

題目名稱：乙醚 v.s 氧氣——麻醉界的一決雌雄

一、摘要：

動物實驗對近代社會醫療、科技上是難以避免的媒介之一，實驗中，多數人會通過麻醉的手段以減少動物在實驗時的痛苦。為了一探究竟神奇的麻醉科學，我們挑選了實驗中最長使用到的乙醚，以及較為溫和、在人體麻醉中使用廣汎氧氣作為對照組，進行比較，實驗對象則為田雞。除了設計相異的實驗流程與器材外，實驗過程中也記錄下兩隻田雞在不同麻醉環境下的呼吸頻率，分析兩種麻醉對兩隻田雞呼吸頻率之影響，進而了解兩種麻醉對田雞的刺激度與持久性。

二、探究題目與動機

1.實作流程圖



在列出本次實驗大致流程圖之前，我們做過田雞的解剖實驗。其中最大的挑戰是如何在解剖田雞之前能讓田雞由有生命到死亡的零界點能夠最大程度地減輕田雞的痛苦，最後我們選擇了枕骨穿刺法，而實驗後，老師提起了很多國外實驗裏，更多情況采用的是麻醉的方式來降低田雞死亡時產生的痛苦。因此，我們想借由上次的解剖實驗，透過另一種實操驗證乙醚及純氧的麻醉效果。

三、探究目的與假設

- 1.在眾多麻醉方式中篩選出最適合者，再在其中篩選出適合的麻醉藥物，取兩種對照。
- 2.每一次的實驗中公、母田雞皆需要進行，為了判斷在此實驗中是否有個體差異的影響。

四、探究方法與驗證步驟

1.探究方法

此實驗中，我們大致將流程分為兩大部分——氧氣麻醉與乙醚麻醉。在此之前，透過查閱《科學月刊》及綫上資料找到有關麻醉的種類與操作方式有以下幾點：

(一) 麻醉方法

- (1) 塗抹式：原先我們從中藥材方面下手，雖然材料較方便取得，但礙於難以肉眼觀測，否決這項提案。
- (2) 吸入式：人類普遍使用的方法，技術含量較低，並且可以結合目前化學科氣

體介紹的部分，保留提案。

- (3) 注射式：技術要求太高，且不符合以減少動物在實驗中受到的痛苦的初衷，否決這項提案。

(二) 麻醉種類

- (1) 丁香油：這個靈感是來自網路上一篇以丁香油為主題的發表文章，但在文末，卻提到實驗對象在過程中反應劇烈、對其造成較大的痛苦，不符合我們此實驗的初衷，否決提案。
- (2) 一氧化二氮：靈感來源於麻醉簡史影片介紹，在意外中發現此氣體具有麻醉的功能，但實施危險性較高，且原材料難以購買，否決提案。
- (3) 一氧化氮：同屬氣體麻醉一環，但具有毒性，否決提案。
- (4) 氧氣：人類麻醉中普遍使用的氣體成分，熟悉度高，可以自行製作，納入實驗中挑戰的一環，实操性高，保留提案。
- (5) 乙醚：生物實驗最常使用的手法，前人經驗較多，可望深入探討，保留提案。

通過一系列的篩選我們最終選擇了以氣體麻醉的方式，分別探討在氧氣及乙醚的環境中，藉由兩隻田雞的呼吸頻率判斷麻醉效用。

2. 驗證步驟

1. 氧氣麻醉：

由於前後兩種氣體麻醉實驗需要使用到同一隻田雞，顧慮到前一個實驗對後一個實驗的影響，在搜集資料後，我們決定先執行麻醉效果相對溫和的純氧麻醉，進行此實驗時，如何製作出 100%濃度的純氧則是關鍵。

(1) 簡易氧氣麻醉：

透過 2L 汽水瓶、自來水、導管、製氧粉進行的一系列簡易器具。



遇到的困難：

由於過程中觀察到田雞的反應與最後整理的呼吸頻率趨勢圖都幾乎不變，懷疑是因設備過於簡陋，導致充氧量不足等因素，因此購買製氧機，以驗證猜想。

(2) 機器製氧麻醉：

采買現成的製氧機，氧氣濃度為 93%，氧氣流量為 1L/min，同樣透過導管導入田雞所在的密閉容器內。這次決定透過繪出真實的呼吸頻率與時間的關係圖，得到更為嚴謹的數據。



遇到的困難：

其呼吸次數與每分鐘的關係近乎呈一餡形曲綫，與簡易製氧的實驗差異不大，通過計算，我們使用的填裝田雞的容器，根據氧氣的輸出量，理論上在 3 分鐘時應使整個容器完全被氧氣填滿，但記錄約 5 分鐘的實驗仍然沒有明顯反應。

II · 乙醚麻醉：



使用五粒棉花蘸取乙醚，置於 15x15x15cm³ 體積的透明容器內，記錄田雞 5min 內的呼吸頻率，得到一條時間與呼吸次數斜率由大到小的變化綫段。

遇到的困難：

田雞在此期間反應明顯較為劇烈，此外，實驗後統整出呼吸頻率趨勢圖呈

現先升後降，但這兩隻田雞在此期間的反應大相逕庭，一隻不斷地向上跳躍，另一隻則是在原地反復轉向，此可能為個體差異之因素，不同田雞對乙醚的忍耐程度有所不同。

3.學習結論

(一) 第一次氧氣實驗（小型水族箱製氧裝置）：

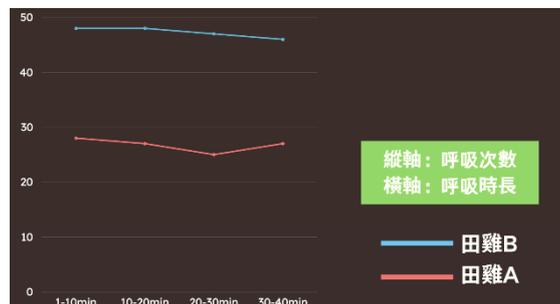
在小型水族箱製氧裝置的氧氣麻醉中，實驗長達兩個多小時，然而因為受晚自習因素，我們中途離開了實驗室，請老師定時觀察。在晚自習結束後，瓶中的製氧粉已完全反應，然而盒內的田雞卻無動於衷，我們提出了以下假設：

(1) 田雞早已昏迷：

雖然我們回到實驗室時，田雞的狀態是清醒的，不過無法判定田雞是否全程皆清醒，有可能在無人觀察時的那段期間內昏迷，只是我們未能觀察到罷了。

(2) 純氧逸散：

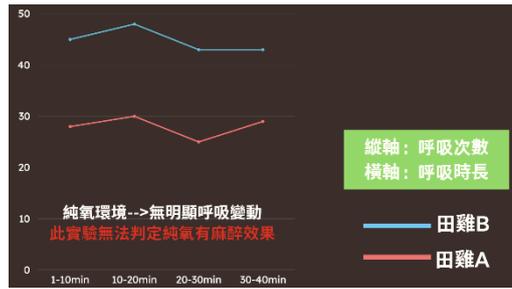
第一次的純氧麻醉實驗中，我們並沒有購買精密的實驗器材，我們將純氧經由管子連接到壓克力盒內，蓋子輕闔上，雖然純氧輸進壓克力盒的同時會將其他空氣擠出，不過在製氧粉快完全反應時，純氧輸入速度漸減，引此亦有氧氣逸散的可能，導致田雞吸入濃度不夠高的氧氣而無法達到麻醉的成效。



總言之，第一次氧氣實驗中成果不如預期的原因有一大部分出自於我們未全程觀察以及實驗器材所導致的誤差。因此，我們在一個月後進行了第二次以製氧機製養的氧氣麻醉實驗，由此提供更高濃度與穩定的純氧輸出，此外，我們也在購物平台上購買了訂製的壓克力盒，請店家在合壁上鑿了一個與氧氣連間接管相當口徑的洞，盡量降低氧氣逸散的可能。

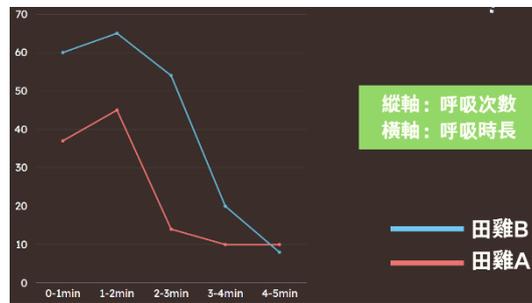
(二) 第二次氧氣實驗（製氧機）：

我們將製氧機濃度調整的最高——93%，輸出速率為 1 L /min，經計算，在 15*15*15cm³ 的壓克力盒當中，只需耗時三分鐘左右即可將純氧填滿壓克力盒，然而本次實驗進行了四十分鐘多，田雞在這段時間內並無有明顯反應。此外，實驗後我們將實驗所記錄的心率會製成圖，觀察到田雞心率變化趨勢並無波動，此次實驗再次出乎我們所預期的成效。



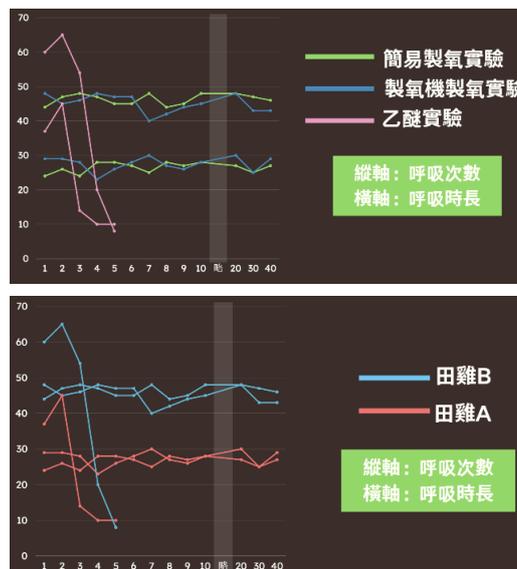
(三) 乙醚麻醉:

在這次實驗中，田雞的反應與前兩次實驗比較可說是大相逕庭，在田雞與棉花放入盒中後的一分鐘，田雞便出現了掙扎的現象，將時間拉長，兩分半開始，田雞出現了疲憊感——身體前傾、後腿無力、多用前腿爬行，實驗後所繪製的呼吸頻率趨勢圖也展現了田雞呼吸頻率爬升的現象。



雖然這次實驗沒有觀測到網路上所說的「昏迷現象」不過生物老師解釋道呼吸頻率提升與我們所觀察到的疲憊現象即為進入麻醉的開始。

再將這些表格分別統整在一起，以不同田雞、不同麻醉氣體方式呈現得：



五、結論與生活應用

4.反思

(一) 麻醉實驗的相關知識掌握：

為了讓實驗進行順利，我們在實驗前大量地上網查詢實驗資料、在影音平台觀看他校麻醉實驗過程以及應留意的實驗注意事項，並在這一系列過程中加深了我們對醫藥學、生物科學了解及認知。

(二) 生物實驗的學習：

撇開實驗相關問題，我們在實驗的間隔時，也面對田雞日常照顧的挑戰——除了要定期換水及投餵外，水溫、環境溫度、足夠活動空間等，都需要納入考慮，讓我們意識到進行動物實驗除了要做足實驗前準備外，對動物的照顧也是頗為重要的，並非想像中那麼簡單。

(三) 自律能力及自我監督：

歷時 18 週的實驗計畫無疑是漫長的，加上對未知領域從零開始的自主學習，難度也有所提升。因此自律決定了本次計劃的成功關鍵，有了彼此的監督及付出，我們的實驗才如期進行。在這時長兩個學期的自主學習，雖然我們投入了不少心思於實驗設計及麻醉相關實驗的資料查找，但實驗中仍有一些預料外的問題，其中之一即為對臺灣動物保育法的不了解。在乙醚麻醉實驗中，指導老師輕輕帶過的那句：「我前幾天看到美國幾篇文章中提到在動物身上進行乙醚麻醉是不合法的，你們知道嗎……」這句實驗後的閒聊讓我們頓時意識到在實驗之前，我們並沒有先查詢臺灣動物保育法中與動物實驗相關的資料，因此終止了往後的乙醚實驗。然而查詢臺灣動保法之後，我們對其中的內容也有所困惑，發現臺灣針對動物實驗的法律僅有四條（第十五條至第十八條），其中也有一些模稜兩可的灰色地帶，我們當初查詢時也一個頭兩個大，不知自己的行為是否踰矩。

希望臺灣可以下多心思在動保法上，避免灰色地帶的產生，才能真正達成這項法律的唯一要旨——保護以及愛護動物。

參考資料

1. <https://yitelai.blogspot.com/2017/01/blog-post.html> 以乙醚 & 丁香油殺傷力 (賴亦德)
2. <http://www.biolasco.com.tw/index.php/tw/2014-03-26-15-29-00/2014-01-16-10-36-54/25-2014-01-16-10-20-16> 麻醉簡介觀察分析等知識 (樂斯科生物科技)
3. 科學月刊 (林孝信、李怡嚴)
4. 國外雜誌 science
5. <https://www.youtube.com/watch?v=oapvk43gyS8&t=406s> (麻醉發展)
6. <https://www.youtube.com/watch?v=7BiMiofOyIY&t=405s> (麻醉簡史)
7. <https://youtu.be/odj26Zsy6w?si=MjukYhxQJygbI3fz>(他校田雞麻醉實驗)