

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

脊髓損傷後神經性膀胱適應力的量化分析與追蹤(第2年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2314-B-040-011-MY2
執行期間：97年08月01日至98年07月31日
執行單位：中山醫學大學醫學系

計畫主持人：蔡素如
共同主持人：畢柳鶯

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98年10月20日

國科會專題研究計畫成果報告

一、中英文摘要與關鍵詞

在尿動力學檢查的評估中，膀胱適應力(bladder compliance)為一項重要的參數，至今沒有特定的量化分析模式，能夠應用在健康成年人與排尿障礙患者的評估。因此本研究以健康成年人與神經性膀胱患者為對象，量測膀胱容量與膀胱壓力在特定時間區間內的改變量做為運算基礎，目的比較不同運算方法之間的差異性，並探討及建立最適當的膀胱適應力的量化分析模式。

共有 24 名健康成年人與 61 名神經性膀胱患者參與研究。受測者接受流程標準一致的錄影尿動力學檢查之後，擷取五個檢查時間點，記錄膀胱容量與膀胱壓力的對應值，分別是灌注量零點，灌注量為 100 毫升，灌注量為平時最大容量的 50%，灌注量為逼尿肌開始收縮之前，灌注量在漏尿之前所達到的最大容量。再以膀胱容量改變量除以逼尿肌壓力改變量 ($\Delta V/\Delta P$)，作為計算膀胱適應力的理論基礎，選擇五種常用來計算膀胱適應力的方法，分別計算並分析數據。結果顯示，分析比較五種方法所得的數據之後，其中採計膀胱逼尿肌開始收縮之前的膀胱容量改變量，除以相對應的逼尿肌壓力改變量，這種運算模式的四分位數離散係數(quartile coefficient of dispersion)為五種方法之中最低；膀胱適應力數據分佈是五種運算方法中受測者間的差異變化最小。

根據本研究結果，膀胱適應力的量化分析模式，建議採計膀胱逼尿肌開始收縮之前的膀胱容量改變量，及相對應時間區間的逼尿肌壓力改變量，所得運算結果變異性最小，適用於健康成人與痙攣型膀胱患者的評估。

關鍵詞：神經性膀胱；膀胱適應力；脊髓損傷

Bladder compliance expresses the relationship between bladder volume and detrusor pressure and is generally regarded as a measure of bladder stiffness or distensibility. Based on the varied selection criteria during the urodynamic study, differences in bladder compliance often exist. The objective of this study was to provide reference ranges for "normal" variability in bladder compliance among healthy subjects and patients with neurogenic bladder voiding dysfunction.

A total of 24 healthy subjects and 61 patients were enrolled in this study. During the standardized procedures of urodynamic study, pairs of data on bladder volume and detrusor pressure were simultaneously recorded at five infusion stages, including at the beginning of examination, infusing at 100 ml, infusing up to half of EMC, infusing at initial detrusor contraction, and infusing at EMC.

The calculation of bladder compliance was based on a theoretical equation ($\Delta V/\Delta P$). Because there is no standard, variability ranges for mean, median, 25th to 75th percentiles (interquartile range), and quartile coefficient of dispersion were calculated for choice. The results showed one least variable range was obtained in the following method, that is, where ΔV is the capacity change between the beginning of examination and the initial detrusor contraction and ΔP is the detrusor pressure change between the beginning of examination and the initial detrusor contraction.

The measurements of bladder compliance have variability in different urodynamic studies. Knowing the least range of variability can be helpful for assessment in patients with neurogenic bladder voiding dysfunction.

Key words: bladder, neurogenic; bladder compliance; spinal cord injury

二、 報告內容

前言

臨床上，針對排尿障礙的患者，需安排完整的尿動力學檢查，來探究膀胱功能的改變與原因，才能找出適當的治療方式。^[1-3] 由尿動力學檢查所得的各項結果中，膀胱適應力(bladder compliance)的分析是非常重要的參數之一。

膀胱為一個主要由平滑肌構成的器官，中空、柔軟且具有高適應力，用以容納適當體積的尿液，並維持膀胱壓力在一穩定狀態。正常的膀胱，能在一段合理時間內儲存體內尿液，保持不失禁的狀況，當有適當場合與生理需要時，排除積存尿液。當膀胱適應力降低(low compliance)時，膀胱儲尿期的壓力上升，容易誘發早期性逼尿肌反射性收縮，引起失禁，長期會造成逼尿肌收縮反應異常，膀胱容量減少，排尿困難與殘尿量增加，膀胱解剖構造變形。已有許多研究報告指出，低適應力的膀胱與上尿路併發症的發生有顯著相關。^[4-6]

對於膀胱適應力的評估，許多研究報告提出不同的計算方法，至今並沒有特定的計算標準。^[4, 7-10] 有關膀胱適應力的各種研究中，對於 low compliance 的定義各有不同。Hackler 等人定義 low compliance 為膀胱容量達到 100 毫升時，膀胱壓力大於 5 ml/cm H₂O。^[4] Ghoniem 等人對膀胱適應力的計算，定義為膀胱容量改變量除以膀胱壓力改變量，分成 initial compliance 與 terminal compliance，小於 10 ml/cm H₂O 則為低下。^[7] Weld 等人對 bladder compliance 的計算與定義，亦為膀胱容量改變量除以壓力改變量，但在尿動力學檢查前並沒有停用影響膀胱功能的藥物，而且無法排除 100 毫升之前膀胱逼尿肌產生收縮的影響；研究且將 bladder compliance 分成 10, 12.5, 15, 20 ml/cm H₂O 四組，組距之間差異很小，也未說明

如此區分的臨床意義。^[8] Ko 等人對 bladder compliance 的計算，則以膀胱最大灌注容量除以灌注終了膀胱壓力，在此種計算方式應用下，該項研究的對象中，無任一患者小於 10 ml/cm H₂O，可能由於此計算方法對膀胱適應力的估量不準確。^[9] Kaufman 等人則以儲尿期膀胱壓力高於 40 cm H₂O 視為 low compliance。^[10]

由於這些研究所採用的膀胱適應力評估標準各有不同，因此無法進行比較分析。由於每項不同的研究方法無一致性，且進行尿動力學檢查的流程與參數設定也沒有標準化，這些因素均使得膀胱適應力這項評估參數，在臨床的應用與重要性大為減少。因此本研究目的，量測健康成年人的膀胱容量與膀胱壓力在特定時間區間內的改變量($\Delta V/\Delta P$)，以進行膀胱適應力的量化分析；並比較膀胱適應力的不同計算方式之差異性，以建立最適當的運算模式，並將此模式應用在神經性膀胱功能的評估。

研究目的

第一年研究目的為：(一) 量測正常成年人的膀胱容量與壓力變化相關性，以做為患者資料進行量化分析之參考常模；(二) 設定神經性膀胱患者尿動力學檢查的標準化步驟，以建立適應力分析的一致性；(三) 依據檢查所得的尿動力學參數，記錄膀胱壓力與膀胱容量瞬時對應的數據，配合膀胱錄影影像之解剖變化，進行膀胱適應力的各式計算與比較，以求得最適模式。第二年研究目的為：(一) 依據正常人的膀胱容量與壓力常模，進行量化分析，以建立屬於神經性膀胱患者，標準化的適應力參數數值；(二) 分析尿動力學數據與不同類別膀胱型態的相關性。

材料與方法

研究對象

研究對象的選取：招募正常成年人（超過二十歲），年齡介於二十歲到四十歲之間的健康成年人，過去沒有任何排尿障礙或解尿困難的情形，沒有服用任何影響膀胱功能之藥物。另於復健科住院及門診的脊髓損傷患者，選取早期損傷，受傷期間在六個月之內的患者，接受完整的膀胱與泌尿系統功能檢查，經研究人員對受測者說明研究目的與檢查過程，並簽具由人體試驗委員會核可的同意書，以表明自主參與研究的意願。

方法與步驟

詢問並記錄受測者基本資料、過去完整病史、用藥情形與目前排尿狀況，進行臨床身體與神經檢查。首先對受測者膀胱排尿狀態做初步檢測，當受測者有急迫解尿感時，以尿流速圖(uroflowmetry)進行檢查，一方面可以計算出平日膀胱的最大儲存容量，二方面可以篩檢出是否有潛在性膀胱功能異常，例如逼尿肌無力，尿路出口阻塞等情形。

接著進行錄影尿動力學(video urodynamic study, VUD)檢查。受測者排空膀胱尿液之後，平躺於檢查台上，由尿道置入一條 8 號的三路導尿管到膀胱。其中第一條作用為量測膀胱壓力，第二條作用為量測尿道壓力，第三條作用為顯影劑灌注管。另在直腸肛門處置入一條肛管，偵測直腸肛門壓力，以此代表腹部壓力。逼尿肌壓力之計算，即為膀胱壓與腹壓之壓力差。灌注速率以受測者平時的膀胱最大儲存容量來計算，每分鐘速率均為 30 ml/min。

當檢查一開始，依比例稀釋後的顯影劑緩緩流入膀胱，直到膀胱頸口顯像。開啟 X 光放射透視儀(fluoroscopy)，經由電視螢光屏監看膀胱、尿道、腎臟與輸尿管影像，觀察是否有膀胱-輸尿管逆流、膀胱頸口阻塞、膀胱壁肥厚或變形等解剖學變化。持續灌注顯影劑到膀胱，直到已達最大灌注容量或者尿液漏出為止，最多不超過 600 毫升避免造成膀胱過漲，損傷膀胱壁肌肉。若第一次檢查因任何操作步驟疏失或者技術錯誤，導致結果異常，需排空膀胱，重新再進行一次檢查。若受測者的膀胱容量未達 200 毫升，逼尿肌已經產生不自主收縮，得停止檢查，重新以更低的灌注速度再開始。若已降低到 5 ml/min 還是無法抑制逼尿肌收縮，此受測者的膀胱功能應屬異常，此研究對象必須排除。

在尿動力學檢查中，需詳細記錄膀胱容量(bladder capacity, V_{cap})，與同時間相對應的逼尿肌壓力(detrusor pressure, P_{det})，記錄時間點至少包含下列幾項：(1)零點：為膀胱灌注的起始點，此時膀胱容量為零($V_{cap 0}$)，且逼尿肌壓力為零($P_{det 0}$)；(2)膀胱灌注量達一百毫升：此時膀胱容量記錄為 $V_{cap dL}$ ，逼尿肌壓力為 $P_{det dL}$ ；(3)膀胱灌注量到達平日最大容量的一半：膀胱容量記錄為 $V_{cap 50\%}$ ，約為平日膀胱最大容量的二分之一，逼尿肌壓力記錄為 $P_{det 50\%}$ ；(4)逼尿肌開始收縮之前的起始點：膀胱容量記錄為 $V_{cap dc}$ ，逼尿肌壓力為 $P_{det dc}$ ；(5)膀胱在漏尿之前的最大容量：膀胱容量記錄為 $V_{cap 100\%}$ ，逼尿肌壓力為 $P_{det 100\%}$ 。上述任二時間點的記錄資料，運用“膀胱容量改變量除以逼尿肌壓力改變量($\Delta V/\Delta P$)”，即是計算膀胱適應力的理論基礎。

統計分析

適應力量化分析，分別用五種計算方式，以選取時間區段的膀胱容量及膀胱壓力改變量(difference, *diff*)分別為計算式的除數與被除數，包括：(A) [$diff(V_{cap dL}, V_{cap 0}) / diff(P_{det dL}, P_{det 0})$] 為灌注量由零到一百毫升時的膀胱適應力；(B) [$diff(V_{cap 50\%}, V_{cap 0}) / diff(P_{det 50\%}, P_{det 0})$] 為膀胱容量由零到灌注最大容量 50%的膀胱適應力；(C) [$diff(V_{cap 100\%}, V_{cap 50\%}) / diff(P_{det 100\%}, P_{det 50\%})$] 為膀胱容量由灌注 50%到灌注最大容量的膀胱適應力；(D) [$diff(V_{cap dc}, V_{cap 0}) / diff(P_{det dc}, P_{det 0})$] 為膀胱灌注量由零到逼尿肌開始收縮之前的膀胱適應力；(E) [$diff(V_{cap 100\%}, V_{cap 0}) / diff(P_{det 100\%}, P_{det 0})$] 為膀胱灌注量由零到達最大灌注容量的膀胱適應力。

五種計算方法所得到的膀胱適應力資料，以單因子變異數分析(ANOVA)進行比較，並以事後比較(Tukey HSD method)分析不同計算方法之間的差異。統計顯著水準訂為 0.01。

結果

健康成人組

總計有 24 名健康成人參與研究，所有研究對象的基本資料列在表 1。當受測者完成檢查之後，均無任何不適症狀發生。膀胱適應力的計算，依照五種不同的運算方式，所得數據結果分佈如表 2 所示。其中，比較各組膀胱適應力的平均值，結果顯示，運用方法 A 與方法 B 的結果，與其他三組(方法 C、D、E)之間的結果，有明顯差異，達到統計學上顯著水準($p < 0.01$)。

受測者的尿動力學檢查資料，使用五種不同運算的方法，所得到量化資料，以圖 1 來呈現各組數據的離散分佈情形。再據此分佈情形，計算四分位數的離散係數(quartile coefficient of dispersion)，得到五種方法 A、B、C、D、E 的離散係數，分別為 0.33, 0.24, 0.20, 0.11, 0.22。此結果顯示，運用方法 D 所得的數據，分佈離散程度最小，表示不同受測者之間的差異最少。方法 D 計算所得的數據，呈現出平穩的線性趨勢，絕大多數的數據位在 53 至 68 ml/cm H₂O 之間的四分位距之區間(interquartile range)。

根據以上結果顯示，採計 $[diff(V_{cap\ dc}, V_{cap\ 0}) / diff(P_{det\ dc}, P_{det\ 0})]$ 為計算式，即以膀胱逼尿肌開始收縮之前的膀胱容量改變量，除以相對應的逼尿肌壓力改變量，此時膀胱壓力圖曲線在此處會呈現一明顯轉折。這種運算膀胱適應力的方式，在五種常用方法的比較當中，呈現出數據分佈變異性最小、離散率最低、受測者間差異最小的運算模式。

神經性膀胱組

總計 61 名神經性膀胱患者參與研究，依照神經性膀胱功能分成兩大類，分別為痙攣型膀胱(upper motor neuron neurogenic bladder)與鬆弛型膀胱(lower motor neuron neurogenic bladder)，研究對象的基本資料列在表 1。

膀胱適應力的計算，依照不同的運算方式，痙攣型膀胱組所得數據結果分佈如表 3 所示。其中，比較各組膀胱適應力的平均值，運用方法 C 與方法 E 的結果，與其他三組(方法 A、B、D)之間的結果，有明顯差異，也達到統計學上顯著水準 ($p < 0.01$)。以圖 2 來呈現各組數據的離散分佈情形，計算五種方法 A、B、C、D、E 的四分位數的離散係數，分別為 0.50, 0.48, 0.60, 0.30, 0.57。結果顯示，運用方法 D 所得的數據位在 34 至 63 ml/cm H₂O 之間的四分位距區間，與健康成人組接近；同時分佈離散程度最小，表示不同受測者之間的差異最少。以錄影尿動力學檢查所得的膀胱顯影影像，輔助判讀膀胱適應力，膀胱容量超過 200 毫升，擴張過程正常，膀胱壁沒有變形或者增厚，可以排除低膀胱適應力的存在。因此在判讀正常適應力的患者中，因使用不同運算方式，而將正常適應力計算成異常的比例(低於 20ml/cm H₂O)，方法 A、B、C、D、E 各為 34%、21%、58%、0、56%，由此可知，方法 D 與其它方法相較，採計 $[diff(V_{cap\ dc}, V_{cap\ 0}) / diff(P_{det\ dc}, P_{det\ 0})]$ 為計算式，最適用在痙攣型膀胱適應力的評估。

鬆弛型膀胱組所得數據結果分佈如表 4 所示，由於此類型膀胱無逼尿肌收縮活性，所以方法 D 不適用，故略去。以圖 3 來呈現各組數據的離散分佈情形，計算四分位數的離散係數，得到四種方法 A、B、C、E 的離散係數，分別為 0.35, 0.26, 0.72, 0.57。結果顯示，運用方法 B 所得的數據，分佈離散程度較其它運算方法為小。將正常適應力計算成異常的比例(低於 20ml/cm H₂O)，方法 A、B、C、E 各為 17%、8%、45%、42%，因此方法 B 與其它方法相較，較適用在鬆弛型膀胱適應力的評估。

討論

對於神經性排尿障礙的族群而言，不同的神經性膀胱類型，會造成不同的膀胱適應力改變，例如：逼尿肌反射過強的患者，由於逼尿肌不自主反射性收縮，若依照某些計算方式，常使得這些患者的膀胱適應力被歸類為 low compliance。而且神經性排尿障礙患者之膀胱適應力，更可能隨著受傷期間增加、尿路併發症、膀胱照護方式、服用藥物與否而有新的變化。因此膀胱適應力正確的計算，有助於神經性膀胱功能的追蹤與治療。在尿動力檢查過程中，因為膀胱壓力與膀胱容量的瞬時變化，也隨時影響著膀胱適應力不斷改變。在檢查進行當中，不同時間區段的選擇與不同的檢查流程，就會造成不一樣的運算結果。在膀胱適應力的臨床應用上，經常面臨各式不同運算方法，因此本研究以健康成年人來進行量化分析，以期找到變異性最小的評估模式，才能夠真正描繪出膀胱的適應力表現，並將這種評估模式應用在膀胱功能異常的患者評估當中，才不會讓臨床醫師對膀胱適應力有錯誤的判讀，進而影響患者的膀胱照護與處置原則。

本研究共採計五種臨床常用的運算模式，每種方法均有應用上的優勢與限制。第一種方法 A，以膀胱灌注到 100 毫升時擷取當時膀胱壓力值來運算，優點是取樣方便，時間點清楚；缺點是由於尿動力學檢查儀進行測量，壓力數值變化均以 1 cm H₂O 為最小測量單位，容積變化以 1 ml 為最小測量單位。因此當壓力變化為最小數值的 1 cm H₂O 時，且膀胱容積變化在 100 ml 時，最大計算數值即為 100 ml/cm H₂O。因研究設備之限制，造成此運算方法的上限，形成統計學上的假性穩定。

第二種方法 B，在膀胱灌注達到平時最大容量的 50% 時取樣，優點是膀胱壓力維持穩定狀態的觀察期間比第一種方法較長，可以更接近適應力的實際呈現；缺點是若有受測者此時膀胱壓力測量落在低值（例如 1 或 2 cm H₂O），則運算時會產生離峰的極大值出現（例如超過 150 ml/cm H₂O 以上數值），造成不同受測者的數據分佈過於離散，將影響臨床應用的範圍。但鬆弛型膀胱在灌注量 100 毫升之內，膀胱壁因受灌注的刺激，膀胱壓力尚未回穩之前，方法 B 可以有較長的時間靜待膀胱壓力趨穩，較方法 A 更適用於鬆弛型膀胱的評估。

第三種方法 C，在膀胱漲滿程度超過平時最大容量的二分之一後，達到最大容量之前的灌注期間取樣，優點是不易受離峰的極大值影響，數據的分佈落點較為平均；缺點是因為此

時期的膀胱壓力改變量逐漸增大，所以造成運算數據落點均在較低值的區域，可能低估實際的膀胱適應力，數據的均值較低。

第五種方法 E，擷取膀胱漏尿之前的最大容量與壓力改變量來運算，優點是取樣時間明確容易；缺點是膀胱壓力在此時往往就是灌注期間的最大值，所以依計算式($\Delta V/\Delta P$)所得數據會偏低，最後結果顯示數據分佈的確在所有運算方法中的最低區域。

本研究分析結果，第四種運算方法 D，採計膀胱逼尿肌開始收縮之前的膀胱容量改變量，除以相對應的逼尿肌壓力改變量，得到的數據分佈離散情形最低，比較適用在不同族群之比較與分析。此種方法的優勢為數據分佈具有集中趨勢，因此容易找出偏峰的異常值。應用限制包括不易在膀胱壓力圖曲線上找到最適當的取樣點，需要有檢查操作的實際經驗配合，改善方式為利用曲線的斜率變化來判斷。若患者出現早期逼尿肌收縮而影響運算，則需改用更低的灌注速度重做，避免早期收縮發生。唯此法不適用在逼尿肌無收縮活性的患者，因此鬆弛型膀胱宜採用方法 B 來評估之。

檢查流程與步驟的一致性，對於膀胱適應力的分析也是相當重要。本研究在進行尿動力檢查之前，先預估膀胱最大的灌注容量，以最大容量的十分之一為灌注速度進行檢查，且不超過 30 ml/min 為原則。由於選擇適當的灌注速度，有效減少檢查過程中所引發的逼尿肌異常收縮。若灌注量低於 100-200 ml 即誘發逼尿肌收縮時，另以更低流速重新開始檢查。設定膀胱灌注容量上限，不超過 600 ml，避免造成膀胱過漲，損及逼尿肌排尿功能。

Wahl 與 Churchill 兩位學者研究孩童的膀胱適應力評估多年，瞭解二十歲之前膀胱的特性隨著年齡的增加而改變，膀胱適應力的數值隨著成長而增大，若用一般計算方法來估算，將不容易區辨出罹患神經性膀胱的孩童，接受過膀胱照護、手術療法或用藥之後，bladder compliance 數據增大，究竟是實際治療有效，亦或者僅為成長所產生的變化而已。^[11,12] 該研究中顯示二十歲以下的膀胱適應力與成年人不同，因此本研究建議的運算模式，以應用在二十歲以上的成年人評估為主。

結論

膀胱適應力的量化分析模式，以採計膀胱逼尿肌開始收縮之前的膀胱容量改變量，除以相對應的逼尿肌壓力改變量，所得結果變異性最小，將可有效應用在健康成年人與神經性膀胱患者的評估。

表 1. 受測者基本資料

健康成人組			神經性膀胱組		
人數(名)	男性	12	人數(名)	男性	31
	女性	12		女性	30
年齡(歲)		25.2	年齡(歲)		44.3
			損傷期間(月)		5.5
			痙攣型膀胱(名)		39
			鬆弛型膀胱(名)		22

表 2. 健康成人組：膀胱適應力以不同運算方式所得的結果

數值 (ml/cm H ₂ O)	運算方式類別				
	A	B	C	D	E
最大值	100	165	88	82	91
最小值	33	50	28	41	31
中位數	75	79	48	61	41
平均數	73*	93*	50	61	47
四分位距	50-100	67-109	40-59	53-68	35-55

*: $p < 0.01$.

表 3. 痙攣型膀胱組：膀胱適應力以不同運算方式所得的結果

數值 (ml/cm H ₂ O)	運算方式類別				
	A	B	C	D	E
最大值	100	125	97	105	88
最小值	7	7	2	22	3
中位數	25	37	14	39	19
平均數	39	45	26*	48	28*
四分位距	17-50	21-58	8-34	34-63	11-40

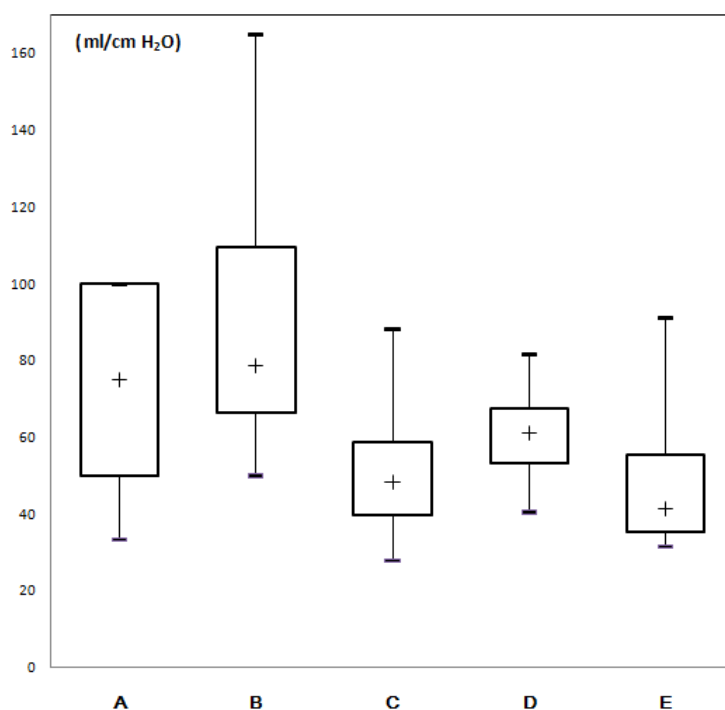
*: $p < 0.01$.

表 4. 鬆弛型膀胱組：膀胱適應力以不同運算方式所得的結果

數值 (ml/cm H ₂ O)	運算方式類別			
	A	B	C	E
最大值	100	100	145	168
最小值	11	19	7	11
中位數	50	41	33	35
平均數	51	47	43	45
四分位距	30-63	32-54	10-59	14-52

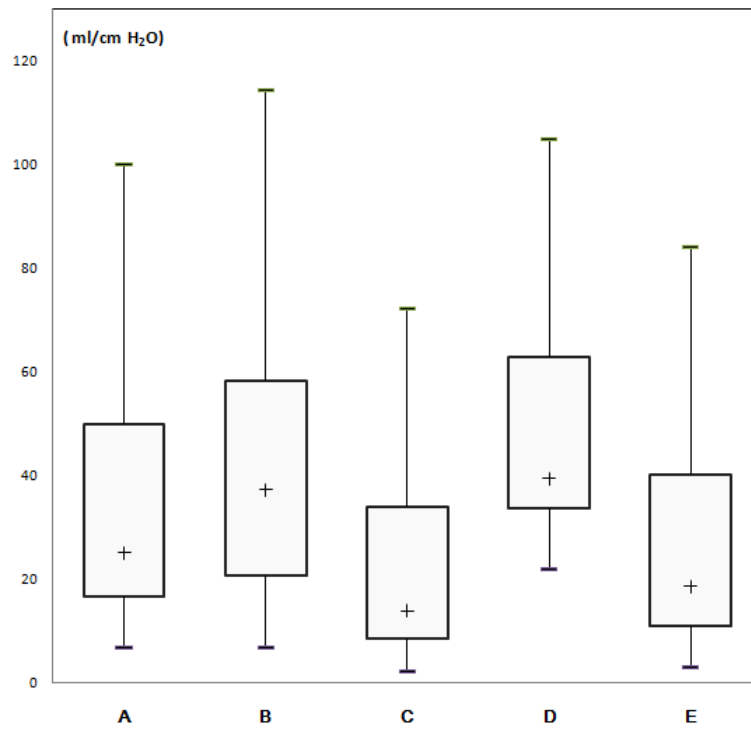
備註：此類型膀胱無逼尿肌收縮活性，方法 D 不適用，故略

圖 1. 健康成人組：五種運算方式的膀胱適應力數據分佈結果



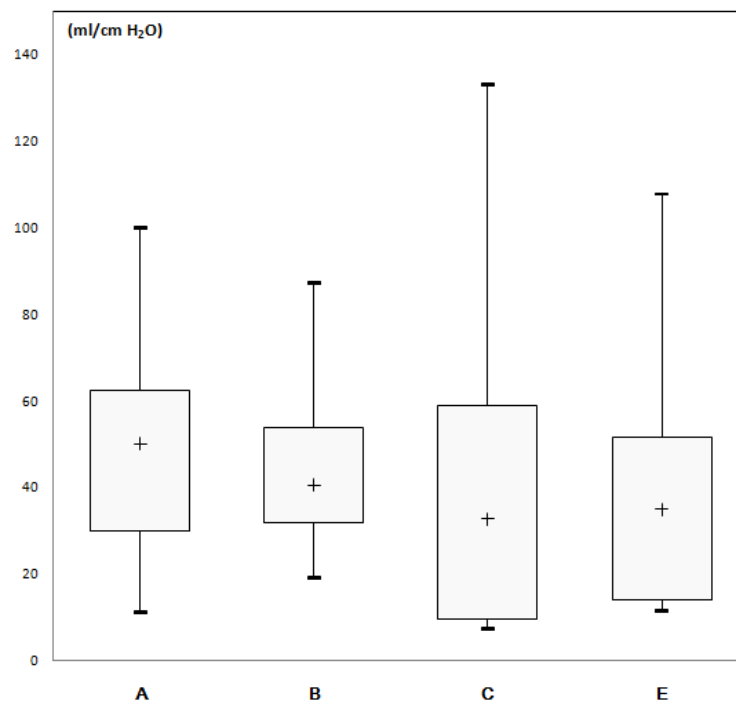
五種運算方式膀胱適應力數據分佈

圖 2. 痙攣型膀胱組：五種運算方式的膀胱適應力數據分佈結果



五種運算方式膀胱適應力數據分佈

圖 3. 鬆弛型膀胱組：五種運算方式的膀胱適應力數據分佈結果



四種運算方式膀胱適應力數據分佈

三、 参考文献

1. Staskin DR. Hydroureteronephrosis after spinal cord injury. Effects of lower urinary tract dysfunction on upper tract anatomy. *Urol Clin North Am* 1991;18:309-16.
2. Norris JP, Staskin DR. History, physical examination, and classification of neurogenic voiding dysfunction. *Urol Clin North Am* 1996;23:337-42.
3. Chancellor MB, Kiilholma P. Urodynamic evaluation of patients following spinal cord injury. *Semin Urol* 1992;10:83-94.
4. Hackler RH, Hall MK, Zampeiri TA. Bladder hypocompliance in the spinal cord injury population. *J Urol* 1989;141:1390-3.
5. Shin JC, Park C, Kim HJ, et al. Significance of low compliance bladder in cauda equina injury. *Spinal Cord* 2002;40:650-5.
6. Yokoyama O, Hasegawa T, Ishiura Y, et al. Morphological and functional factors predicting bladder deterioration after spinal cord injury. 1996;155:271-4.
7. Ghoniem GM, Roach MB, Lewis VH, et al. The value of leak pressure and bladder compliance in the urodynamic evaluation of meningomyelocele patients. *J Urol* 1990;144:1140-2.
8. Weld KJ, Graney MJ, Dmochowski RR. Differences in bladder compliance with time and associations of bladder management with compliance in spinal cord injured patients. *J Urol* 2000;163:1228-33.
9. Ko HY, Lee JZ, Park HJ, et al. Comparison between conventional cystometry and stimulated filling cystometry by diuretics in a neurogenic bladder after spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:731-5.
10. Kaufman AM, Ritchey ML, Roberts AC, et al. Decreased bladder compliance in patients with myelomeningocele treated with radiological observation. *J Urol* 1996;156:2031-3.
11. Wahl EF, Lerman SE, Lahdes-Vasama TT, et al. Measurement of bladder compliance can be standardized by a dimensionless number: theoretical perspective. *BJU International* 2004;94:895-7.
12. Wahl EF, Lerman SE, Lahdes-Vasama TT, et al. Measurement of bladder compliance can be standardized by a dimensionless number: clinical perspective. *BJU International* 2004;94:898-900.

四、計畫成果自評

本研究的主要目的，為建立神經性膀胱適應力的檢查一致性與標準化，並宣導神經性膀胱病變與併發症的相關衛教資訊，同時深入探討神經性膀胱照護方法與處置，推廣定期監測尿路系統功能的重要性。瞭解國內脊髓損傷患者神經性膀胱各項變化的掌握與瞭解，提供相關醫師參考，提高對患者的照顧與醫療品質。推廣神經性膀胱障礙的積極性照護觀念，減少後期泌尿併發症，改善生活品質，減少醫療支出。

藉由科際之合作，增進不同專科醫師間專業知識之交流，使其對患者提供更周全之醫療與照護。使醫師熟悉尿動力學檢查的操作與應用，對未來臨床工作有實質的益處，增進未來從事此類研究的方法與技巧。

本計畫依照進度完成第一年之計畫目標，探討正常膀胱的適應力的計算方式，並針對膀胱適應力計算分析與膀胱影像進行比較。第二年針對脊髓損傷患者膀胱適應力進行更進一步的分析，以及探討各項運算方法對於評估膀胱適應力的影響。分析所得的數據資料，可以瞭解神經性膀胱功能的改變與影響，提供臨床處置之依據。

本計畫的第一年研究成果，業已發表論文於台灣復健醫學會雜誌。(台灣復健醫誌 2009;37(1): 31-37)