

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 麻醉深度之最佳化控制

計畫編號：NSC 88-2213-E-002-014

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：趙福杉

臺大醫學工程學研究所

### 一、中文摘要

中樞神經系統的電生理信號深受到麻醉深度的影響，因此有必要監測心跳、血壓、二氧化碳濃度、體溫及場電位等生理參數以判斷及控制麻醉深度，進而得到穩定且良好的電生理記錄。本計畫中我們成功地將現有的儀器設備透過 RS-232 串列通訊埠連接至一部 PC，目前所能監視與麻醉狀態相關的生理參數有血壓、二氧化碳、體溫等，而注射幫浦則作為控制麻醉深度之設備。

除了如期完成當初所規劃之監控系統外，亦利用此系統進行初步之動物實驗，由實驗之初期結果顯示血壓能反應出大鼠之麻醉深度，目前這些初步結果已在整理之中準備投稿至相關期刊。

**關鍵詞：**麻醉、RS-232、血壓

**Abstract-**The electrophysiological signals in the central nervous system are highly affected by anesthesia. Therefore, for adequate anesthetic control it is very important to monitor physiological variables such as heart rate, blood pressure, CO<sub>2</sub> concentration, body temperature, evoked potential and so on. In this project to relief the overhead of manual monitoring and control of anesthesia related instruments, computerized automatic control system was developed. Several instruments in our laboratory were successfully connected to a PC. At present we can monitor heart rate, blood pressure, CO<sub>2</sub> concentration, and body temperature. The infusion pump was used for drug delivery to control the anesthetic level of the rat.

By using the system we also carried on animal experiments of anesthetic control. The preliminary data suggest that the blood

pressure is highly correlated with the level of anesthesia.

**Keywords:** Anesthesia, RS-232, blood pressure

### 二、前言

中樞神經系統的電生理信號深受到麻醉深度的影響[1]，若麻醉深度不足時則所記錄的誘發信號變異很大，大鼠視丘所記錄到的誘發場電位在適當的麻醉深度時只要 20 至 30 次的信號平均即可達成高於 0.95 的相關性（Cross-correlation），但是在麻醉太淺時中樞神經系統自發性的活動將會干擾到由刺激所誘發的電信號，因而需要到 50 至 60 次信號平均才夠，由此可知麻醉深度的控制對神經電生理的記錄十分重要。

為了對實驗動物的麻醉深度作良好監控，須先監測實驗動物的生理參數作為判斷麻醉深度的依據，與麻醉深度較有關的生理信號有心跳、血壓、二氧化碳濃度、體溫及腦電圖等，然而以人力對多種生理參數加以監控十分費時且不易達到良好的效果，常常因為專注於實驗的進行而忽略了適當麻醉深度之維持，造成斷斷續續的監控而無法達成連續且穩定的要求，只有自動化的監控方式才能解決此一困難。由於現有的儀器設備很多都具備標準的通訊介面（如 RS-232）使得利用電腦作為自動監控麻醉儀器變成可行，本計畫將現有的設備整合以建立此自動之麻醉監控系統，至目前為止在監測系統方面我們已將血壓、心跳、體溫及呼吸 CO<sub>2</sub> 濃度連接至電腦，而在控制方面則已完成注射幫浦之連接(如圖 1 所示)。

生理參數中以血壓（BP）具有密切之

關係，也最常被應用為監控之指標，因此本計畫在完成整個監控系統後也以大鼠血壓作為參數進行麻醉深度之初期研究。

### 三、結果

#### (一)、監控系統

本系統之架構如圖 1 所示（灰色方塊表示即將開發的部分），系統中包括微電腦、生理信號量測單元及麻醉控制單元。由於這些信號都是低頻信號或已經過前置處理，所以電腦和這些儀器之間都採用 RS-232 串列埠來通訊可以減少額外硬體之需求。而生理信號量測單元的主要功能是量測包括血壓、心率、體溫、呼吸二氧化碳濃度及誘發場電位等。麻醉控制單元則是利用注射幫浦對大鼠注射麻醉藥劑。系統中的串列埠切換卡主要的功能是把一個微電腦上的串列埠加以多工擴充，使得一個串列埠可以連接至許多部具有 RS-232 通訊介面儀器。

#### 串列通訊埠切換

目前的微電腦大部分都僅具有兩個串列通訊埠，而且其中一個一般都接著滑鼠，因此可用的串列通訊埠只剩一個，但是實驗系統中需要連接許多串列通訊儀器，所以必須設計串列通訊切換卡把一個串列通訊埠加以擴充，以連接多個儀器，並且能以程式同時控制這些儀器。由於所監控的生理信號都屬於低頻信號，因此量測這些生理信號的儀器可以以分時多工的方式分享同一個串列通訊埠。這個串列埠切換卡將以 ISA 規格和微電腦相容，其架構如圖 2 所示。在此電路中將利用位址比較器及資料暫存器來選擇串列埠的傳輸通道，而每一個通道都符合 RS-232 串列埠的標準。

#### 二氧化碳監視器

本實驗室現有 Datex Normocap 200 型的二氧化碳監視器，它具有 RS-232 介面，因此適合需求。

#### 數位體溫計

體溫的量測是瞭解動物生理狀況的重

要依據，因此在此本系統將現有的數位體溫計（TES-2730）透過串列埠加以整合。

#### 注射幫浦

本實驗室現有 KDS 200 型的注射幫浦，該儀器具有 RS-232 通訊能力。透過自動控制的程序，可長時間自動對實驗動物加以注射麻醉藥劑。

#### 血壓及心跳

本實驗室現有血壓計（WPI BP-1）不具有和電腦溝通的通信埠，其輸出信號是類比的電壓，而欠缺直接和電腦溝通的能力。因此在本計畫中另行研發一套完整的血壓自動記錄系統[2]。

#### (二)、初步動物實驗

##### 動物手術

本計畫以 200g 到 500g 的大鼠作 sodium pentobarbital 腹腔麻醉（50 mg/kg），再作動靜脈及氣管插管，在頸動脈量取血壓信號，以肛溫計量取大鼠的體溫並連接電毯作恆溫控制，以二氧化碳監視器量測大鼠呼吸的二氧化碳濃度及呼吸頻率。而麻醉藥劑則是以靜脈插管的方式，透過注射幫浦來給藥。連續注射從老鼠輕度麻醉（吐舌頭，動鬍子）的時候開始。連續注射開始之後便由血壓記錄系統以 1 kHz 的速度將血壓波信號記錄起來以便作為進一步分析之用。

#### 實驗設計

動物實驗的過程利用本系統量測巴比妥鹽在不同的注射速率下對大鼠的影響，因為大鼠的體重及年齡會的影響大鼠新陳代謝的速率，同樣的注射速率對不同體重大鼠會造成不同的影響，所以在這個階段的實驗中我們探索的目標將是巴比妥鹽的注射速率對不同體重大鼠的關係：什麼樣的速率會造成大鼠麻醉過量而死亡、什麼樣的速率會造成大鼠麻醉不足、什麼樣的速率會使大鼠維持穩定的麻醉狀況等等，以及在這個過程中心跳、血壓、體溫、二氧化碳濃度及場電位等間的變化情形。

## 資料分析

利用所得到的實驗結果推導影響大鼠麻醉深度之模型，就是利用回歸（Regression）或 Curve Fitting 的方式尋找大鼠麻醉深度及麻醉藥劑間的關係。

## 動物實驗結果

每一分鐘記錄一次其平均血壓值，不同體重老鼠的血壓隨時間變化的結果如圖 3 所示。可以發覺不管老鼠的體重為何，其血壓的平均值均有隨時間逐步下降的趨勢，這可能跟老鼠體內麻醉藥劑的累積有關。另外體重較重的老鼠能夠維持較久的時間。在連續注射開始初期，血壓的穩定性較低常有很大的變異，之後會進入一個穩定期間。當血壓在穩定期間緩慢下降到某個值之後，血壓會快速下降而死亡。

以三次曲線逼近圖 3 的資料，再將每次實驗的全部時間視為一個單位作時間的正規化（normalize）之後得到圖 4 之結果。

## 四、討論

目前本系統已開發完成，可進行多種麻醉相關的生理參數之監測，同時也可透過靜脈注射的方式控制麻醉藥物之供給。此外在本計畫執行期間也自行研發了血壓自動記錄系統[2]，利用此系統我們亦對大鼠之血壓與麻醉藥物之關係作了初步記錄，由實驗結果(圖 4)來看，老鼠開始麻醉時血壓不穩定，之後會進入穩定期間，最後會進入崩潰期，界定這些期間的分界有待進一步的實驗分析。

目前這些初步結果已在整理之中，不久將可投稿至國外或國內醫工相關之期刊，整個計畫目前進行十分順利，大致已達成並超出當初提出之目標。

## 五、參考文獻

- [1] B.S Rosner and D.L. Clark, "Neurophysiologic effects of general anesthetic: II sequential actions in the brain," Anesthesia, vol. 39, pp. 59-81, 1973.
- [2] U.-T. Shue and F.-S. Jaw, "Automatic Blood Pressure Recording System for Anesthetic Control," Biomed. Eng. Appl. Basis Comm.

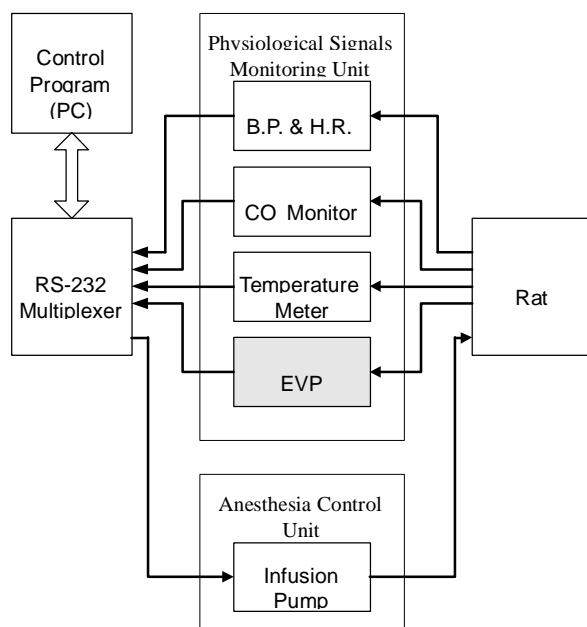


圖 1 系統架構圖

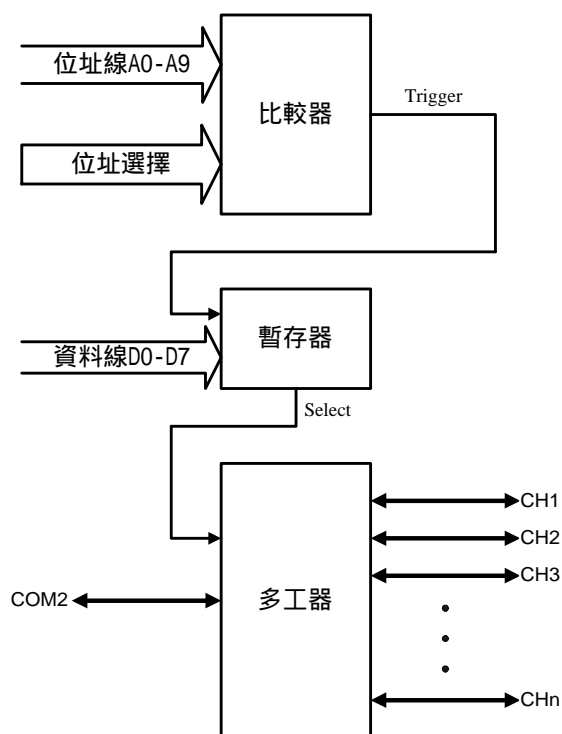


圖 2 串列通訊埠切換卡結構圖

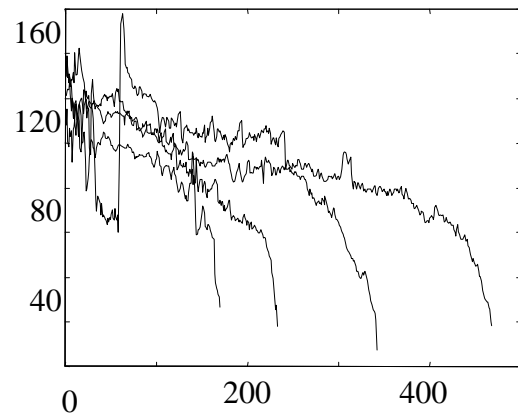


圖 3 血壓隨時間之變化。

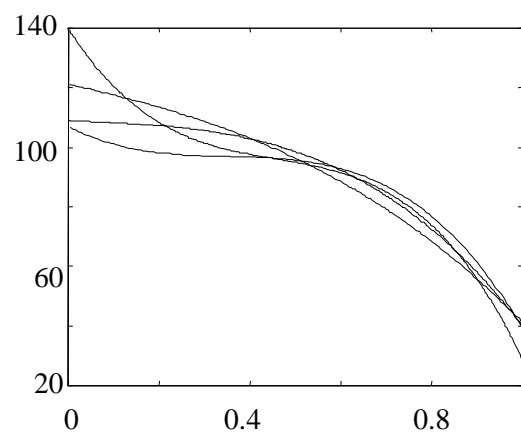


圖 4 正規化後之三次曲線。