

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

主動式神經外科加護病房監測輔助系統--以頭部外傷病人之臨床
變數預測頭部電腦斷層掃描結果

An Active Patient Monitoring System for Neurosurgical Intensive
Care Units--Using Clinical Variables to Predict Cranial Computed
Tomography Results of Head Injury Patients

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89 - 2213 - E - 038 - 001

執行期間：88年 08月01日至 89年 07月31日

計畫主持人：劉建財

共同主持人：盧美秀、邱文達、許明暉

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：台北醫學大學醫學資訊研究所

中 華 民 國 89 年 10 月 26 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

主動式神經外科加護病房監測輔助系統

計畫編號：NSC 89 - 2213 - E - 038 - 001

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：劉建財(ctliu@tmc.edu.tw) 台北醫學大學醫學資訊研究所

共同主持人：盧美秀、邱文達、許明暉 台北醫學大學

計畫參與人員：黃奇洲、陳念慈 台北醫學大學醫學資訊研究所

一、中文摘要

從西元 1971 年，Hounsfield 在英國建置了第一部電腦斷層掃描的機器，這項造影技術就對外傷的診治產生了重大的衝擊。即使在三十年後的今天，頭部電腦斷層掃描仍舊是診斷頭部外傷的最重要工具。

對於何種情況下的頭部外傷病患，應安排頭部電腦斷層掃描，並無普遍性的原則；每個區域，甚至每個醫院，都可能因時因地採用寬鬆不一的標準。在臨床業務中因是否應該安排頭部電腦斷層掃描而常常困擾醫療人員與病患或家屬。因此為減少病患曝露在頭部電腦斷層掃描機會及提高醫療品質，是否應該安排頭部電腦斷層掃描應有更客觀的評估依據。

因此我們嘗試利用實際的病例，來訓練一類神經元網路，以病人的臨床變數，來預測頭部電腦斷層掃描的結果。其中病人的臨床變數包含：性別、年齡、昏迷指數、血壓（收縮壓、舒張壓）、心跳速率、呼吸速率、瞳孔對光反應性（瞳孔狀態以兩個變數來表示即兩側孔是否等大及對光反應正常之瞳孔數目）、是否飲酒、是否伴隨其他傷害、與受傷機轉（車禍、暴力、跌落、其他）。電腦斷層掃描結果則分為正常與異常，異常的結果又細分為腦水腫、顱骨骨折、顱內出血（蜘蛛網膜下腔出血，硬腦膜上出血、硬腦膜下出血、腦出血、腦室出血）、中線偏移、腦幹周圍腦池消失與基底腦池消失。

我們收集 150 例曾因頭部外傷接受頭部電腦斷層掃描檢查的病例，其中 100 例作為訓練之用，50 例作為驗證之用。所有

的頭部電腦斷層掃描影像都利用掃描器數位化後加以儲存，並經一位神經外科醫師及一位放射科醫師判讀。

所使用之類神經元演算軟體為購自美國 Ward Systems Groups, Inc 之 NeuroShell Classifier Release 2.0。其運算法則為機率類神經元網路。

我們的研究結果顯示經過適當訓練的類神經元網路在預測頭部電腦斷層掃描檢查結果為正常或不正常表現不如理想，但卻可準確預測有臏內壓升高徵兆（如中線偏移、腦幹周圍腦池消失與基底腦池消失）之頭部電腦斷層掃描。

關鍵詞：頭部外傷、頭部電腦斷層掃描、類神經網路

Abstract

The first clinical CT scanner was installed by Godfrey Hounsfield in 1971. Since then cranial computed tomography is the most important tool for diagnosis of head traumas. However the argument of performing cranial CT scans for head injury patients is controversial. Thus the more reliable predictions of the results of cranial CT in head injury patients could be helpful for clinicians to decide to perform emergency cranial CT scans.

We developed a neural network model to predict cranial computed tomography results in head injury patients using clinical variables. There were 150 patients with head injury admitted to a regional trauma center and enrolled in the study.

Clinical variables (Age, Sex, Glasgow coma scale, Systolic blood pressure,

Diastolic blood pressure, Heart rate, Respiration rate, pupil response, cause of injury) and CT characteristics (Brain swelling, Skull fracture, Type of hematoma, midline shift, obliteration of ambient cistern or basal cistern) were recorded. 100 cases were used to train the neural network model. 50 cases were used to test the accuracy, sensitivity, and specificity of the model.

The performance of the model to differentiate normal from abnormal (for example, minimal SAH) cranial CT is not as good as expected, but for the predicts of those cranial CT with IICP (midline shift, obliteration of basal cistern or ambient cistern) are very well.

Keywords: Brain injury, Artificial Neural Network, Computed tomography

二、緣由與目的

病患住進加護病房其病情一定嚴重緊急且隨時危及生命，因此必須不斷的加以監視病情發展，當有異常的狀況時，便立刻採取適當之急救措施。然而，一般醫院加護病房配置的醫師和護理人力是無法時時刻刻均在病床旁邊隨時監視病患病情。

本計畫最初構想是將針對神經外科加護病房研究利用從監測儀器中擷取的病患動態生理資訊，臨床檢驗結果、檢查報告和護理記錄等資訊，融合醫師診斷規範或推理規則加以過濾，設計以事件(event)為導向的智慧型推理引擎(inference engine)，隨時掌握病患最新的臨床醫療資訊，適時地提供醫師徵兆指標及影響程度，協助臨床決策。然而，因本研究計畫核定經費非常有限，根本無法執行從監測儀器中擷取的病患動態生理資訊，臨床檢驗結果、檢查報告和護理記錄等，故研究適當的範圍縮小至我們假設已經有病患動態生理資訊，臨床檢驗結果和檢查報告等記錄，然後針對頭部外傷病患，最常引起爭議得問題：在何種情況下應該安排頭部電腦斷層掃描進行研究。這也就是說，我們以病人的臨床徵狀當作變數，來預測頭部電腦斷層掃描的結果。

有經驗的醫師可以憑藉臨床檢查篩選出高危險群之頭部外傷病人，再進一步為

病人安排頭部電腦斷層掃描檢查，以確定病人是否發生顱內出血。因此我們認為頭部外傷病患之臨床表現與顱內出血的確存在可供預測之經驗法則。

類神經網路是一種基於對神經生物學研究所啟發的資訊處理技術。它模仿神經元之運作方式，讓電腦經由學習程序，建立對某一問題之演算方式。它先以一組範例(即系統輸入與輸出所組成的資料)來作訓練，以建立系統模型(即輸入與出入間的關係)，再利用這樣的系統模型來作推估、預測、決策、診斷。目前類神經網路已被廣泛利用於商業、經濟、教育、科學等各項領域來協助解決各種與評估(estimation)、預測(prediction)、分類(classification)、及最佳(optimization)相關的問題。醫學領域因經常遭遇上述形態之問題，因此也有許多應用類神經網路的範例。這些應用大致可分為疾病診斷、影像判讀、波形分析、預後評估、病理判讀與臨床藥學等領域。

我們嘗試利用實際的病例，來訓練一類神經元網路，以頭部外傷病人的臨床變數，來預測頭部電腦斷層掃描的結果。

三、材料與方法

從 1996 年 6 月到 1996 年 12 月，六個月當中，因頭部外傷而在某區域醫院急診室接受頭部電腦斷層檢查之病患，被包含於本研究當中。我們從病歷中回溯性收集病患之基本資料(年齡、性別)，受傷的機制(車禍、暴力、跌落、其他)與進行電腦斷層檢查時間最接近的一組臨床變數，包含血壓(收縮壓、舒張壓)、心率、呼吸次數、昏迷指數、伴隨傷害、瞳孔狀態(是否等大及對光反應正常之瞳孔數目)。所有電腦斷層掃描結果，都由一位神經外科醫師與一位放射科醫師檢閱，並有共同之判讀結果。其結果分為正常與不正常。不正常的項目又分為腦水腫、顱骨骨折、蜘蛛網膜下腔出血、硬腦膜上出血、硬腦膜下、蜘蛛網膜下腔出血、硬腦膜上出血、硬腦膜下出血、腦出血、腦室出血、中線偏移、腦幹周圍腦池壓迫、基底核腦池壓迫。如此總共收集到資料完整之病歷 150 例。

我們使用一個類神經元網路之套裝軟體(Neural Shell Classifier Version 2; Word Systems Group;)，作為演算之工具，來探

討以病患之臨床變數，預測電腦斷層掃描結果之可能性。

150 例病例當中以隨機之方式，將 100 例分為訓練組，50 例分為測試組。完成 100 例之訓練後，以 50 例測試組的病人來檢測該類神經網路對電腦斷層掃描結果之敏感性 (Sensitivity)，特異性 (Specificity) 及 ROC curve。

四、結果

以訓練後之類神經元網路，預測頭部電腦斷層掃描結果為正常或不正常之正確率為 70% (35/50)。其中 30 例正常的病例有 23 例預測正確，7 例預測錯誤。20 例正常例中有 12 例預測正確，8 例預測錯誤 (見表一)。其 ROC curve (見圖一) 下涵蓋之區域為 0.7217。

如果以訓練後之類神經元網路預測電腦斷層掃描，是否有顱內壓 (ICP) 升高之特徵，如中線偏移、腦幹周圍池壓迫，或基底核腦池壓迫，則其準確率更高，可達 88% (44/50)。其中 38 例無顱內壓升高特徵之病例，有 32 例預測正確，6 例預測錯誤；12 例有顱內壓升高特徵之病歷，12 例全部預測正確 (見表二)。其 ROC curve (見圖二) 下涵蓋之面積為 0.9265。

五、討論與結論

頭部外傷病患若有較大之顱內出血會產生顱內壓升高 (Increased intracranial pressure, IICP)。顱內壓升高會造成病人頭痛、嘔吐、嗜睡及意識障礙 (即昏迷指數下降)。當顱內壓持續升高就會有心搏徐緩 (50-60/分)，血壓上昇，和呼吸速率不規則等臨床表徵。上述之現象稱做庫欣氏反射 Cushing reflex，這是我們選擇輸入變數的根據。

Mendelow AD 等人在 1983 年的一項研究指出，顱骨 X 光有骨折及意識障礙的病患，有 25% 的機率在頭部電腦斷層掃描上有需手術清除的顱內血塊。若無上述兩個危險因子，則病患只有六千分之一的機率，在頭部電腦斷層掃描上出現需手術清除的顱內血塊。

Rivard F 在 1987 年針對 98 名頭部外傷兒童的研究顯示，昏迷指數小於或等於 12 分，住院有意識障礙及有局部之神經學異常與不正常之頭部電腦斷層掃描，有顯著

的相關。但是有 51 名病患昏迷指數檢查大於 12 分，其中有 31% 之電腦斷層掃描檢查不正常。該研究的結論為沒有任何臨床變數，不管是單獨或合併，可以準確預測病患之電腦斷層掃描結果。

Gutman MB 等人在 1992 年的一項研究中，指出幾項伴隨需手術的外傷性顱內血腫的危險因子，其中包括年齡、昏迷指數、瞳孔不等大，及外傷機制是跌落。該研究中，年齡超過四十歲，昏迷指數在 13 分到 15 分的跌落病患，有 29% 的機率發生需手術的顱內血腫。

Reinus WR 等人在 1993 年的一項研究，針對一個一級創傷中心，373 例頭部外傷病患的研究，指出神經學檢查異常、中毒、失憶病史與局部神經學障礙，這四項因素和不正常頭部電腦斷層顯著相關。以這四個項目作為診斷依據，對不正常之頭部電腦斷層掃描有 90.1% 的 Sensitivity 及 98.1% 的 Negative predictive value。

1993 年 Erickson KK 對 1074 位頭部外傷病患的回溯性研究指出，局部神經學障礙、無反應 (Unresponsiveness) 及高血壓，為不正常頭部電腦斷層掃描的三個危險因子。

Reinus W.R 等人在 1994 年的研究顯示，急診室的醫師可以相當準確的預測病人接受頭部電腦斷層掃描的結果，(該研究將頭部電腦斷層掃描結果分為急性異常、慢性異常與正常)。

Hung C.C 及 Chiu W.T 等人在 1996 年一項研究中指出，在一般頭部 X 光中發現顱骨骨折與意識喪失這兩項因素，與電腦斷層上出現需手術清除血塊有顯著相關。其中作者對需手術清除血塊 (SSIH—Surgically significant intracranial hematoma) 的定義為：顱內血塊，具又腫塊效應 (mass effect) 及腦部壓迫而危及病人生命，因此需外科手術清除的血塊。

根據上述文獻頭部 X 光出現顱骨骨折、有失憶現象與顱內出血有顯著相關，但本研究並未選取這兩項作為輸入變數，因為我們希望輸入變數具有簡單易得的特性。而昏迷病患通常無法針對自身的症狀加以描述。

本研究顯示，經過適當訓練的類神經

元網路，可以憑藉病人臨床變數，準確預測頭部電腦斷層掃描結果，若預測頭部電腦斷層掃描結果為正常或不正常，則其準確性為 70%，若預測頭部電腦斷層掃描結果是否有顱內壓升高之特徵，如中線偏移、腦幹周圍池壓迫，或基底核腦池壓迫，則其準確率達 88%，是否能將此經訓練之類神經元網路實作，置於急診室協助醫師，完成病人是否應接受頭部電腦斷層掃描檢查之決策，則有待進一步之討論。

五、參考文獻

- [1] 許明暉、劉建財、李友專、邱文達：以頭部外傷病人之臨床變數預測頭部電腦斷層掃描結果，In Medical Informatics Symposium in Taiwan(Oct 2000), 5-9.
- [2] Baxt, William G. Application of artificial neural networks to clinical medicine. Lancet 1995. 346(8983):1135-1138.
- [3] Goldman L, et al. A computer protocol to predict myocardial infarction in emergency department patients with chest pain. N Engl J Med 1988; 318: 797-803.
- [4] Dybowski R, et al. Prediction of outcome in critically ill patients using artificial neural network synthesised by genetic algorithm. Lancet. 1996 Apr 27;347(9009):1146-50.
- [5] Hung CC, Chiu WT, Lee LS, Lin LS, Shih CJ. Risk factors predicting surgically significant intracranial hematomas in patients with head injuries. J Formos Med Assoc. 1996 Apr;95(4):294-7.

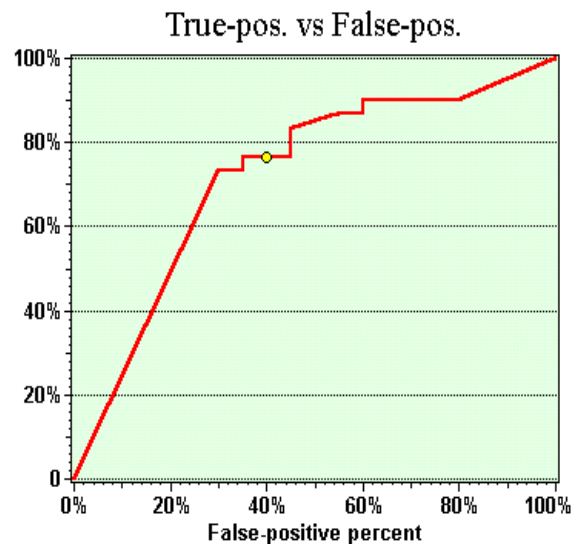
表一、類神經元網路預測 CT 是否正常之 contingency table

	CT不正常	CT正常	Total
預測不正常	23	8	31
預測正常	7	12	19
Total	30	20	50
True-pos ratio	0.7667	0.6	
False-pos ratio	0.4	0.2333	
True-neg ratio	0.6	0.7667	
False-neg ratio	0.2333	0.4	
Sensitivity	76.67%	60.00%	

表二、類神經元網路預測 CT 是否有 IICP 之 contingency table

預測不正常	32	0	32
預測正常	6	12	18
Total	38	12	50
True-pos ratio	0.8421	1	
False-pos ratio	0	0.1579	
True-neg ratio	1	0.8421	
False-neg ratio	0.159	0	
Sensitivity	84.21%	100.00%	
Specificity	100.00%	84.21%	

圖一、類神經元網路預測是否正常之 ROC curve。其曲線下 Area=0.7217



圖二、類神經元網路預測是否有 IICP 之 ROC curve。其曲線下 Area=0.7217

