

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

腎臟超音波於診斷頸髓損傷患者橫膈麻痺之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2314-B-040-024-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：中山醫學大學醫學系

計畫主持人：畢柳鶯

計畫參與人員：吳耀廷

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 29 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告

超音波掃瞄腎臟移動與 X 光透視橫膈移動評估橫膈功能之 比較

Comparison of ultrasonographic renal excursion with
fluoroscopy diaphragmatic excursion in the assessment of
diaphragmatic function in high cervical cord injured patients

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 91-2314-B-040-024

執行期間：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

計畫主持人：畢柳鶯

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：中山醫學大學醫學系復健醫學科

中 華 民 國 92 年 10 月 30 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

超音波掃瞄腎臟移動與 X 光透視橫膈移動評估橫膈功能之比較 Comparison of ultrasonographic renal excursion with fluoroscopy diaphragmatic excursion in the assessment of diaphragmatic function in high cervical cord injured patients

計畫編號：NSC 91-2314-B-040-024

執行期限：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人：畢柳鶯 中山醫學大學醫學系

E-mail: bihliuin@ms2.hinet.net

一、中文摘要

本研究的目的是比較 X 光透視橫膈動作測得的橫膈移動幅度與超音波掃瞄測得的腎臟移動幅度評估高位頸髓損傷患者橫膈功能之一致性，並探討以腎臟超音波掃瞄腎臟上下移動幅度來診斷橫膈麻痺的準確度。總計 15 位高位頸髓損傷患者接受檢查，共 30 個半邊橫膈(hemidiaphragm)。其中有 2 個半邊橫膈在 X-光透視檢查橫膈移動幅度及超音波掃瞄腎臟移動幅度都小於正常值，被診斷為半邊橫膈麻痺。其餘 28 個正常的半邊橫膈，在 X-光透視檢查所測得的橫膈移動幅度數值範圍從 30 到 83 mm，平均值 59 mm；腎臟超音波掃瞄所測得腎臟移動幅度數值範圍從 28 到 61 mm，平均值 49 mm。橫膈移動幅度與腎臟移動幅度的相關性比較，得到 $r=0.853$ ，兩者間有顯著相關。以 X-光透視橫膈動作結果做為橫膈麻痺的診斷標準，30 個半邊橫膈中有兩例屬於半邊橫膈麻痺，腎臟超音波掃瞄腎臟移動幅度的檢查結果與之完全相同，其診斷準確性為百分之百。

本研究結果顯示腎臟移動與橫膈移動間的相關性相當高，且利用腎臟超音波診斷橫膈麻痺的正確性為百分之百。又超音波掃瞄有不具輻射性、可在床邊檢查、適用於兒童、適用於長期追蹤等優點。利用超音波掃瞄腎臟動作來評估橫膈功能，不但具有超音波的許多優點，又能夠克服 X-光螢光透視的放射線曝露及超音波不易掃瞄左側橫膈的缺點，臨床上，可以做為橫膈功能篩檢的第一線工具，也適合作為長期追蹤的工具。

關鍵詞：橫膈移動，腎臟移動，橫膈麻痺，X 光透視檢查，超音波掃瞄

二、緣由與目的

在復健科的醫療服務中，脊髓損傷是殘障復健最主要的治療對象，近年來流行病學研究顯示頸髓損傷的比例已經超過脊髓損患者總數的一半以上。頸髓損傷患者，由胸髓神經負責支配的肋間肌以及腹肌麻痺，僅餘頸部附屬呼吸肌肉及橫膈肌殘存有功能[1, 2]。橫膈肌負責氣功能的 70% 左右，因此橫膈肌是否合併神經損傷而造成無力或麻痺，在臨床上對頸髓損傷患者的呼吸功能訓練及預後，佔有非常重要的角色[3, 4]。

X-光透視檢查 (fluoroscopy) 是傳統上最簡單、實用的第一線評估橫膈功能工具[3, 5]。自 1975 年以來，陸續有學者報告使用 B-mode 或 M-mode 超音波掃瞄 (ultrasonography) 來偵測橫膈動作，可以準確的診斷橫膈功能障礙[6-8]。且相對於 X-光透視檢查的缺點，超音波掃瞄有不具輻射性、可在床邊檢查、適用於兒童、適用於長期追蹤等優點[9-13]。然而由於超音波掃瞄橫膈動作也有其限制[6, 10, 14, 15]，例如需仰賴檢查者的經驗、技術，加上左側橫膈比較不容易取得影像，因此此項檢查並未在臨床上普遍被應用。

除了腹部嚴重漲氣的情形以外，腹腔內的臟器原則上都為不可壓縮的物質，整個腹腔可以被

視為可流動的流體 (hydraulic coupling fluid)，橫膈因呼吸而上昇或下降時，會帶動腹腔內臟器上升或下降[16-18]。研究指出正常人深呼吸時，橫膈移動幅度 (diaphragmatic excursion) [7, 8, 14] 與腎臟移動幅度 (renal excursion) [19, 20] 都是平均 4 至 5 公分左右。因此可以假設呼吸中橫膈移動的幅度與 renal excursion 應該有很高的相關性。

本研究的目的是針對高位頸髓損傷患者，比較 X-光透視橫膈動作測得的橫膈移動幅度與超音波掃描測得的腎臟移動幅度一致性如何。並探討以腎臟超音波掃描腎臟上下移動幅度來診斷橫膈麻痺的準確性。

三、結果與討論

於本院就診的第六頸髓以上高位頸髓損傷患者連續選取 15 位進入研究。其中男性病人佔多數，共 13 例，只有 2 例是女性。年齡從 18 到 58 歲，平均 32 歲。受傷時間最短是 3 個月，最長是 248 個月，平均 60 個月。受傷的位置有 1 例是第二頸髓損傷，有 7 例是第四頸髓損傷，有 5 例是第五頸髓損傷，有 2 例是第六頸髓損傷。受傷程度只有一例病人受傷部位以下有動作，其餘 13 例受傷部位以下完全無動作。

X-光橫膈透視檢查時，請患者用最大力量作深呼吸三次，將此三個循環的橫膈影像錄影下來，並分別拍下深吸氣及深吐氣時的胸

部 X 光片，由 X 光片上的量尺刻度，可記錄深呼吸時的橫膈動作距離。事後由錄影帶觀察，將三次呼吸中橫膈動作最大的一次的數值記錄下來。橫膈動作幅度是取深吐氣時橫膈圓頂與深吸氣時橫膈圓頂的上下距離，單位為 mm。每位病人有左右二邊橫膈 (hemidiaphragm)，總共得到 30 個數值，但有二位病人最終被診斷為半邊橫膈麻痺，不列入平均值計算。其餘 28 個正常橫膈由 X-光透視錄影所測得的橫膈移動幅度數值範圍從 30 mm 到 83 mm，平均值 59 mm；胸部 X-光片所測得的橫膈移動幅度數值範圍從 -4 mm 到 79 mm，平均值 48 mm。

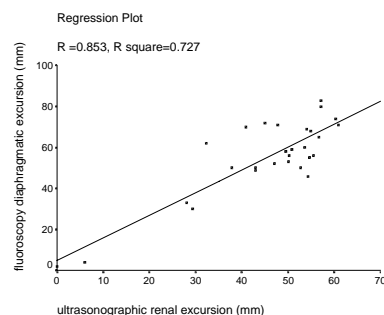
腎臟超音波掃描檢查，受測者仰臥，利用 3.5Hz 的探頭進行 B-mode real time scan 來掃描腎臟。探頭位在 post-axillary line，以能取得腎臟最長軸影像的角度掃描。請患者用最大力氣深呼吸，將三個深呼吸循環的腎臟影像錄影下來。事後由錄影帶觀察，將每次吸氣及吐氣時，腎臟下沿的位置標示下來，可以量得腎臟動作的幅度。取三次呼吸中腎臟動作幅度最大的一次的數值，單位為 mm；腎臟超音波掃描所測得腎臟移動幅度數值範圍從 28 到 61 mm，平均值 49 mm。

Schwartz 利用 MRI 來偵測腎臟動作，受測者在深吸氣及深吐氣時分別閉氣以取得影像，結果腎臟下沿移動幅度平均為 43 mm[25]。Suramo 利用超音波掃描偵測腎臟動作，發現在深呼吸時右側腎臟移

動幅度平均是 40mm，左側腎臟移動幅度平均是 41mm。本研究利用超音波掃描得到的深呼吸時的腎臟動作的範圍為 28-61 mm，平均值為 49 mm，結果和前述 2 篇的研究相似[25, 26]。

當深呼吸時橫膈動作幅度或腎臟動作幅度符合下列標準時，診斷為橫膈無力或麻痺。(1) 動作幅度數值為負值，也就是出現逆向性動作 (paradoxical movement)。(2) 動作幅度的數值小於 20 mm。(3) 一側的動作幅度小於另一側動作幅度的一半以下[23]。根據這個診斷標準，本研究的橫膈 X-光透視檢查結果，有 2 位病人的半邊橫膈被診為橫膈麻痺，若對照膈神經傳導檢查，這 2 個半邊橫膈確實沒有接收到任何的神經肌肉動作電位。其它的 28 個半邊橫膈的動作範圍在 30mm 到 83 mm 之間，平均 59 mm，這和先前提到的研究結果相似[7, 15, 22]。

若以 X-光透視檢查測得的橫膈移動幅度為縱軸，腎臟移動幅度為橫軸，畫出其分布圖，可得圖一。以線性回歸分析 28 組數值的相關係數 r ，得到 $r=0.853$ ，兩者間有顯著相關。若是比較 X-光透視檢查和胸部 X-光檢查之間的關係，其 r 值較小，為 0.755。



若以 X-光透視檢查的橫膈移動幅度為橫膈麻痺的診斷標準，共有 2 個 hemidiaphragm 被診斷為無力或麻痺，其餘為正常。

以腎臟超音波掃描得到的腎臟移動幅度來診斷橫膈麻痺，其結果與 X-光透視檢查完全相同，診斷的準確性為百分之百。

本研究發現胸部 X-光雖然是一項簡單的檢查方法，但是它的結果和 X-光透視檢查比較起來誤差較大。對橫膈麻痺的診斷正確性也沒有腎臟超音波來得高。有 3 例正常的 hemidiaphragm 被診斷為橫膈麻痺，這 3 例其它檢查都正常，主要誤差是因胸部 X-光檢查抓到的只有拍照那一剎那的影像，當檢查者囑咐病人吸飽氣或吐乾淨，然後閉氣拍照。等到拍照剎那，病人可能已過了閉氣期，故沒有照到橫膈最高及最低的位置，所以得到的橫膈移動幅度會偏低。

目前臨床上評估橫膈功能的第一線檢查工具是橫膈 X-光透視檢查，其優點包括檢查儀器普遍、可以同時看到兩側的橫膈動作，以及可以偵測到胸腔是否有其他病變[3, 5]，但它的缺點包括：(1) 患者暴露大量輻射，不適合作為追蹤檢查工具。(2) 無法在加護病

房、床邊進行該項檢查。(3)對無法充分合作的患者如兒童、意識不清患者，操作困難。(4)兩側橫膈麻痺時，則可能因腹部肌肉收放鬆而造成橫膈被動性的移動。或橫膈以外的吸氣肌收縮，造成吸氣時胸腔向上擴張，相對於肋骨的上升使得橫膈看起來有假性的下降而有假陰性的檢查結果[18]。

相對於 X-光透視檢查的缺點，超音波掃描有不具輻射性、可在床邊檢查、適用於兒童、適用於長期追蹤等優點[9-13]。但超音波掃描橫膈的最重大缺點是偵測左側橫膈動作的技術上困難[5, 6, 10, 14, 15]。右側橫膈下方有肝臟作為音窗，因此幾乎橫膈各部分都能掃描到影像。左側可以利用脾臟作為音窗來掃描橫膈，因為脾臟體積小，只能掃描到小部分的左側橫膈，且受限於病患的體型。加上常常有胃部及腸內的氣體干擾，使得影像掃描效果更差。當橫膈移動幅度大於 5 公分時，也很難取得完整影像並錄製下來[15]。因此超音波掃描橫膈動作，並沒有取代 X-光透視檢查成為第一線檢查。

回顧文獻，並沒有找到以超音波掃描呼吸中腎臟動作幅度來評估橫膈功能的研究。本研究發現橫膈動作與腎臟動作之間的相關性很高($r=0.853$)。腎臟動作與橫膈動作間的比值略小於 1，大多在 0.8-0.9 間，橫膈動作愈大，則這個比值較小。若以腎臟動作代表橫膈動作來診斷橫膈麻痺，也能百分之百的診斷。從以上的結果，顯示腎臟隨橫膈上升下降而有連帶的上

升下降，雖然兩者之間動作不是完全相等，但相當接近。這可能和橫膈往下擠壓腹腔內臟器，使腎臟連帶往下移動，但到一定程度後，腎臟受到下方腹腔臟器擠壓，有了橫切面方向的移動，成了曲線移動。當橫膈下降的幅度愈大，腎臟往橫切面方向的移動就愈多，腎臟移動與橫膈移動間的比值就愈小。腎臟下降的路線是曲線，並非直線，而我們利用超音波螢幕測得的腎臟移動距離是兩點間的直線距離，故得到的數值，略小於橫膈的移動距離。雖然在較大的橫膈動作下，腎臟動作與橫膈動作的比值會偏低，兩者間的差變大，但測得的腎臟動作絕對值仍是較高的，故這不會影響到橫膈麻痺的診斷。以上的發現和 1994 年 Davies 的研究結果相符，他利用超音波掃描偵測橫膈、肝臟以及腎臟的動作，發現橫膈上下移動的幅度最大，腎臟較小。他還發現橫膈及肝臟主要移動的下向是頭尾方向的移動，而腎臟移動的方向就較複雜[27]。

利用超音波掃描腎臟動作來評估橫膈功能，不但具有超音波的許多優點，又能夠克服超音波直接掃描橫膈不易掃描左側橫膈的缺點。臨床上，脊髓損傷病人併有神經性膀胱的問題，必須定期接受腎臟超音波掃描追蹤泌尿系統功能。高位頸髓損傷病人可能同時併發橫膈麻痺，在病人接受腎臟超音波掃描時，測量腎臟上下移動距離，即可知其橫膈功能，如此可節省醫療資源，又方便省時，是值得推廣的做法。

四、計畫成果自評

(一) 研究內容與原計畫相符程度

本的研究內容大致與原計畫相同。

(二) 達成預期目標情況

本研究順利完成 15 位高位頸髓損傷患者各項橫膈功能評估，得知腎臟移動幅度與橫膈移動幅度間的相關性很高，因此可利用腎臟超音波掃描腎臟移動幅度來評估橫膈功能。

(三) 研究成果的學術或應用價值

本研究的成果與經驗，利用腎臟超音波掃描腎臟移動幅度來評估橫膈功能為一操作方便、不具輻射性、無侵襲性且準確性高的評估工具，可以取代 X-光透視檢查，做為篩檢橫膈麻痺的第一線工具，也適合作為長期追蹤橫膈功能的工具。

(四) 是否適合在學術期刊發表

本研究論文已被 Arch Phys Med Rehabil(SCI 雜誌)接受，即將發表。

參考文獻

1. Haas, F., et al., *Temporal pulmonary function changes in cervical cord injury*. Arch Phys Med Rehabil, 1985. **66**(3): p. 139-44.
2. Forner, J.V., *Lung volumes and mechanics of breathing in tetraplegics*. Paraplegia, 1980. **18**(4): p. 258-66.
3. Oo, T., et al., *Delayed diaphragm recovery in 12 patients after high cervical spinal cord injury. A retrospective review of the diaphragm status of 107 patients ventilated after acute spinal cord injury*. Spinal Cord, 1999. **37**(2): p. 117-22.
4. Mansel, J.K. and J.K. Norman, *Respiratory complications and management of spinal cord injuries*. Chest, 1990. **97**(6): p. 1446-52.
5. Gierada, D.S., R.M. Slone, and M.J. Fleishman, *Imaging evaluation of the diaphragm*. Chest Surg Clin N Am, 1998. **8**(2): p. 237-80.
6. Haber, K., M. Asher, and A.K. Freimanis, *Echographic evaluation of diaphragmatic motion in intra-abdominal diseases*. Radiology, 1975. **114**(1): p. 141-4.
7. Houston, J.G., et al., *Technical report: quantitative assessment of diaphragmatic movement--a reproducible method using ultrasound*. Clin Radiol, 1992. **46**(6): p. 405-7.
8. Urmev, W.F., K.H. Talts, and N.E. Sharrock, *One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography*. Anesth Analg, 1991. **72**(4): p. 498-503.
9. Diament, M.J., M.I. Boechat, and H. Kangaroo, *Real-time sector ultrasound*

- in the evaluation of suspected abnormalities of diaphragmatic motion.* J Clin Ultrasound, 1985. **13**(8): p. 539-43.
10. Ayoub, J., et al., *Diaphragm movement before and after cholecystectomy: a sonographic study.* Anesth Analg, 2001. **92**(3): p. 755-61.
 11. Ambler, R., S. Gruenewald, and E. John, *Ultrasound monitoring of diaphragm activity in bilateral diaphragmatic paralysis.* Arch Dis Child, 1985. **60**(2): p. 170-2.
 12. Oh, K.S., et al., *Radiologic evaluation of the diaphragm.* Radiol Clin North Am, 1988. **26**(2): p. 355-64.
 13. Park, G.R. and G.B. Young, *Demonstration of phrenic nerve paralysis and its subsequent recovery by ultrasound.* Intensive Care Med, 1981. **7**(3): p. 145-6.
 14. Harris, R.S., M. Giovannetti, and B.K. Kim, *Normal ventilatory movement of the right hemidiaphragm studied by ultrasonography and pneumotachography.* Radiology, 1983. **146**(1): p. 141-4.
 15. Gerscovich, E.O., et al., *Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion.* J Ultrasound Med, 2001. **20**(6): p. 597-604.
 16. Verschakelen, J.A., et al., *Diaphragmatic displacement measured by fluoroscopy and derived by RespiTrace.* J Appl Physiol, 1989. **67**(2): p. 694-8.
 17. Fitting, J.W. and A. Grassino, *Diagnosis of diaphragmatic dysfunction.* Clin Chest Med, 1987. **8**(1): p. 91-103.
 18. Loh, L., M. Goldman, and J.N. Davis, *The assessment of diaphragm function.* Medicine (Baltimore), 1977. **56**(2): p. 165-9.
 19. Moerland, M.A., et al., *The influence of respiration induced motion of the kidneys on the accuracy of radiotherapy treatment planning, a magnetic resonance imaging study.* Radiother Oncol, 1994. **30**(2): p. 150-4.
 20. Tanagho, E.A., *Anatomy of the genitourinary tract.* In: McAninch JW, ed. Smith's general urology. 12th ed. Japan: Prentice-Hall International Inc., 1992: p. 1-16.
 21. Alexander, C., *Diaphragm movements and the diagnosis of diaphragmatic paralysis.* Clin Radiol, 1966. **17**(1): p. 79-83.
 22. Fedullo, A.J., et al., *Sonographic measurement of diaphragmatic motion after coronary artery bypass surgery.* Chest, 1992. **102**(6): p. 1683-6.
 23. Houston, J.G., et al., *Comparison of ultrasound with fluoroscopy in the assessment of suspected hemidiaphragmatic movement abnormality.* Clin Radiol, 1995. **50**(2): p. 95-8.
 24. Ahmad, N.R., M.S. Huq, and B.W. Corn, *Respiration-induced motion of the kidneys in whole abdominal radiotherapy: implications for treatment planning and late toxicity.* Radiother Oncol, 1997. **42**(1): p. 87-90.

25. Schwartz, L.H., et al., *Kidney mobility during respiration*. *Radiother Oncol*, 1994. **32**(1): p. 84-6.
26. Suramo, *Cranio-caudal movements of the liver , pancreas and kidneys in respiration*. *Acta Radiol.*, 1984. **25**: p. 129-131.
27. Davies, S.C., et al., *Ultrasound quantitation of respiratory organ motion in the upper abdomen*. *Br J Radiol*, 1994. **67**(803): p. 1096-102.