長，平均經過常規護理直至第 7.3 日進行拆除皮釘，拆除皮釘後可見明顯肉芽組織，待肉芽組織完全轉變為斑痕組織約耗時 9.7 日。

#### (三) 評價傷口的指標

如表 1 所示 A 組(高壓氧治療組)拆除皮釘的平均時間 4 日約比 B 組(空白對照組)平均時間 7.3 日快上 3.3 日。

如表 1 所示 A 組(高壓氧治療組)癒合的平均時間為 7.7 日，比 B 組(空白對照組)的平均時間 9.7 日快上 2 日。如表 1 所示 A 組(高壓氧治療組)創口美觀程度均優於 B 組(空白對照組)所有試驗貓創口癒合指標都達到二期癒合以上。

表 1 評價傷口的指標

組別	拆皮釘時間 (日)	癒合時間(日)	創口美觀程度
A 組 1 號	4 日	8 日	優
A 組 2 號	4 日	7 日	優
A 組 3 號	4 日	8 日	優
B 組 1 號	7 日	9 日	劣
B 組 2 號	8 日	10 日	差
B 組 3 號	7 日	10 日	良

#### (四) 癒合情況

A 組 1 號貓(見圖 5)1 號貓在第三天的時候創口基本已經癒合，由於剛做完高壓氧治療導致傷口皮膚偏紅，第四天進行拆皮釘，過程中疼痛反應輕微，皮釘拆除後，每天繼續進行高壓氧治療，直至第八天後肉芽組織轉變為少量斑痕組織，痊癒後未留下疤痕。

A 組 2 號貓(見圖 6)2 號貓在第三天的時候傷口基本已經癒合，第三天時創口基本已經收斂，輕觸創口並未有疼痛感,第四天進行拆除皮釘，過程中疼痛反應輕微，皮釘拆除後，每天持續進行高壓氧治療，至第七天後肉芽組織轉變為少量斑痕組織，痊癒後未留下疤痕。

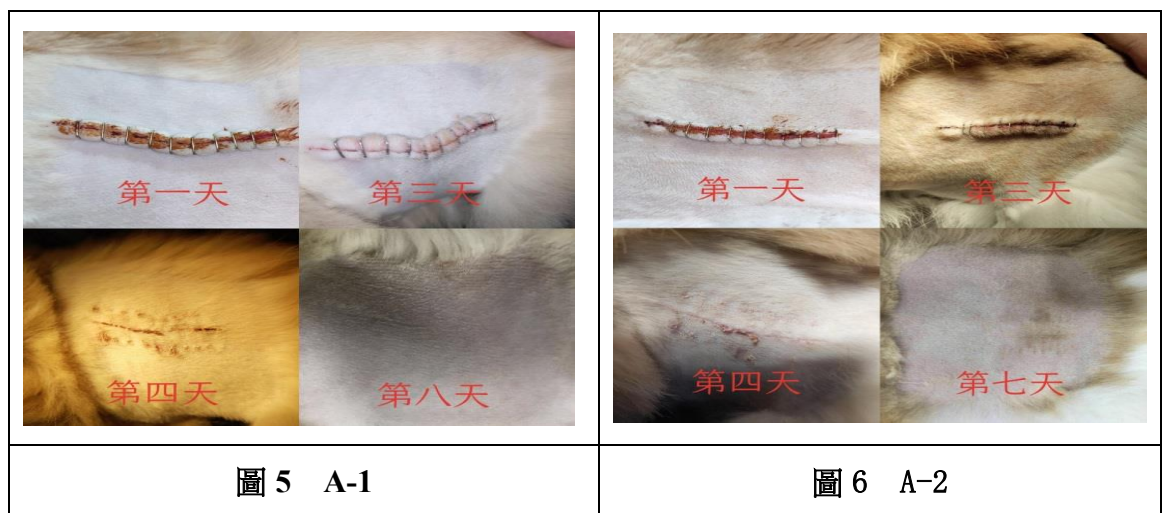
A 組 3 號貓(見圖 7)3 號貓在第三天傷口基本已經癒合，在第四天進行拆除皮釘，過程中疼痛反應輕微，皮釘拆除後，每天持續進行高壓氧治療，直至第八天肉芽組織轉變為少量斑痕組織，痊癒後未留下疤痕。

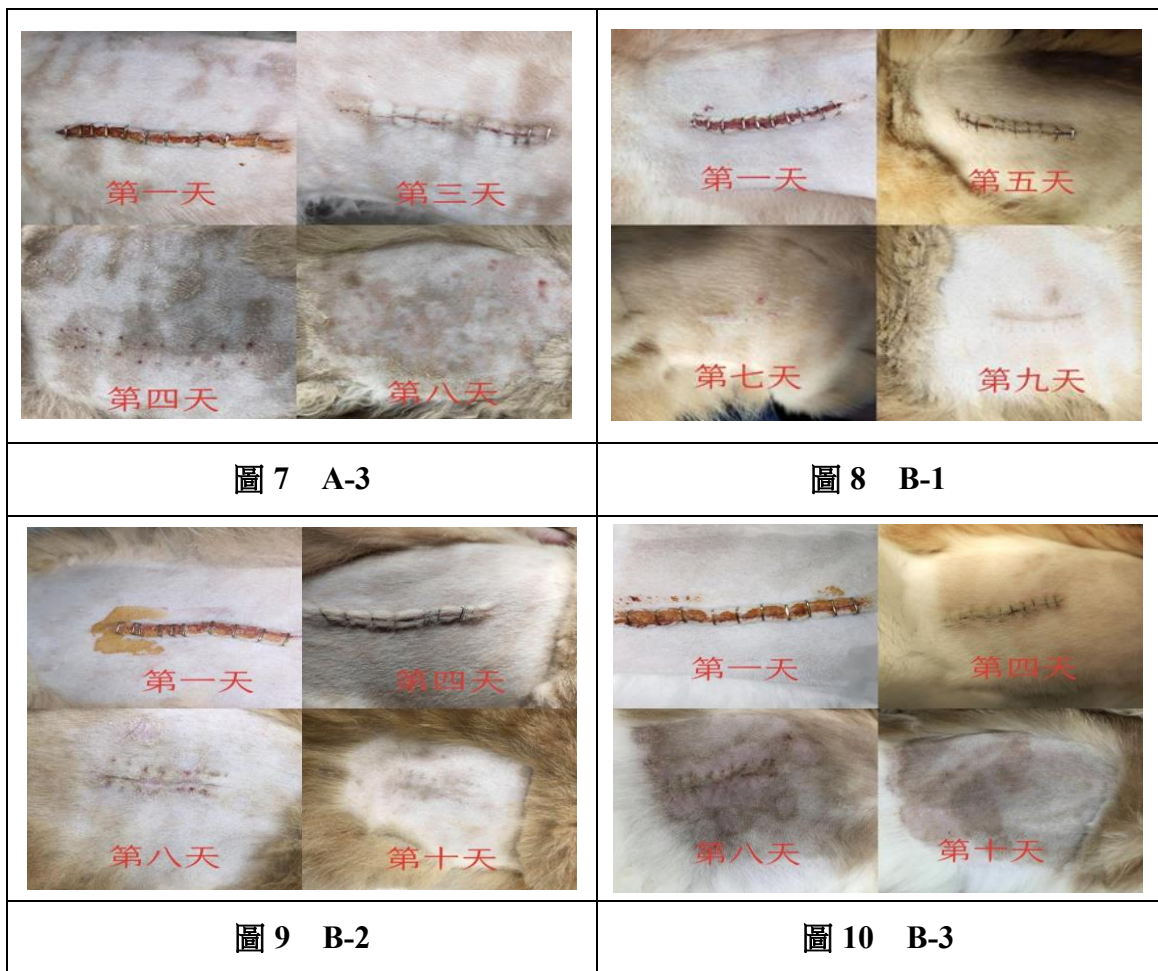
B 組 1 號貓(見圖 8)1 號貓創口在常規護理下第五天時傷口部分已經癒合但未達到拆除皮釘的標準，觸摸創緣疼痛反應強烈，至第七天后創口癒合後進行拆除皮釘，過程中疼痛反應強，拆除皮釘後可見明顯肉芽，持續常規護理直至第九天后觀察創口，創口留下蜈蚣樣的疤痕。

B 組 2 號貓(見圖 9)2 號貓傷口在常規護理下第四天時，傷口部分癒合但未達到拆除皮釘的標準，觸摸創口時疼痛不明顯，持續觀察至第八天拆除皮釘，過程中疼痛不明顯，拆除皮釘後仍然可見肉芽組織，持續常規護理至第十天后觀察創口，傷口肉芽組織基本消除，但留下明顯可見的疤痕。

B 組 3 號貓(見圖 10)3 號貓傷口在常規護理下，第四天創口有部分紅腫的現象,觸摸傷口邊緣疼痛感明顯,至第八天拆除皮釘，過程中疼痛反應輕微，拆除皮釘後，觀察傷口仍然可見肉芽組織，皮膚明顯黯沉，持續常規護理至第十天，肉芽組織基本消除，皮膚部分回復色澤，傷口癒合後形成了觸摸感覺明顯的線狀疤痕組織。

本試驗結果表明(1)試驗組傷口的癒合速度比對照組快；(2)試驗組傷口癒合均比對照組美觀；(3)試驗組傷口炎症反應較對照組輕微,肉芽組織活躍；(4)試驗組的傷口均在第 4 日已有薄層上皮組織覆蓋，平均快於空白組 3 日。





以下為各實驗組貓血液數據，本研究抽樣五組做血液數據分析，其分析結果如下所示：

表 2 實驗貓 A1 血液數據

	血球容 積 比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅 素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血 球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	26.4	8.8	33.3	6.5	5.2	1.3	398
第三日	25.5	8.6	33.3	6.5	5	1.2	300
第五日	26	8.7	33.1	6.2	5.1	1	350
第七日	25	8.5	33	6	5.2	1.3	360
第一日	25.5	8.7	34.1	8.4	3.3	5.1	489
第三日	25	8.6	33.1	8	3.6	5	450
第五日	24.8	8.6	34.2	8.1	3.3	4.3	435
第七日	25	8.3	33.9	8.2	3.8	4.9	465

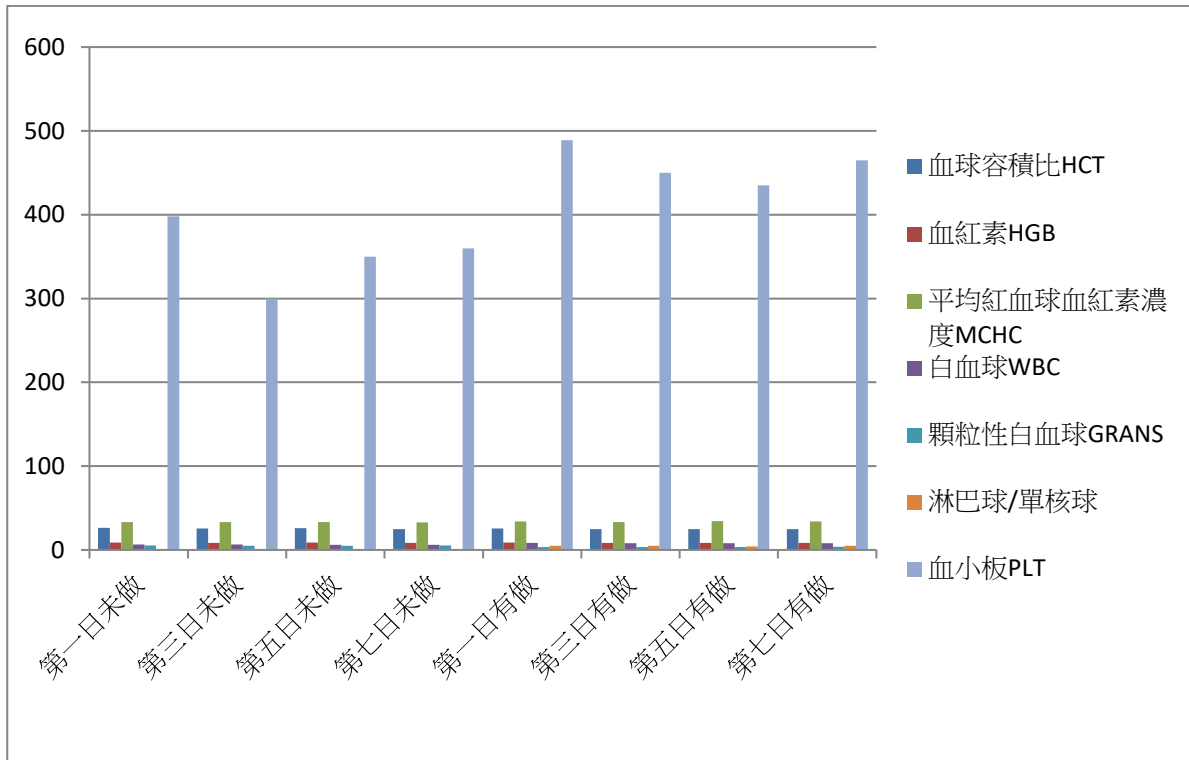


圖 11 實驗貓 A1 血液數據柱狀圖

表 3 實驗貓 A2 血液數據

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球單核球	血小板 PLT
第一日	41.4	13.1	31.6	18.6	13.9	4.7	454
第三日	40	13	33.3	18	13	4.3	300
第五日	39	12.8	31	17	13.5	4	350
第七日	42	13.6	32.6	18.6	12.9	4.2	360
第一日	35.8	12.2	34.1	17.8	11.7	6.1	632
第三日	35.5	12	35	17	11.2	6	600
第五日	35	11.9	34.3	16.9	11.8	5.9	598
第七日	35.6	12	32.9	17.1	11.5	6.3	620



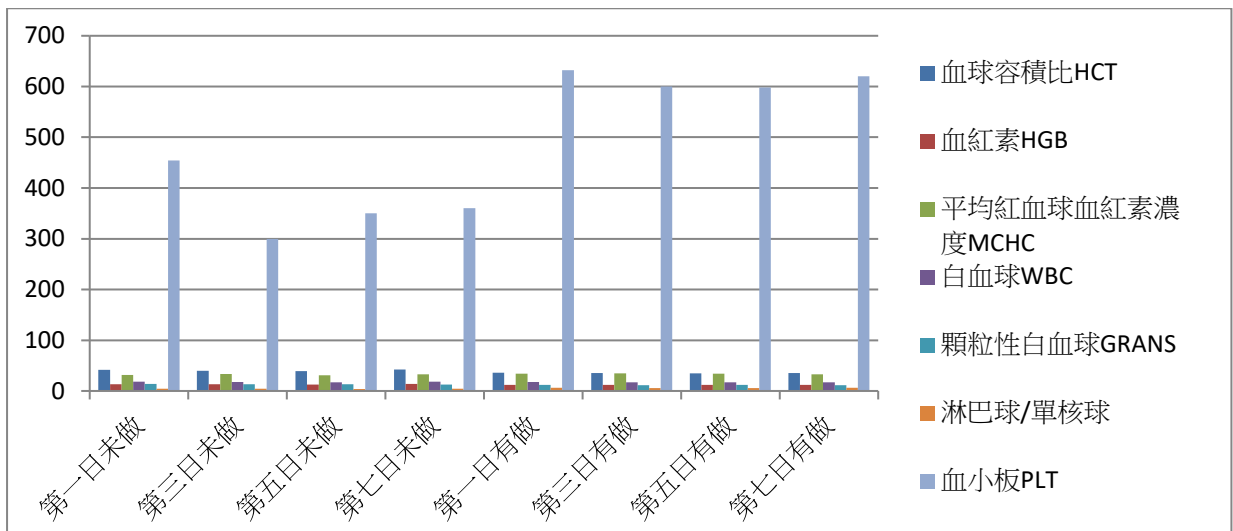


圖 12 實驗貓 A2 血液數據柱狀圖

表 4 實驗貓 A3 血液數據

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	39.2	12.1	30.9	19.1	16.2	2.9	214
第三日	40.1	12.3	30.5	20	16.3	3	312
第五日	39.8	11.9	30.2	19.5	16.5	3.2	305
第七日	41	12.4	30.4	20	16.3	3.5	330
第一日	38.7	10.5	31	13	9	4	278
第三日	39.3	11.5	32	17	10	4	375
第五日	37.8	11.6	33.8	16.8	9.5	4.6	300
第七日	38	11	34	16	9.6	5.2	298

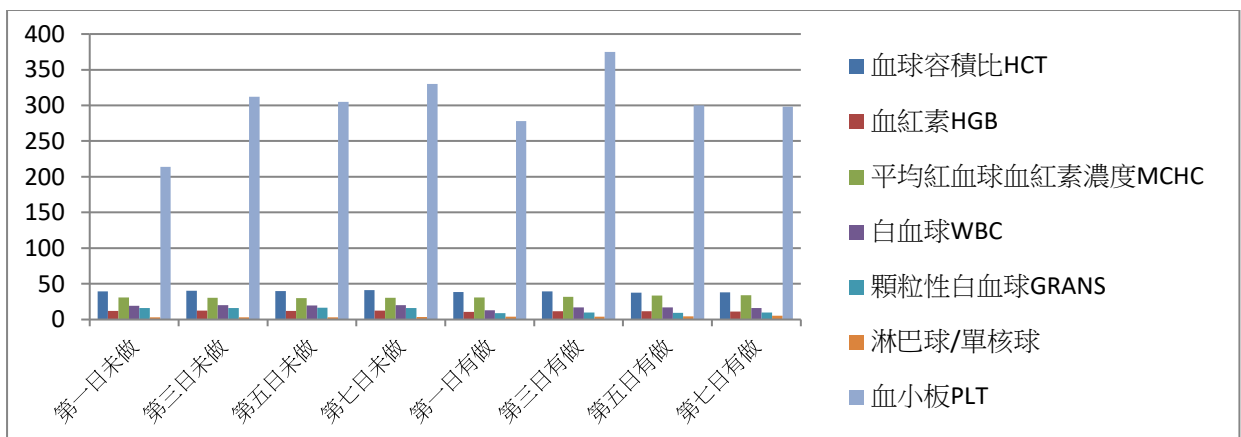


圖 13 實驗貓 A3 血液數據柱狀圖

表 5 實驗貓 A4 血液數據

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅 素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血 球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	58.8	18.3	31.1	18.8	11.9	6.9	278
第三日	56.8	18.6	31.2	20	11.8	6.8	312
第五日	57.5	18	29.8	20.1	11	6.2	299
第七日	57	18.1	30.4	20	11.5	6.3	301
第一日	41.4	13.1	31.6	18.6	13.9	4.7	454
第三日	39.3	11.5	32	18.2	13.5	4	453
第五日	37.8	11.6	33.8	19	14	4.6	450
第七日	38.9	11.6	33.5	18.9	14.9	4.8	468

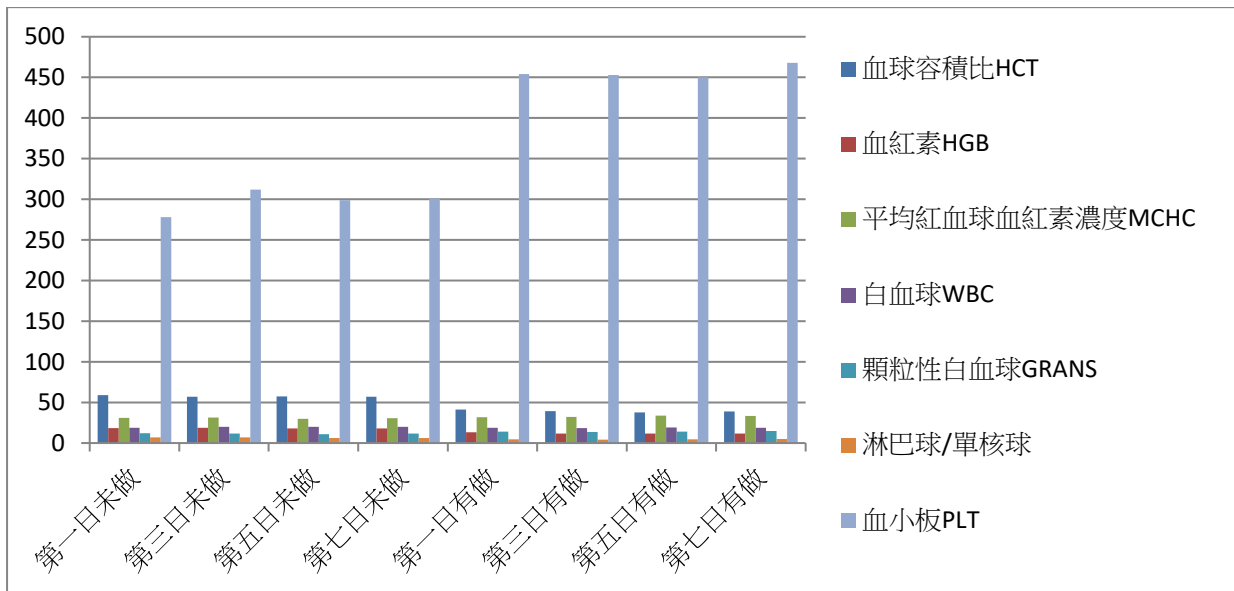


圖 14 實驗貓 A4 血液數據柱狀圖

表 6 實驗貓 A5 血液數據

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	45.1	14.4	31.9	11.5	8	3.5	284
第三日	44.78	13.8	32	11	8.9	4.1	298
第五日	44.3	14.5	33.1	11.8	8.5	4	308
第七日	44	13.9	32.8	11.5	8.3	3.9	278
第一日	40	15.2	28.9	16	15.5	5.2	300
第三日	42	15.9	30	16.3	15.2	5.1	295
第五日	41	15.6	29.8	16.8	15	5	320
第七日	40	15.4	30.5	17	15.8	5.2	285

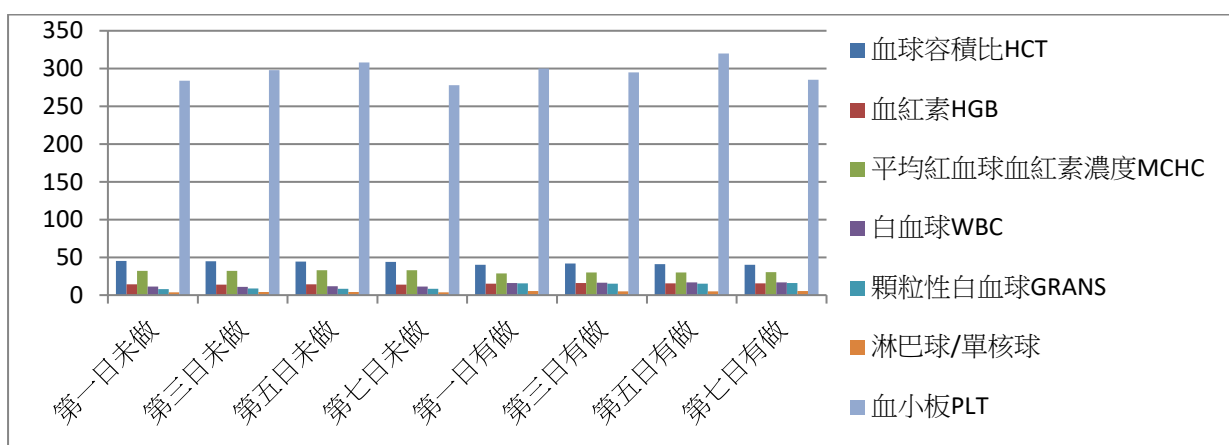


圖 15 實驗貓 A5 血液數據柱狀圖

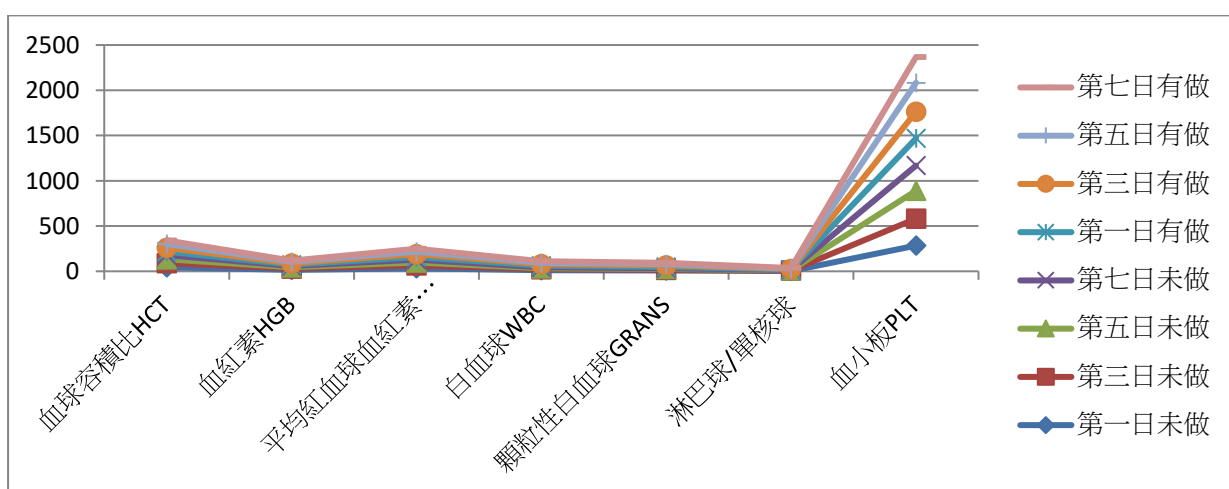


圖 16 實驗貓 A5 血液數據折線圖

以下為各對照組貓血液數據，本研究抽樣五組做血液數據分析，其分析結果如下所示：

表 7 實驗貓 B1 血液數據

	血球容 積 比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅 素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	32.3	10	31	19.2	16.9	2.3	184
第三日	33	11	33	19	15.9	2.2	190
第五日	32	9.8	32	19.3	16.8	2.1	195
第七日	32.1	10.2	32.8	19	16.1	2.3	200

表 8 實驗貓 B2 血液數據

	血球容 積 比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅 素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	33.5	10.6	31.6	15.8	13.5	2.3	310
第三日	33	11	32	16	14.2	2.2	300
第五日	34	10.8	32	17	13	2.3	295
第七日	33.8	10.8	31	15.9	13.8	2.4	330

表 9 實驗貓 B3 血液數據

	血球容 積 比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅 素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血 球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	36.3	11.7	32.2	7.6	5.4	2.2	225
第三日	37	12	33	7.9	6	2.5	285
第五日	35.9	11.3	33	7.8	6.1	2.6	300
第七日	36.8	11.2	32.2	7.9	6.2	2.8	295

表 10 實驗貓 B4 血液數據

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	39.5	12.8	32.4	9.8	69.4	3	316
第三日	40	13	33	9.8	69	3.9	326
第五日	38.9	12	33	9.6	68.9	3	300
第七日	38.5	11.9	33	9.5	67.9	2.9	325

表 11 實驗貓 B5 血液數據

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	43.6	12.1	30	8.6	46.5	4.6	175
第三日	42.8	11.9	29	8.4	45.8	4.5	200
第五日	43.2	12.3	36	8.5	46.8	4.7	205
第七日	45	13	35	8.5	45.9	4.2	183

以下為實驗貓生化學數據，本研究抽樣五組做血液數據分析，其分析結果如下所示：

表 12 實驗貓 A1 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	163	1.4	21	3.9	9	9.1	3.2	5.9	60	0	0.3	146	950	287
第三日	189	1.3	20	3.8	8.9	9	3.1	5.7	59	0	0.2	145	930	286
第五日	179	1.4	21	3.9	9	8.9	3.2	5.9	59	0	0.2	147	896	287
第七日	199	1.3	25	4.1	8.5	8.9	3.1	5.2	69	0	0.3	149	900	289

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

表 13 實驗貓 A2 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	100	1.7	27	4.4	9.2	8.6	3.5	5.1	94	0	0.1	121	1984	504
第三日	220	1.7	25	4.3	9.1	8.5	3.2	5	90	0	0.2	120	1988	505
第五日	235	1.7	26	4.4	9.2	8.6	3.5	5	96	0	0.1	119	1985	500
第七日	225	1.6	27	4.2	9.2	8.7	3.2	5	99	0	0.1	120	1988	498

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

表 14 實驗貓 A3 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	245	1.4	23	3	8.5	8.6	3	5.6	136	0	0.2	148	1597	440
第三日	205	1.5	22	3.1	8.4	8.35	4	5.2	130	0	0.2	148	1589	448
第五日	223	1.5	25	3.2	8.5	8.6	2.9	5.1	129	0	0.2	138	1577	489
第七日	225	1.5	24	3.1	8.3	8.5	2.9	5.2	138	0	0.2	147	1589	458

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

表 14 實驗貓 A4 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	247	1.8	40	5.7	5.7	7.5	3	4.5	158	0	0.2	111	1487	551
第三日	238	1.7	35	5.6	5.8	7.4	3	4.4	148	0	0.2	100	1489	550
第五日	220	1.6	30	5.5	5.7	8	2.9	4.2	138	0	0.2	108	1438	550
第七日	200	1.7	38	5.7	5.6	7.9	3	4.1	148	0	0.1	109	1389	551

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

表 15 實驗貓 A5 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	215	1.5	15	4.5	8.3	8.7	2.8	5.9	26	1	0.2	70	1435	474
第三日	220	1.3	14	4.4	8.2	8.6	2.8	5.7	28	1	0.2	70	1438	480
第五日	180	1.5	18	4.3	8.1	8.5	2.7	5.9	30	1	0.3	69	1433	477
第七日	202	1.5	15	4.2	8.2	8.8	2.8	5.9	27	1	0.2	70	1444	468

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

以下為實驗貓生化學數據，本研究抽樣五組做血液數據分析，其分析結果如下所示：

表 16 實驗貓 B1 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	118	1.9	27	5.5	9.5	7.7	3.4	4.3	73	0	0.3	125	2470	734
第三日	128	1.9	27	5.5	9.6	7.8	3.5	4.2	76	0	0.3	119	2500	798
第五日	135	2	28	5.4	9.3	7.5	3.5	4.1	74	0	0.2	135	2389	799
第七日	136	1.8	26	5.3	9.4	7.6	3.2	4.2	74	0	0.2	125	2388	798

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

表 17 實驗貓 B2 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	170	1.4	15	4.2	8.4	7.2	2.8	4.4	148	0	0.2	115	668	953
第三日	169	1.3	14	4.1	8.2	7.1	2.7	4.3	147	0	0.2	115	669	955
第五日	168	1.2	18	4.3	8.4	7.3	2.9	4.2	149	0	0.2	110	700	900
第七日	169	1.2	16.8	4	8	7	2.8	4.1	130	0	0.2	125	669	925

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA



表 18 實驗貓 B3 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	118	1.9	27	5.5	9.5	7.7	3.4	4.3	73	0	0.3	125	2470	734
第三日	128	1.8	26	5.2	9.3	7	3.3	4.2	74	0	0.3	128	2480	758
第五日	130	1	16	5.3	9.2	7	3.2	4.1	74	0	0.2	123	2435	759
第七日	135	1.7	26	5.1	9.2	7.4	3.3	4.3	73	0	0.2	119	2440	750

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

表 19 實驗貓 B4 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	146	2.1	26	5.6	9.4	8.3	3.5	4.8	18	0	0.3	150	2000	663
第三日	138	2	25	5.6	9.2	8.2	3.2	4.7	17	0	0.3	148	1980	660
第五日	136	2	20	5.3	8.9	8	3.1	4.4	17	0	0.2	148	1982	660
第七日	148	2.3	25	5.5	8.9	8.5	3.5	4.7	20	0	0.3	158	2011	659

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

表 20 實驗貓 B5 化學數據

	GLU	CRE	BUN	PHOS	CA	TP	ALB	GLOB	ALT	GGT	TBIL	CHOL	AMYL	LIPA
第一日	207	0.8	22	5.8	10	8.2	3	5.2	30	0	0.4	138	757	138
第三日	220	0.7	22	5.7	9	8.6	3.8	5.4	35	0	0.4	130	699	135
第五日	250	0.8	25	5.6	10	8.9	3.8	4.9	36	0	0.3	148	752	133
第七日	233	0.9	23	5.9	9	8.6	3.7	4.8	37	0	0.4	132	758	125

註解：血糖 GLU、肌酸酐 CRE、血中尿素氮 BUN、磷離子 PHOS、鈣離子 CA、總蛋白 TP、白蛋白 ALB、球蛋白 GLOB、丙胺酸轉氨酶 ALT、加瑪麩氨肌轉換酶 GGT、總膽紅素 TBIL、膽固醇 CHOL、胰澱粉酶 AMYL、脂肪酶 LIPA

以下為高壓氧實驗貓血檢表，本研究抽樣五組做血液數據分析，其分析結果如下所示：

表 21 實驗貓 A1 高壓氧血檢表

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球單核球	血小板 PLT
第一日	26.4	8.8	33.3	6.5	5.2	1.3	398
第三日	25.5	8.6	33.3	6.5	5	1.2	300
第五日	26	8.7	33.1	6.2	5.1	1	350
第七日	25	8.5	33	6	5.2	1.3	360
第一日	25.5	8.7	34.1	8.4	3.3	5.1	489
第三日	25	8.6	33.1	8	3.6	5	450
第五日	24.8	8.6	34.2	8.1	3.3	4.3	435
第七日	25	8.3	33.9	8.2	3.8	4.9	465

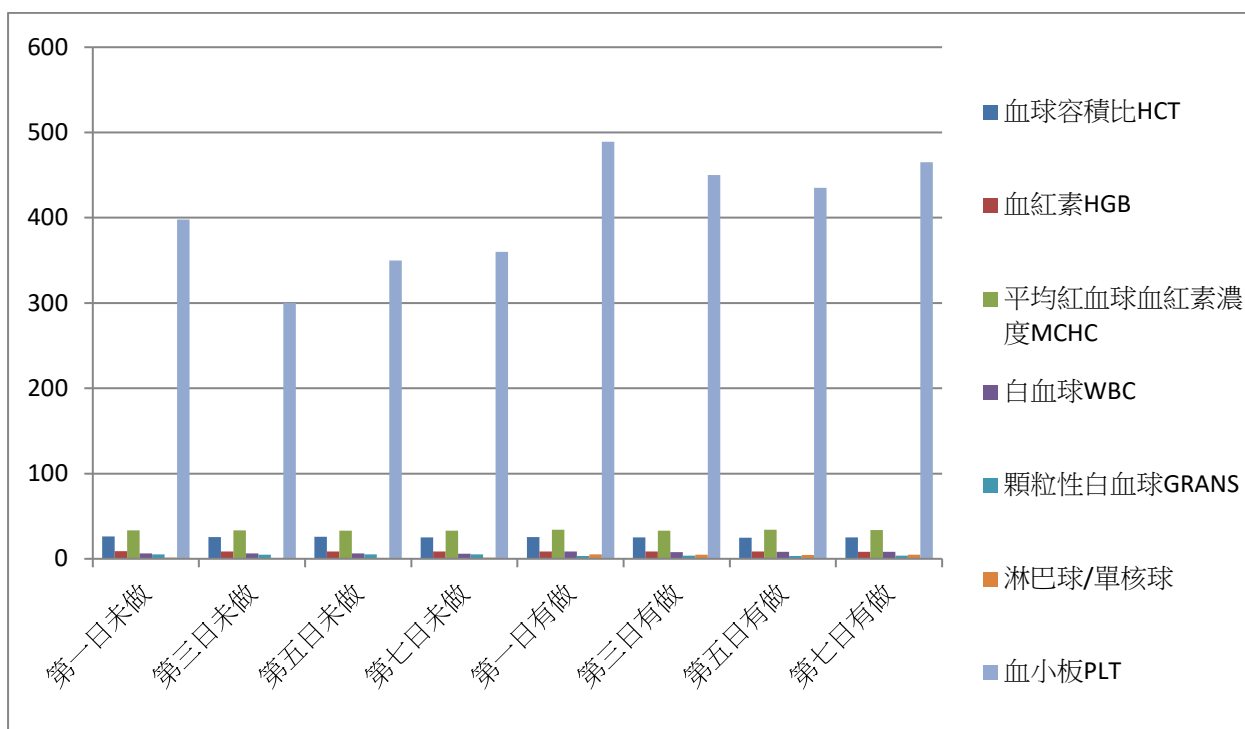


圖 17 實驗貓 A1 高壓氧血檢柱狀圖

表 22 實驗貓 A2 高壓氧血檢表

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	41.4	13.1	31.6	18.6	13.9	4.7	454
第三日	40	13	33.3	18	13	4.3	300
第五日	39	12.8	31	17	13.5	4	350
第七日	42	13.6	32.6	18.6	12.9	4.2	360
第一日	35.8	12.2	34.1	17.8	11.7	6.1	632
第三日	35.5	12	35	17	11.2	6	600
第五日	35	11.9	34.3	16.9	11.8	5.9	598
第七日	35.6	12	32.9	17.1	11.5	6.3	620

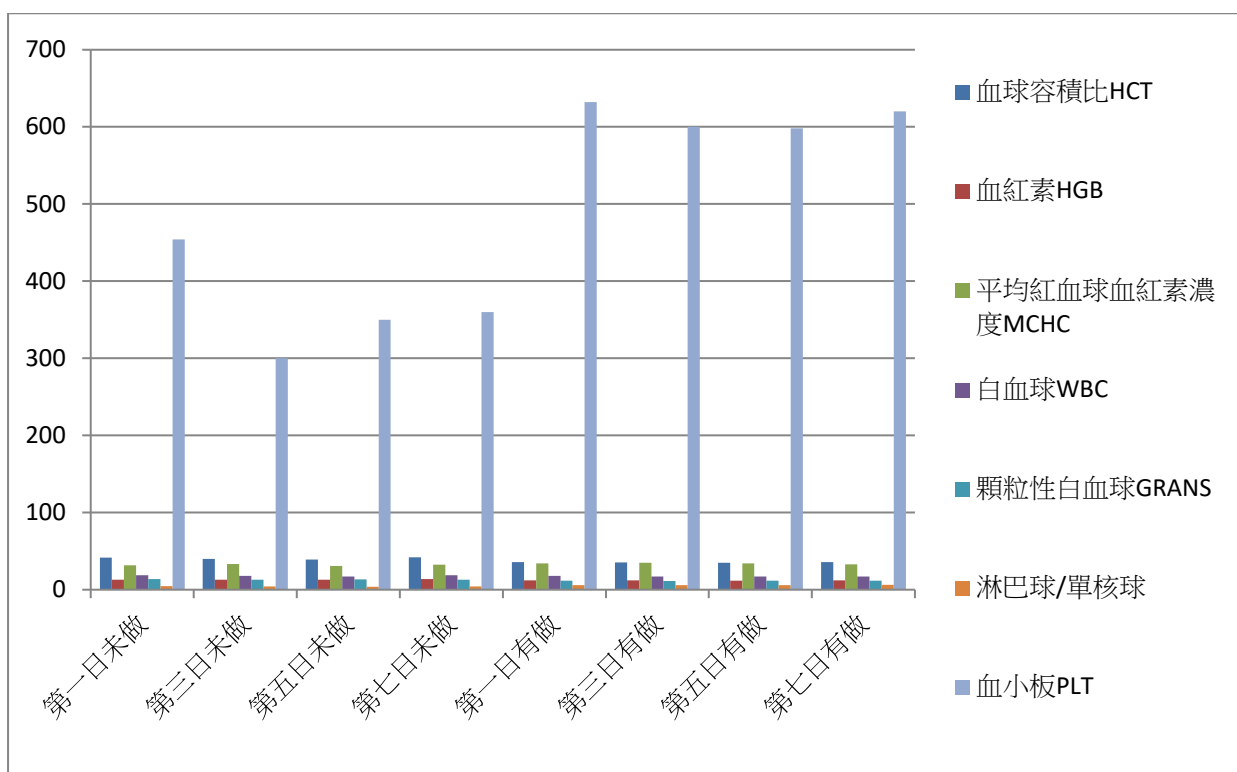


圖 18 實驗貓 A2 高壓氧血檢柱狀圖

表 23 實驗貓 A3 高壓氧血檢表

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	39.2	12.1	30.9	19.1	16.2	2.9	214
第三日	40.1	12.3	30.5	20	16.3	3	312
第五日	39.8	11.9	30.2	19.5	16.5	3.2	305
第七日	41	12.4	30.4	20	16.3	3.5	330
第一日	38.7	10.5	31	13	9	4	278
第三日	39.3	11.5	32	17	10	4	375
第五日	37.8	11.6	33.8	16.8	9.5	4.6	300
第七日	38	11	34	16	9.6	5.2	298

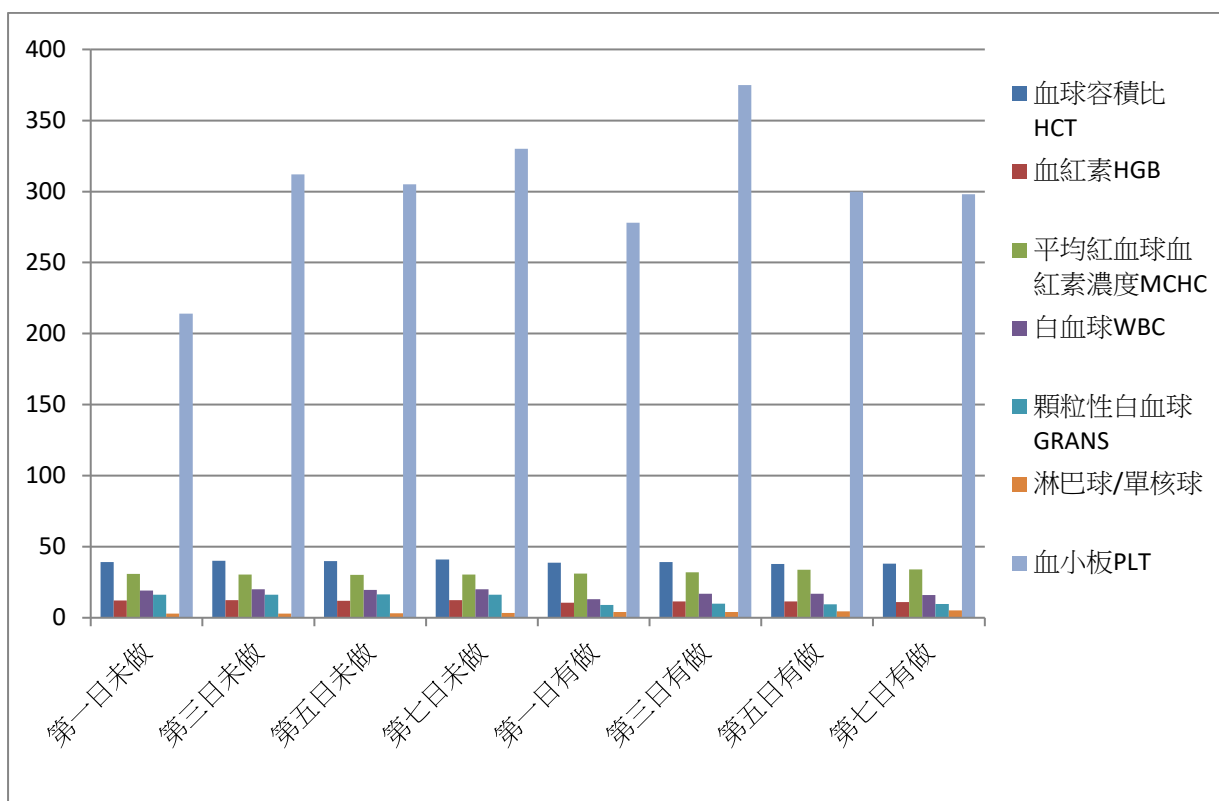


圖 19 實驗貓 A3 高壓氧血檢柱狀圖

表 24 實驗貓 A4 高壓氧血檢表

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅 素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	58.8	18.3	31.1	18.8	11.9	6.9	278
第三日	56.8	18.6	31.2	20	11.8	6.8	312
第五日	57.5	18	29.8	20.1	11	6.2	299
第七日	57	18.1	30.4	20	11.5	6.3	301
第一日	41.4	13.1	31.6	18.6	13.9	4.7	454
第三日	39.3	11.5	32	18.2	13.5	4	453
第五日	37.8	11.6	33.8	19	14	4.6	450
第七日	38.9	11.6	33.5	18.9	14.9	4.8	468

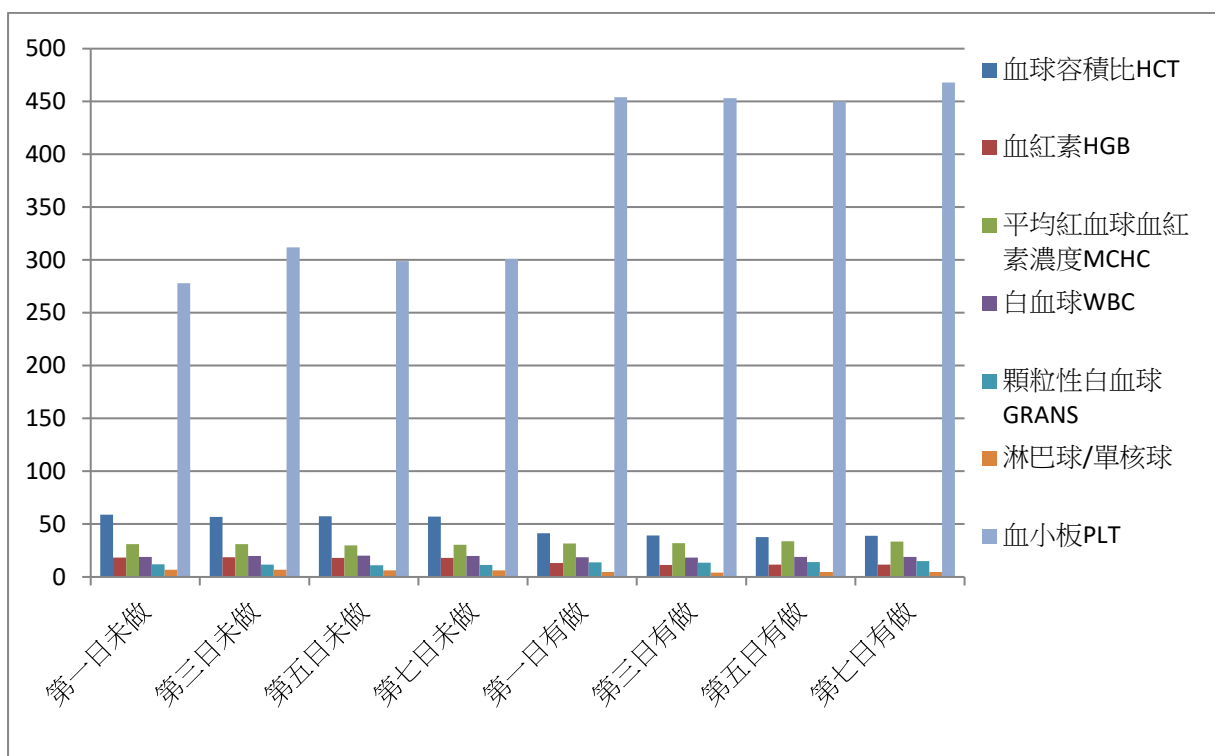


圖 20 實驗貓 A4 高壓氧血檢柱狀圖

表 25 實驗貓 A5 高壓氧血檢表

	血球容積比 HCT	血紅素 HGB	平均紅血球血紅素濃度 MCHC	白血球 WBC	顆粒性白血球 GRANS	淋巴球 單核球	血小板 PLT
第一日	45.1	14.4	31.9	11.5	8	3.5	284
第三日	44.78	13.8	32	11	8.9	4.1	298
第五日	44.3	14.5	33.1	11.8	8.5	4	308
第七日	44	13.9	32.8	11.5	8.3	3.9	278
第一日	40	15.2	28.9	16	15.5	5.2	300
第三日	42	15.9	30	16.3	15.2	5.1	295
第五日	41	15.6	29.8	16.8	15	5	320
第七日	40	15.4	30.5	17	15.8	5.2	285

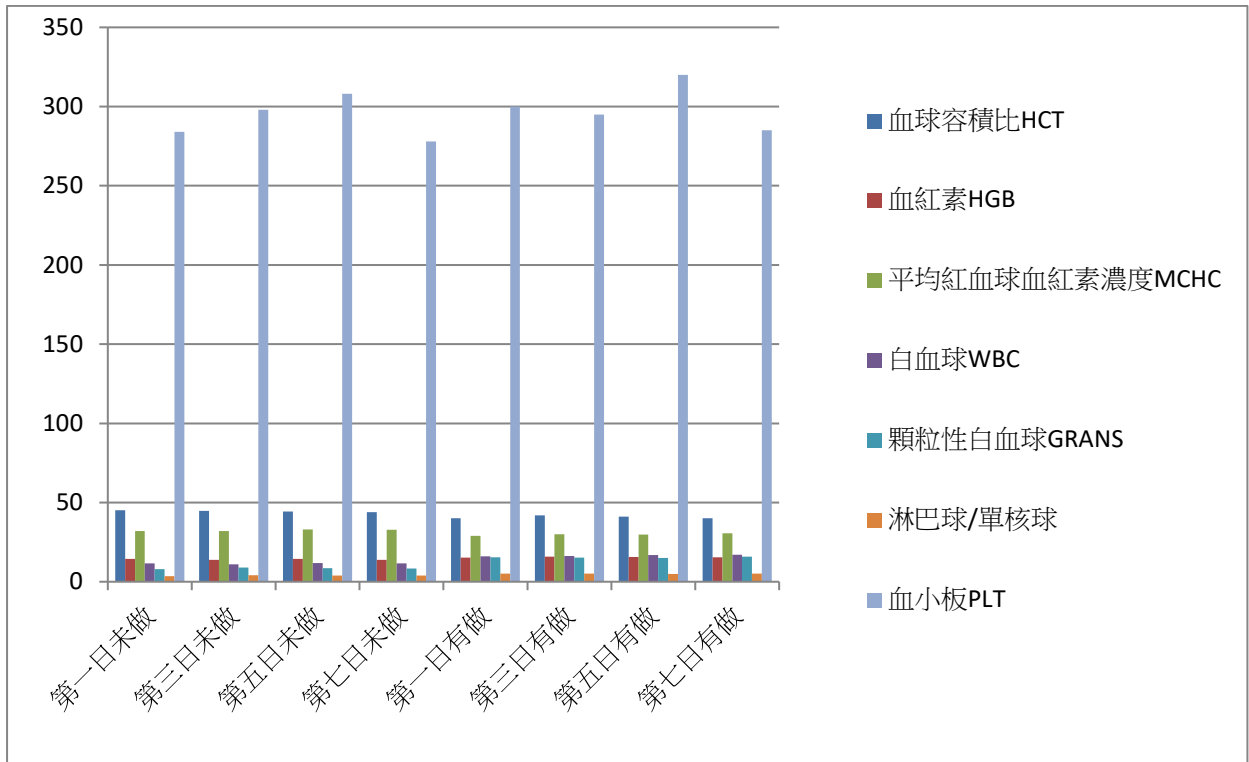


圖 21 實驗貓 A5 高壓氧血檢柱狀圖

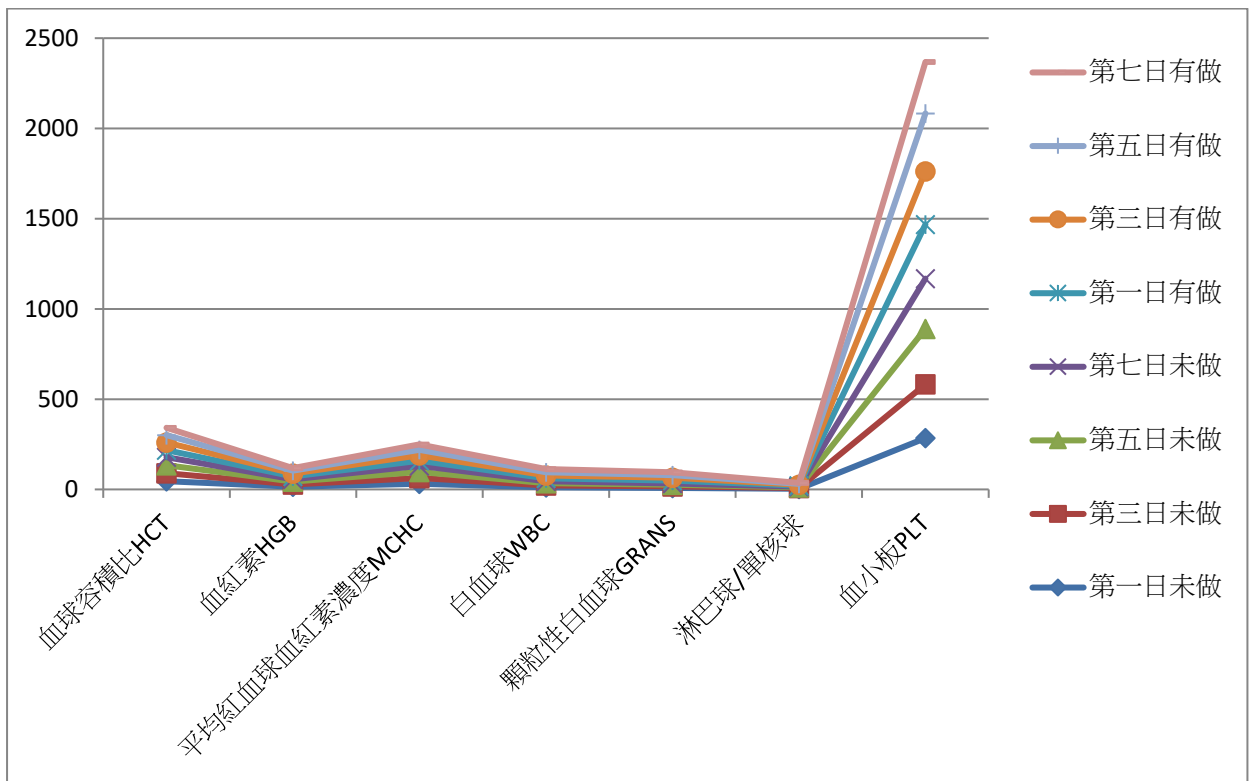


圖 22 實驗貓 A5 高壓氧血檢折線圖

## 伍、討 論

在本試驗中高壓氧治療有助於加快貓皮膚傷口的愈合速度，且創口癒合後的美觀程度優於空白對照組，該效果可能與以下因素有關：

- 一、傷口周圍的組織缺損或水腫會間接導致其基本供氧不足，從而影響細胞的代謝與活力，而氧氣的攝取是否充足也成為了傷口修復和抗感染的重要因素<sup>[14]</sup>。高壓氧治療可以提高血氧分壓，增加血氧和組織氧的含量，提高氧的彌散距離，彌補因水腫使毛細血管間距加大而出現的缺氧區域。值得注意的是，在高壓氧的環境下，壓力作用會使血管收縮，流向局部的血容量也會下降，這將有利於組織水腫的消除，另外，儘管流向局部的血容量是減少的，但是在高壓氧環境下，氣體體積會縮小，物理溶解度會增加，故除了血紅蛋白本身攜帶的氧氣外，還有部分氧氣是直接溶解在了血漿中，所以雖然局部的供血減少，但是通過血液帶入組織的氧量卻是增加的，從而迅速改善創傷局部組織腫脹現象以及缺血缺氧的狀況，加速受損細胞的恢復，幫助血管新生，建立側枝迴圈，增強組織修補能力及促進傷口的癒合。本試驗中的試驗組動物貓的傷口愈合速度均快於對照組，其效果也很可能與以上因素有關。
- 二、眾所周知，創面炎症程度也會影響其愈合速度，而氧氣本身就是一種非選擇性抗生素，對陽性或陰性革蘭氏菌都有抑制作用。Knighton<sup>[15]</sup> 的相關試驗中，在無抗生素的情況下觀察低氧、常氧和高氧對細菌的殺滅作用，發現常氧和高氧的環境下都可以減少組織的感染和壞死，且改善程度與氧氣濃度成正比。此外，細胞在氧供充分的條件下，過氧化物也會增加，從而增強白細胞的殺菌作用，更有利於對炎症及繼發感染的控制，在本試驗中，試驗組的創口炎症反應亦輕於對照組，再次驗證高壓氧療法有利於控制創口的炎性反應。



## 陸、結論

高壓氧治療有助於加快貓皮膚傷口的癒合時間並有利於傷口癒合後的癒合品質。高壓氧治療(Hyperbaric Oxygen Therapy, HBOT)是指在 1.4-3 倍大氣壓的環境下，給予患者吸入氧氣的治療方式，在此條件下氧氣除了可以跟紅血球的血紅素結合外還可以溶進血漿內，使血液的供氧更加有效率，從而提高氧分壓，增加血氧和組織氧含量，並且提高氧的彌散率和有效彌散距離，氧的有效彌散範圍增大，糾正了機體缺氧，迅速償清了氧債，使心、腦、腎等重要臟器得以有效保護，糾正酸中毒。使機體的能量供應由糖的無氧酵解向糖有氧氧化轉變，這樣不僅使乳酸生成迅速減少，同時由於組織細胞和體液中的氧張力顯著提高，有利於乳酸和其他酸性產物的清除。另外在高壓氧條件下可使腦血管收縮，腦血流量減少<sup>[1,2]</sup>，從而減輕腦水腫，活化組織<sup>[3]</sup>，高壓氧治療還可減輕傷口疼痛，強化白細胞的殺菌功能<sup>[4]</sup>，另外，高壓氧治療對嚴重的厭氧菌感染<sup>[5]</sup>、燒燙傷<sup>[6]</sup>、貧血<sup>[7]</sup>，一氧化碳中毒<sup>[8]</sup>、難以癒合的問題傷口<sup>[9-12]</sup>、骨折、骨髓炎<sup>[13]</sup>等都具有顯著療效。高壓氧治療最早在 1974 年就被證實具有醫療價值，在人類醫學上已經廣泛被應用，但是目前關於高壓氧治療技術應用在寵物臨床醫療方面的研究尚鮮見報導，故本試驗將 6 只試驗貓隨機分為兩組，以是否進行高壓氧治療為單一變數，其他基礎護理方法保持一致，從而考察高壓氧治療對貓皮膚創口癒合的影響，為高壓氧治療在寵物臨床方面的應用提供試驗資料參考。

## 柒、參考資料及其他

- [1] 遊全程. 高壓氧的治療原理及臨床應用[J]. 中國工業醫學雜誌, 2001, 4 (14): 2.
- [2] 陳麗紅, 楊啟菁, 劉洪波. 高壓氧治療跟骨骨折術後切口血運障礙的療效觀察[J]. 實用骨科雜誌, 2010, 16 (11): 819-821.
- [3] 劉子藩, 易治. 實用高壓氧醫學[M]. 廣州: 廣東科技出版社, 1990. 29-35, 182-189, 467-493.
- [4] 潘福瓊, 楊玉龍. 高壓氧抑菌殺菌機制的研究現狀[J]. 中華醫學會第十五次全國高壓氧醫學學術會議論文, 2006:113-114.
- [5] 李錫貴, 照光興, 朱世銀. 高壓氧治療厭氧菌感染性中耳炎 20 例[J]. 山東省人民醫院, 1993, 3(400):61

- [6] 周正鳳. 濕性癒合療法聯合高壓氧在腹部感染性切口中的應用進展[J]. 護理實踐與研究, 2017, 14 (13): 24-25.
- [7] 程愛國, 孟桂萍, 南風秀. 高壓氧綜合治療應而貧血性心力衰竭一例[J]. 中華還海醫學與高壓氧醫學雜誌, 2004,11(2):104.
- [8] 嶽嶸, 趙文. 高壓氧治療急性一氧化碳中毒的療效分析[J]. 中國醫師,醫學專業半月刊, 2008,22(10):23.
- [9] 焦繼霞, 周曉原, 徐欽華. 高壓氧再創傷外科的應用[J]. 中華物理醫學與康復雜誌, 2000, 22: 60.
- [10] 吳漢妮, 孫暉. 高壓氧治療糖尿病足的臨床療效[J]. 中華物理醫學與康復雜誌, 2003, 25 (6):371-373
- [11] 譚曉軍, 吳妙瓊, 吳年楚. 皮膚創面無機誘導活性膚料聯合高壓氧治療糖尿病足潰瘍[J]. 中國藥師, 2011:1793-1794.
- [12] 陽春山, 馬淑芳. 局部高壓氧法在四隻小面積皮膚燒傷治療的應用[J]. 吉林醫學, 1992,13(2):107-108.
- [13] 蔣虹. 高壓氧治療骨髓炎的分析. 青海醫療雜誌, 2007,37(6):38-39.
- [14] Niinikoski J. Oxygen and woundhealing[J]. Clin plas Surg, 1977, 4: 361.
- [15] kinghton DR.Halliday B.Hunt TK. Oxgen as an antibiotic[J]. Arch Surg, 1986.121.191.

## 捌、附錄

本隻流浪犬傷口呈現靡爛發臭，經傳統的一般治療打針加口服抗生素 60 天以上，所看見的傷口預後不佳，但經血液檢查及每日一小時高壓氧治療(1.4 大氣壓給予氧氣濃度 40%-60% 溶解型氧氣)，本動物預後狀況良好。

流浪犬在工廠的外面生活 7-8 年，傷口的照顧上以二個多月以上，呈現無法癒合流膿發臭(動物本身會追車及人)，經高壓氧及藥物治療後呈現有良好癒合狀況，治療過程動物的食慾活

動力及排便多很好。

一、浪犬救治第一日外表狀態



圖 23



圖 24



圖 25



圖 26

二、第一日高壓氧治療



圖 27



圖 28



圖 29



圖 30



圖 31



圖 32



圖 33



圖 34

### 三、第五日高壓氧治療



圖 35

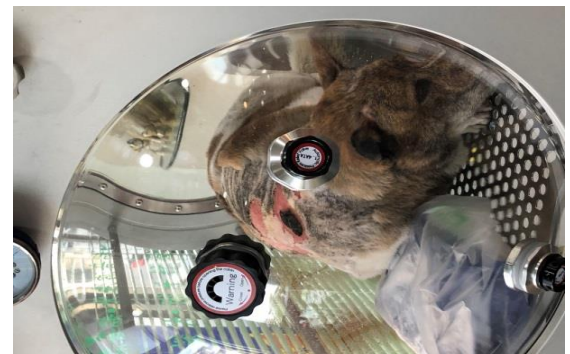


圖 36



圖 37



圖 38

四、第十日高壓氧治療狀況



圖 39



圖 40



圖 41



圖 42

五、第十五天高壓氧治療狀況



圖 43



圖 44

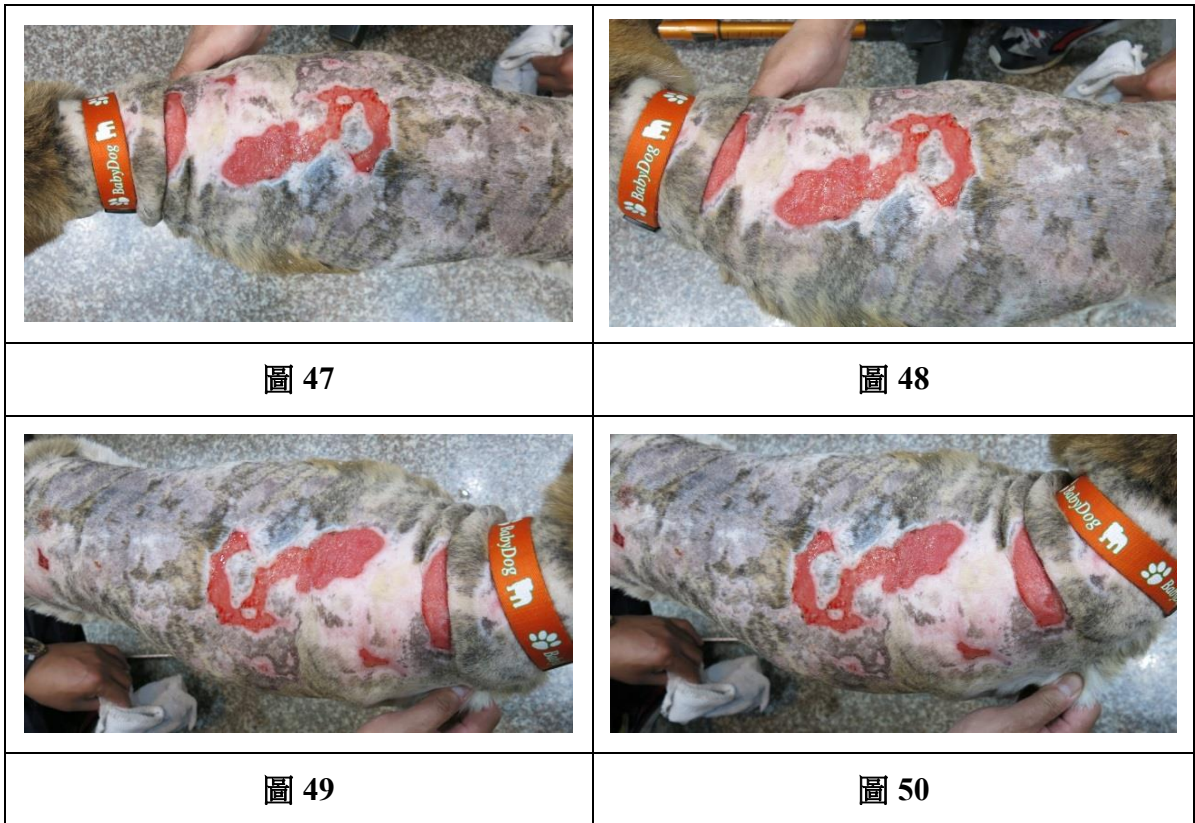


圖 45

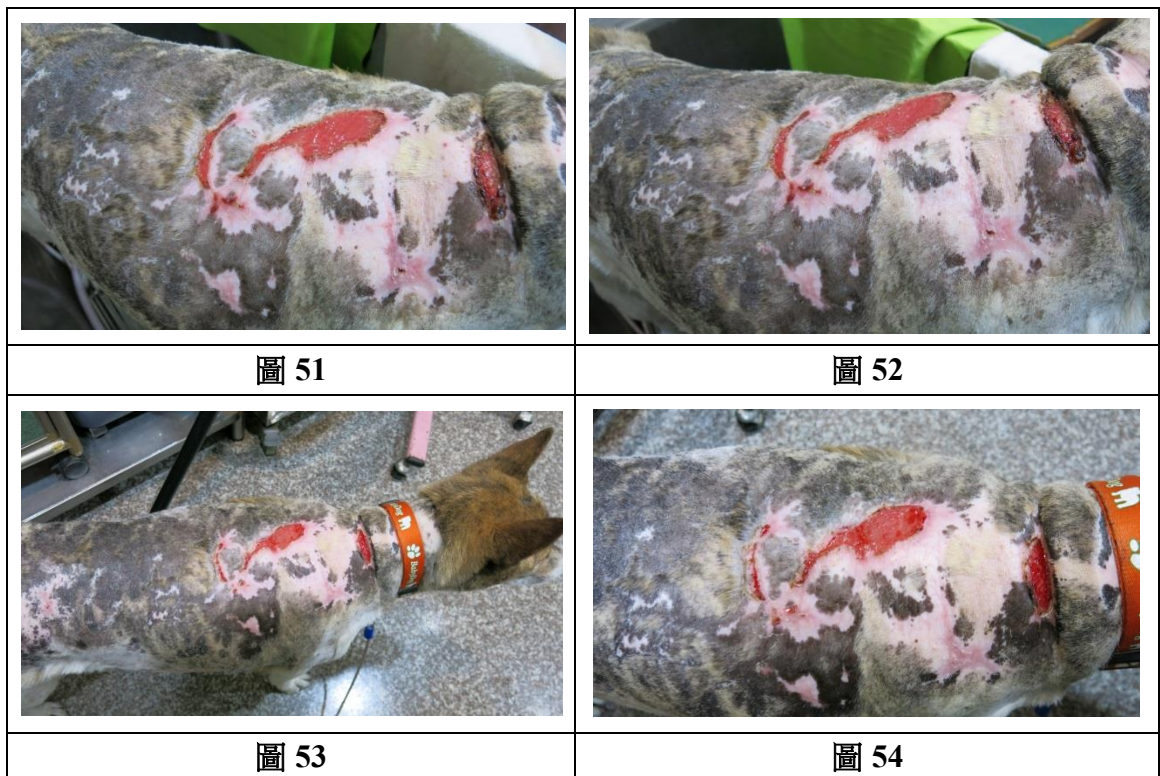


圖 46

六、第二十日高壓氧治療狀況



七、第二十五天高壓氧治療後傷口狀況



## 【評語】 090016

有趣且實用的研究主題，整體實驗方法設計及原理說明清晰有邏輯，對於實驗結果的陳述與分析也相當完整，最後探討敘述合理，該研究對於臨床應用上的助益值得讚許。如能依貓齡（甚至是健康狀況）分群做比較必能讓結果較有說服力，在英文的表達能力上也有些加強的空間。