

異常骨融合造成的手術後脊柱症候群——
以電腦斷層掃描及三度空間重組探討之

Abnormal bony fusion in "failed back" surgery syndrome—
evaluated by computed tomography and 3D reconstruction.

黃國茂 施庭芳

國立台灣大學醫學院放射線科

簡 題：術後背痛症候群

關鍵詞：脊椎、異常、電腦斷層掃描、三度空間重組

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

異常骨融合造成的手術後脊柱症候群—
計畫名稱：以電腦斷層掃描及三度空間重組探討之

(中、英文) Abnormal bony fusion in "failed back" surgery syndrome —
evaluated by computed tomography and 3D reconstruction.

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：NSC 88 — 2314 — B — 002 — 129

執行期間：87年8月1日至88年7月31日

個別型計畫：計畫主持人：黃國茂
共同主持人：施庭芳

整合型計畫：總計畫主持人：
子計畫主持人：

註：整合型計畫總報告與子計畫成果報告請分開編印各成一冊，彙整一起繳送國科會。

處理方式：☐可立即對外提供參考
(請打√) ☒一年後可對外提供參考
☐兩年後可對外提供參考
(必要時，本會得展延發表時限)

執行單位：台大醫學院

中華民國 88 年 12 月 20 日

脊椎是個複雜的解剖構造，特別是動過手術後的脊椎，從一般的普通 X 光片、脊髓 X 光攝影、甚至傳統二度空間的電腦斷層橫切面上，通常難以全盤理解。雖然磁共振造影具有多重平面的掃描功能，但由於術後之骨骼構造有不同的血管及新骨生成，故在多重脈衝序列並不太容易驗明骨骼病灶的正確位置和大小。因此隨著超高速電腦斷層掃描儀和電腦重組軟體的快速發展與進步，針對骨科脊椎病變產生高解析品質的電腦斷層三度空間重組影像，是相當重要而有用的。本研究試圖以此影像技術應用於 19 位動過腰椎手術而在術後持續有背部症狀及疼痛的病人，以期對該疾病的正確判斷及解剖構造，有更進一步的了解。結果發現：三度空間的電腦斷層重組影像能理想地表現出手術的方式及其涵蓋的範圍、側隱窩及神經孔的狹窄、退行性骨刺變化與神經壓迫的相關性，以及後骨部的骨折。三度空間的重組影像也能清楚地展示手術後骨湊合的立體性、假關節的形成，以及橫突及小平面關節和骨湊合的合併情形。此外，對於開刀後無法解釋其背痛的病人，三度空間的重組影像能發現一些之前從普通 X 光片和二度空間的橫切面上難以看出的異常，如關節間部的隱匿骨折，及關節小平面的骨折等。臨床醫師如能據此判斷手術是否恰當和造成不穩定性的原則及位置，便可因而改進其術前及術後的評估計畫。

前言

脊椎是個相當複雜的解剖構造，特別是動過手術後的脊椎，從一般的普通 X 光片、脊髓 X 光攝影、甚至二度空間的電腦斷層橫切面上，通常難以全盤理解其局部的解剖及病變。雖然磁共振影具有多重平面的掃描功能、且是目前評估脊椎病變最普遍的診斷工具，但由於術後之骨骼構造有不同的血管及新骨生成，故在多重脈衝序列並不太容易驗明骨骼病灶的正確位置和大小。

從 1977 年起，即有電腦斷層三度空間重組的研究及軟體的發展在進行，並於 1980 年開始被應用於臨床上。然而，由於電腦斷層掃描的速度和解析度的限制，重組出的三度空間影像並未盡如人意，以至於臨床上的使用有限。近幾年來，由於超高速電腦斷層掃描儀的發展，以及電腦重組軟體速度和解析度的快速進展，使得三度空間重組又有重新的定位及重要性。因此，針對骨科脊椎病變產生高解析品質的電腦斷層三度空間重組影像，是相當重要而有用的。

本研究試圖以此影像技術應用於動過腰椎手術而在術後持續有背部症狀及疼痛的病人，以期對該疾病的正確診斷及解剖構造，有更進一步的了解。

脊椎是個複雜的解剖構造，特別是動過手術後的脊椎，從一般的普通 X 光片、脊髓 X 光攝影、甚至傳統二度空間的電腦斷層橫切面上，通常難以全盤理解。雖然磁共振造影具有多重平面的掃描功能，但由於術後之骨骼構造有不同的血管及新骨生成，故在多重脈衝序列並不太容易驗明骨骼病灶的正確位置和大小。因此隨著超高速電腦斷層掃描儀和電腦重組軟體的快速發展與進步，針對骨科脊椎病變產生高解析品質的電腦斷層三度空間重組影像，是相當重要而有用的。本研究試圖以此影像技術應用於 19 位動過腰椎手術而在術後持續有背部症狀及疼痛的病人，以期對該疾病的正確判斷及解剖構造，有更進一步的了解。結果發現：三度空間的電腦斷層重組影像能理想地表現出手術的方式及其涵蓋的範圍、側隱窩及神經孔的狹窄、退行性骨刺變化與神經壓迫的相關性，以及後骨部的骨折。三度空間的重組影像也能清楚地展示手術後骨湊合的立體性、假關節的形成，以及橫突及小平面關節和骨湊合的合併情形。此外，對於開刀後無法解釋其背痛的病人，三度空間的重組影像能發現一些之前從普通 X 光片和二度空間的橫切面上難以看出的異常，如關節間部的隱匿骨折，及關節小平面的骨折等。臨床醫師如能據此判斷手術是否恰當和造成不穩定性的原因及位置，便可因而改進其術前及術後的評估計畫。

材料與方法

從 1998 年 7 月至 1999 年 6 月，我們選取 19 位動過腰椎手術而在術後持續有背部症狀及疼痛的病人。其年齡範圍為 21~82 歲，平均年齡為 59.4 歲；共有 6 位男性，13 位女性(表一)。每位病人在接受電腦斷層檢查前，都已先照過至少包括脊椎正面及側位相的普通 X 光片。

脊椎的電腦斷層檢查是在一部超快速的電子束電腦斷層掃描儀 (IMATRON C—150LXP，美國製造)上進行，掃描的參數如下：細切的厚度為 3 毫米，檢查台的增量為 3 毫米，構台的角度為 0 度，視野的範圍為 15~18 毫米，620 mAs，130 kVp，每一切面的掃描時間為 1 秒，以及非常銳利的解析度。這些二度空間的橫切面影像資料除 X 光底片照相記錄外，更被傳輸到一旁的影像處理工作站上並被建檔。以俾進行三度空間的影像重組。該工作站包含了一個多用途的 32 位元微處理機，一部 1152 x 900 高解度析的 16 吋彩色展示系統，一部可讀寫存取的磁帶機，以及一套 Unix 語言的操作系統軟體 (CEMAX VIP 第 1.7 版，美國製造)。三度空間的重組影像資料除了存錄於 8 毫米磁帶外，更使用 35 毫米彩色幻燈片照相記錄，以供研究分析。每一組重組出來的影像被設定為每 15 度轉換 1 次的 24 個三度空間畫面，並可進而編輯構成一部 360 度轉動的連續動畫，以便從各個方向觀察脊椎和後骨部的排列及型態。此外，脊椎更被從矢狀面分割成左右兩半，再分別進行三度空間的影像重組，以便在理想的角度觀察側隱窩和神經孔的形狀及大小。

本研究由兩位放射線學專科醫師負責影像的評估。首先觀察普通 X 光片和二度空間的電腦斷層橫切面影像，並紀錄所見的病變表現；最後才觀察三度空間和重組影像，並記錄普通 X 光片和二度空間的電腦

斷層橫切面影像所表現不出的病變。我們仔細地分析每位病人的影像並達成一致的共識，以便從每個研究當中得到最有用的資料，並進一步提供臨床醫師參考。

結果

從這 19 位被研究的病人當中，我們發現：結合普通 X 光片和二度空間的電腦斷層橫切面影像，就能大致正確地確認脊椎病變的存在（圖一、二）。而三度空間的電腦斷層重組影像更能理想地表現出手術的方式及其涵蓋的範圍、側隱窩及神經孔的狹窄、退行性骨刺變化與神經壓迫的相關性，以及後骨部的骨折（圖三）。三度空間的重組影像也能清楚地展示手術後骨湊合的立體性、假關節的形成，以及橫突及小平面關節和骨湊合的合併情形（圖四）。此外，對於開刀後無法解釋其背痛的病人，三度空間的重組影像能發現一些之前從普通 X 光片和二度空間的橫切面上難以看出的異常，如關節間部的隱匿骨折，及關節小平面的骨折等（圖五）。

討論

根據文獻指出：全世界每年約有二十萬人接受腰椎椎板切除術，其中約有25~40%的病患無法因此手術而緩解其術前的症狀，特別是下背痛。造成如此高失敗率的主要原因有不正確的手術方法、伴隨開刀引起的病變，和手術後機械力學的結果及疼痛。要解決這些問題，最重要的就是要建立一項進步且正確的診斷工具，能夠展示手術前局部的解剖和病變，也可偵測經由開刀而產生的形態學變化。

許多放射線學的診斷工具，包括普通X光片、脊髓X光攝影、電腦斷層掃描和磁共振造影檢查，目前都被用來評估動過腰椎手術而在術後持續有背部症狀及疼痛的病人。由於脊椎是個複雜的解剖構造，從一般的普通X光片和脊髓X光攝影檢查上，通常難以全盤理解其局部的解剖及病變。雖然傳統的電腦斷層掃描（無論有無伴隨脊髓攝影術）能在橫切面以及重組的冠狀面和矢狀面影像上提供正確的判讀，而這些重組顯示的本質仍是二度空間的影像。但是有時，特別是當病變侵犯結構複雜的脊椎時，從一系列的二度空間影像，很難靠人腦獲得完整的三度空間立體關係。

磁共振造影檢查具有多重平面掃描的功能，它是目前評估脊椎相關病變最普遍的診斷工具；然而，其最大的用途乃在於軟組織、腦脊髓膜及神經的評估。有文獻指出：超過70%接受腰椎手術後有復發性或持續性疼痛症狀的病人，其導致手術失敗的主要因素是和骨骼病灶有關。但從磁共振造影的多重脈衝序列，並不太容易驗明骨骼病灶的正確位置和大小，此乃因磁共振造影對於新生骨的訊號變異性極大。反之，對於脊椎之骨骼部分，電腦斷層非常容易表現其外形及結構。因此，隨著超高速電腦斷層掃描儀和電腦重組軟體的快速發展與進步，針對骨科脊椎病

變產生高解析品質的電腦斷層三度空間重組影像，是相當重要而有用的。本研究的目的，主要是針對動過腰椎手術而在術後持續有背部症狀及疼痛的病人，觀察其電腦斷層的三度空間重組影像，是否能提供一般的普通 X 光片及傳統的電腦斷層橫切面所無法獲得或低估的診斷訊息。

普通 X 光片是評估動過腰椎手術而在術後持續有背部症狀及疼痛的病人，其脊椎完整性的初步檢查方法。而傳統的電腦斷層掃描則是決定性的診斷工具，其橫切面影像可以大致正確地判斷脊椎手術的範圍及程度。儘管如此，從一系列的二度空間影像，很難展示構造複雜的腰椎在手術後，其三度空間的表面輪廓及立體關係。以骨湊合術為例：普通 X 光片並無法表明骨湊合術的立體性，而被認為價值有限。電腦斷層的橫切面掃描則分割了骨湊合的本身，因而重要的缺損可能被遺漏或誤判。本研究重組的三度空間影像，每 15 度轉換一次畫面，可從各個方向觀察脊椎和骨後部，因而能表現出骨湊合的立體性，包括它的範圍和附著的程度，以及湊合的骨骼支架有無裂縫和假關節的形成。我們可以清楚地觀察湊合的骨塊是否與橫突結合，是否向內有足夠的延伸以便與小平面關節結合，以及是否向下延伸以便腰椎與薦翼湊合。此外，文獻指出：骨湊合術往上如果連結了最近端湊合的橫突之上的小平面關節，活動的支撐點將被移到骨湊合術預定的平面之上，結果會產生退行性的變化和疼痛的症狀。由於具有這些優點，三度空間的重組影像應可成為我們評估脊椎手術成功與否的重要依據。

傳統的電腦斷層橫切面影像已能清楚地表現脊椎管的輪廓及狹窄的程度，而三度空間的重組影像對此並無顯著的優勢；但是對於側隱窩及神經孔的評估，後者則優於前者。三度空間的重組影像也能夠理想地展示腰椎手術後的變化，包括先前減壓術的步驟及範圍、小平面關節被拿掉的程度，和持續性的骨壓迫等。此

外，對於開刀後無法解釋其背痛的病人，三度空間的重組影像能發現一些之前從普通 X 光片和二度空間的橫切面上難以看出的異常，包括關節間部的隱匿骨折，及關節小平面的骨折等。臨床醫師如能據此判斷有多少骨骼已被移除、手術是否恰當，和造成不穩定性的原因及位置，便可因而改進其術前及術後的評估計畫。

參考文獻

1. Rabassa AE, Guinto FC Jr, Crow WN, et al: CT of the spine: Value of reformatted images. *AJR* 1993;161:1223-7.
2. Lan HC, Lee SK, Huang SK: The application of three-dimensional computed tomography in skeletal trauma: A preliminary report. *Ch J Radiol* 1993;18:313-9.
3. Chan WP, Lang P, Chieng PU, et al: Three-dimensional imaging of the musculoskeletal system: An overview. *J Formosan Med Assoc* 1991;90:713-22.
4. Bonnier L, Ayadi K, Vasdev A, et al: Three-dimensional reconstruction in routine computerized tomography of the skull and spine: Experience based on 161 cases. *J Neuroradiol* 1991;18:250-66.
5. Zinreich SJ, Long DM, Davis R, et al: Three-dimensional CT imaging in postsurgical "failed back" syndrome. *J Comput Assist Tomogr* 1990;14:574-80.
6. Lang P, Genant HK, Chafetz N, et al: Three-dimensional computed tomography and multiplanar reformations in the assessment of pseudoarthrosis in posterior lumbar fusion patients. *Spine* 1988;13:69-75.
7. Hadley MN, Sonntag VK, Amos MR, et al: Three-dimensional computed tomography in the diagnosis of vertebral column pathological conditions. *Neurosurgery* 1987;21:186-92.
8. Wood GW, Koltai PJ, Meagher DJ, et al: Three-dimensional interactive analysis of craniofacial and spinal computed tomography. *Acta Radiol - Supplement* 1986;369:703-5.
9. Zinreich SJ, Rosenbaum AE, Wang H, et al: The critical role of 3-D CT reconstructions for defining spinal disease. *Acta Radiol - Supplement* 1986;369:699-702.

10. Pate D, Resnick D, Andre M, et al: Perspective Three-dimensional imaging of the musculoskeletal system. *AJR* 1986;147:545-51.
11. Virapongse C, Gmitro A, Sarwar M: The spine in 3D: Computed tomographic reformation from 2D axial sections. *Spine* 1986 11:513-20.
12. Virapongse C, Shapiro M, Gmitro A, et al: Three-dimensional computed tomographic reformation of the spine, skull, and brain from axial images. *Neurosurgery* 1986;18:53-8.
13. Totty WG, Vannier MW: Complex musculoskeletal anatomy analysis using three-dimensional surface reconstruction. *Radiology* 1984;150:173-7.
14. Keene JS, Goletz TH, Lilleas F, et al: Diagnosis of vertebral fractures: A comparison of conventional radiography, conventional tomography, and computed axial tomography. *J Bone Joint Surg* 1982;64A::86-95.
15. Herman GT, Coin CG: The use of three-dimensional computer display in the study of disk disease. *J Comput Assist Tomogr* 1980;4 564-7.
16. Herman GT, Liu HK: Three-dimensional display of human organs from computed tomograms. *Comput Graphics Image Process* 1979;9:1-21.
17. Herman GT, Liu HK: Display of three-dimensional information in computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 1977; 1:15-60.



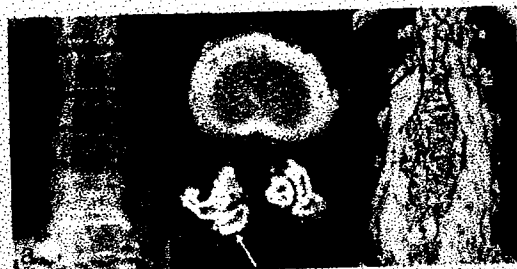
圖一：病例8，女性46歲。X光片(a)及CT橫切面(b)可見L3及L4椎板切除術和L4-5後外側骨融合術(白箭號)。兩邊骨融合均與L4及L5橫突結合，而左邊骨融合在L5處似有一裂縫(黃箭號)。3D重組影像(c)顯示兩邊骨融合癒合良好，完整無缺(綠箭號)。



圖三：病例15，女性62歲。CT橫切面(a)可見L3椎板切除術，L3-4小平面關節切除術和後外側骨融合術(白箭號)。3D重組影像(b)顯示右邊骨融合在L4-5有一癒合不全的裂縫及假關節形成(藍箭號)，而左邊骨融合在L2-3、L3-4及L4-5有多處的癒合不全及假關節形成(綠箭號)。矢狀面分割3D重組影像(c)顯示L3-4第一度脊椎滑脫症及退行性骨刺造成右邊L3-4神經孔(紅箭號)及L4側隱窩(紅箭頭)狹窄。



圖二：病例12，女性82歲。X光片(a)可見L4椎體壓迫性骨折和L4-5第一度脊椎滑脫症。CT橫切面(b)可見L4椎板切除術和兩邊少量之後外側骨融合術(白箭號)，而左邊L4-5神經孔疑似狹窄(黃箭號)。矢狀面分割3D重組影像(c)顯示退行性骨刺造成左邊L4-5神經孔狹窄(紅箭號)，而L4椎體壓迫性骨折向後膨出造成左邊L4側隱窩狹窄(紅箭頭)。



圖四：病例18，女性66歲。X光片(a)可見T12、L1、L2、L3及L5椎板切除術和T12-L5後外側骨融合術。CT橫切面(b)可見右邊T12-L1小平面關節切除術和後外側骨融合術(白箭號)。3D重組影像(c)顯示兩邊骨融合相當堅實，只有左邊骨融合在T12-L1有一癒合不全的裂縫及假關節形成(藍箭號)，且柱上並無足夠的延伸以與T12橫突結合(綠箭號)。