

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫三：利用人工智慧建立顱內壓生醫訊號模擬器

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2212-E-002-065-

執行期間：91年08月01日至92年09月30日

執行單位：國立臺灣大學醫學院外科

計畫主持人：黃勝堅

共同主持人：劉宏輝

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 2 月 10 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

利用人工智慧建立醫療自動化之人體模型—顱內壓生醫訊號模擬器之建立

計畫編號：NSC 91-2212-E-002-065

執行期限：91年08月01日至92年07月31日

主持人：黃勝堅 主治醫師(台灣大學醫學院)

計畫參與人員：莊承澤 博士生(元智大學機械工程研究所博士班)

一、中文摘要

許多的腦病變所引起腦部的死亡都和顱內高壓有密切的相關。除了顱內病變會影響顱內壓之外，許多臨床事件也會影響顱內壓。例如，腦灌流壓、頭部抬高或放低、吐氣末正壓、頭部沒有維持正中、頭低腳高、疼痛、躁動、高血壓或低血壓、缺血、二氧化碳過高等。本研究之主要的目的是依據本土資料利用人工智慧在建立一顱內壓模擬器。使一般臨床學習者能夠快速的了解顱內壓與相關生理變化之關係以及各種治療對顱內高壓的效果。而收集到的資料，藉由一些分析方法，如相關性分析，探討這些動作對病人生理訊號與自我調節功能的影響，於臨床上輔助醫師進一步了解病人狀況。

關鍵字：顱內壓、腦灌流壓、人工智慧、模擬器、自我調節功能

二、緣由與目的

正常的顱內壓值隨年紀而異，成年人的正常值小於 10-15 毫米汞柱，小孩的顱內壓為 3-7 毫米汞柱，嬰兒則更低(1)。當顱內容積增加，例如：腦瘤、顱內出血、水腦症、腦水腫等狀況發生時顱內壓(intracranial pressure, ICP)會跟著上升。許多的腦病變所引起腦部的死亡都和顱內高壓有密切的相關。研究發現，缺血是腦死的主要原因。顯而易見的，腦循環的停止

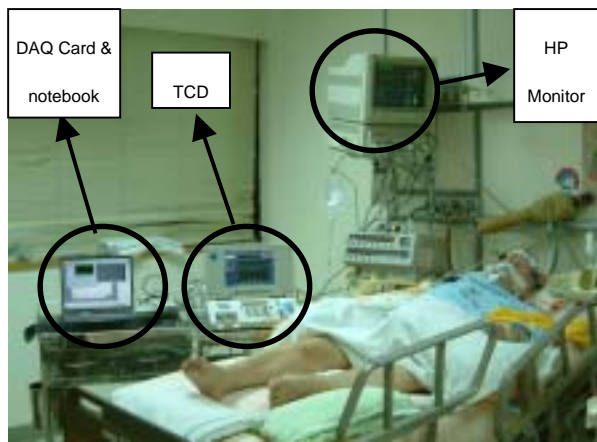
是腦部死亡的主因(2)。腦灌流壓等於平均動脈壓(mean arterial pressure, MAP)減顱內壓(CPP=MAP-ICP)，於是顱內高壓產生時腦灌流壓下降，腦部的灌流受到影響，當顱內高壓無法控制而腦灌流壓持續低於四十毫米汞柱(CPP<40 mmHg)時腦部終至缺血而死(3)。除了顱內病變會影響顱內壓之外，許多臨床事件也會影響顱內壓。例如，頭部抬高或放低、吐氣末正壓、頭部沒有維持正中、頭低腳高(trendelenburg position)、疼痛、躁動、高血壓或低血壓、缺血、二氧化碳過高等。目前控制顱內壓有效的方法如腦脊髓液引流、鎮靜劑、高張利尿劑及過度通氣都已相當確定(4,5,6)。本研究之主要的目的是依據本土資料利用人工智慧在建立一顱內壓模擬器，使一般臨床學習者能夠快速的了解顱內壓與相關生理變化之關係以及各種治療對顱內高壓的效果。

三、結果與討論

1. 資料收集

利用先前建立的資料收集系統(圖一至圖三為系統硬體設備)，抓取頻率(sampling rate)為 100Hz 進行資料的擷取，收集資料除顱內壓(ICP)為必要量測訊號以外，其他生理訊號的收集如動脈含氧飽和度(SaO₂)、潮氣末二氧化碳(end-tidal CO₂, EtCO₂)、血壓(blood pressure, BP)、心電圖(ECG)、平均腦血流速(mean velocity, MV)。圖四為擷取訊號時的畫面，其中共有三個擷取介面，分別為影像

擷取介面、類比訊號擷取介面、數位訊號擷取介面，而影像擷取介面記錄著擷取資料時病人的狀態。圖五為透過 DAQ Card 擷取類比訊號數據(包括 BP、ICP、ECG、MV)，於 notebook 上的軟體介面，圖六為以 RS232 由 HP Monitor 儀器上擷取數位訊號(包括 HR、SaO2、ICP、EtCO2)，於 notebook 上的軟體介面。



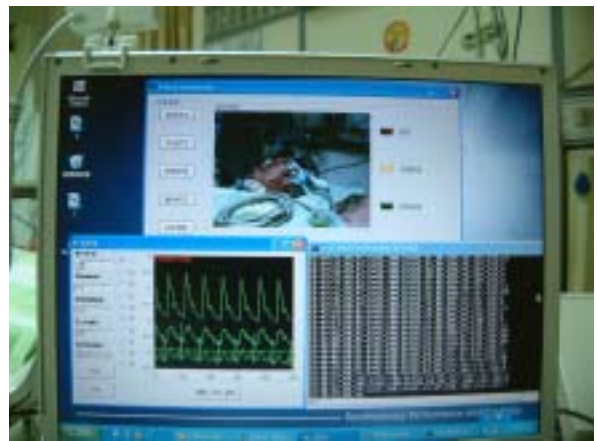
圖一、硬體設備實體圖(在加護病房監視病人的情形)



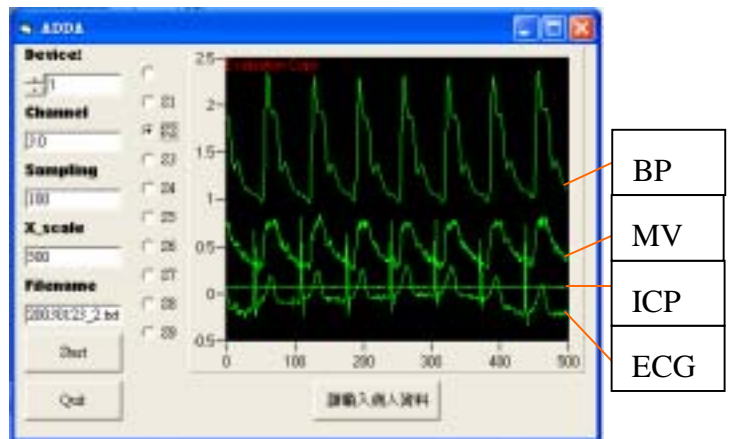
圖二、DAQ card、Cable 線、接線盒、信號線



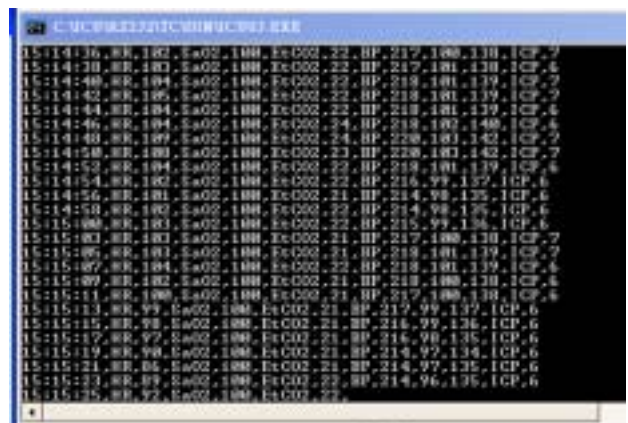
圖三、接線盒內部圖



圖四、擷取訊號時的畫面



圖五、類比訊號之擷取介面



圖六、RS232 之擷取畫面

我們針對以下動作做資料的記錄，藉由一些分析方法，探討這些動作對病人生理訊號與自我調節功能(auto regulation)的影響，於臨床上輔助醫師進一步了解病人狀況。

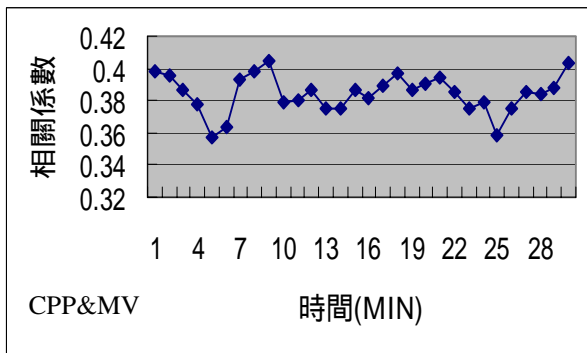
- (1) EtCO2 變化
- (2) 藥物注射
- (3) 頭部角度

(4) 醫護人員護理動作

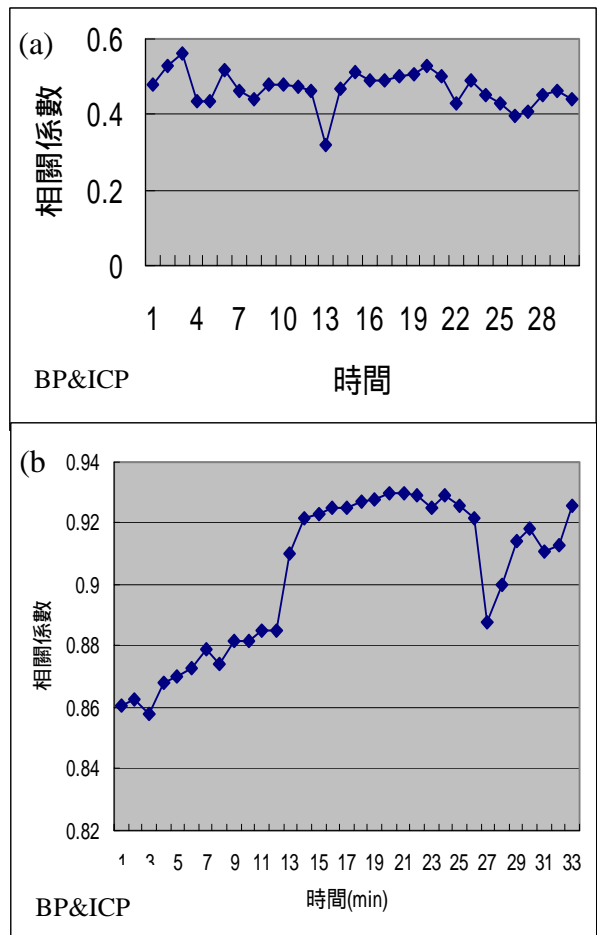
2. 資料分析

我們先探討 BP 與 ICP 這兩個生理訊號的相關性還有 CPP 與 MV 的相關性對病人自我調節功能的影響。

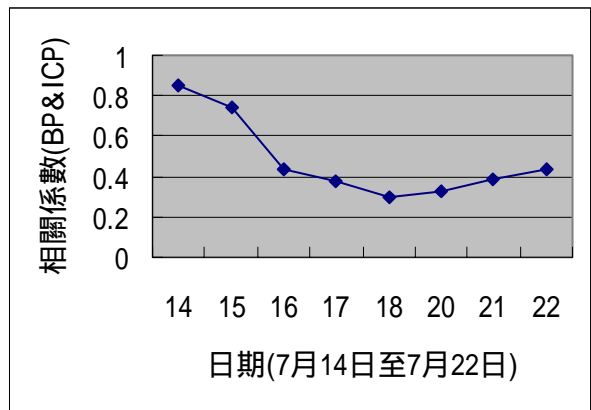
我們使用 moving linear(Pearson's)方法求其相關係數(correlation coefficient) 根據文獻(7), 相關係數低或負值表示病人的自我調節功能正常, 而若呈現趨近於 1 的正值, 表示病人的自我調節功能幾乎喪失功用。圖六為一般病人 CPP 與 MV 相關係數圖。圖七為 BP 與 ICP 相關係數圖。其中(a)一般病人, (b)瀕死病人。我們可以看到, 瀕死病人的相關係數趨近於 1 而一般病人則是在 0.5 以下。圖八為一名入院初期狀況不佳的病人, 經過治療護理後, 相關係數的變化, 可以看出相關係數一開始趨近於 1, 而後來下降至 0.3~0.5 之間, 病人的自我調節功能也與圖形吻合, 漸漸趨於正常。



圖六、一般病人 CPP 與 MV 相關係數圖

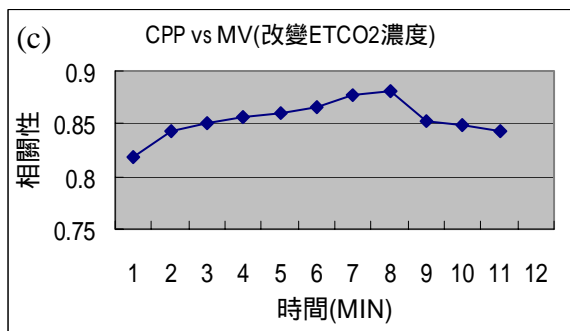
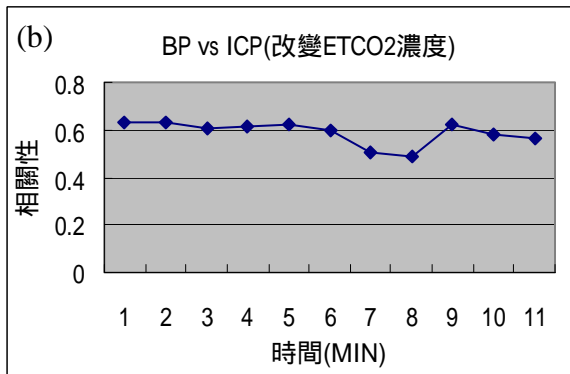
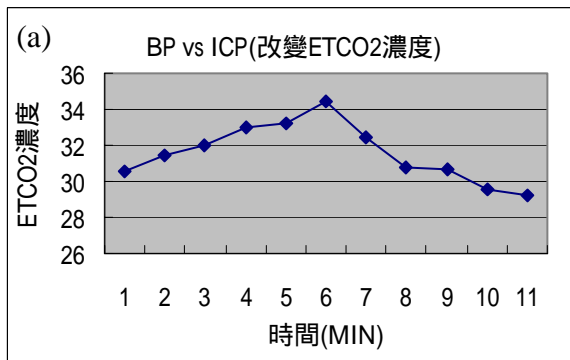


圖七、一般與瀕死病人相關係數比較



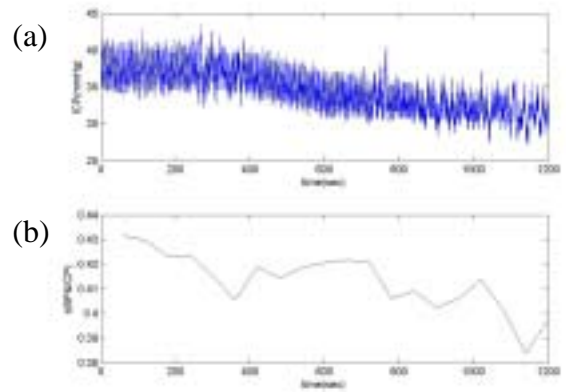
圖八、治療過程相關係數變化

圖九為改變病人潮氣末二氧化碳 (EtCO₂) 濃度相關係數的變化, 可以看出 CPP 與 MV 相關係數趨勢與濃度變化趨勢相同, 而 BP 與 ICP 相關係數則是相反。

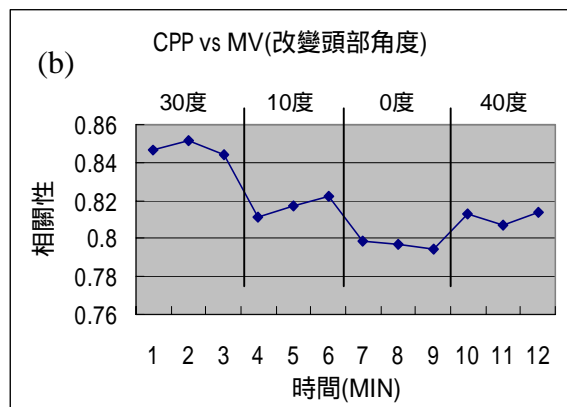
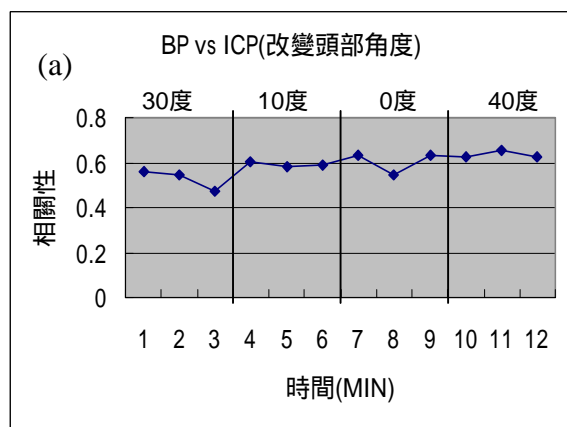


圖九、(a) (EtCO₂) 濃度變化(b) BP 與 ICP 相關係數圖(c) CPP 與 MV 相關係數圖

圖十(a)為病人注射藥物(mannitol)後 ICP 的變化圖，圖十(b)為 BP 與 ICP 的相關係數，此藥物為可使病人顱內壓降低，我們看到打藥後病人的 ICP 變低，而 BP 與 ICP 的相關係數與 ICP 一樣有變低的趨勢。圖十一為改變病人頭部角度相關係數變化圖，其中(a)為 BP 與 ICP 的相關係數與頭部角度關係圖，而(b)為 CPP 與 MV 相關係數圖與頭部角度關係圖。據經驗頭部角度會影響病人顱內壓，角度越低顱內壓越高。我們以相關係數探討頭部角度對病人自我調節功能的影響。



圖十、(a) ICP 的變化圖(b)BP 與 ICP 的相關係數變化圖



圖十一、(a)BP 與 ICP 的相關係數(b)為 CPP 與 MV 相關係數圖

四、計畫成果自評

91 年計畫中我們已經完成大部分的目標，包含資料收集系統的硬體設備與軟體介面，亦以將收集到的資料做初步分析探討，做為 92 年計畫中建立顱內壓生醫訊號模擬器之用。未來，我們將收集更多有利數據並尋求是否有更合適的分析法則，

來建立顱內壓生醫訊號模擬器，並配合其他子計畫，完成一套完整的醫療人體模型教學輔具。

五、參考文獻

1. Greenberg MS. Handbook of neurosurgery. New York: Thieme, 2001:640-641
2. Granham DI, Ford I, Adass JH, et al. Ischemia brain damage still common in non-missile head injury. J neur Neurosur Psychiatry, 1989; 52:3346-50
3. Rosner MJ, Rosner SD, Johnson AH. Cerebral perfusion pressure: management protocol and clinical result. J Neurosurg 1995;83: 949-62
4. The Brain Trauma Foundation. The American Association of Neurological Surgeons. The Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Intracranial pressure treatment threshold. J Neurotrauma. 2000 Jun-Jul;17(6-7):493-5.
5. Marion DW, Letarte PB: Management of intracranial hypertension. Contemporary Neurosurgery 1997;19(3): 1-7
6. Broderick JP, Adams HP, Barsan W et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage. A statement for healthcare professionals from a special writing group of the stroke council, American heart association. Stroke 1999; 30: 905-15.
7. Luzius A. Steiner, MD; Marek Czosnyka, PhD, DSc; Stefan K. Piechnik, PhD; Piotr Smielewski, PhD; Doris Chatfield, BSc; David K. Menon, PhD, FRCP, FRCA, FMedSci; John D. Pickard, MChir, FRCS, FMedSci: Continuous monitoring of cerebrovascular pressure reactivity allows determination of optimal cerebral perfusion pressure in patients with traumatic brain injury. Crit Care Med 2002; 30 (4), pp. 733-738.

