

R
008.8
4454

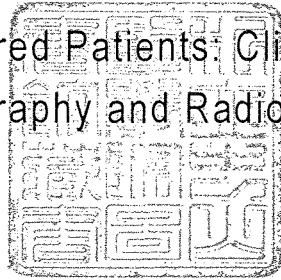
中山醫學院醫學研究所碩士論文

Master Thesis, Institute of Medicine,
Chung Shan Medical and Dental College

指導教授：畢柳鶯 副教授 (Liu-Ing Bih)

篩檢脊髓損傷患者阻塞性腎病變之研究：
腎臟超音波與同位素腎臟掃瞄之臨床應用

Screening for Obstructive Nephropathy in
Spinal Cord Injured Patients: Clinical Application of
Renal Ultrasonography and Radioisotope Renography



研究生：蔡素如 (Su-Ru Tsai) 撰

中華民國八十六年元月

(January, 1997)

中山醫學院圖書館



C039017

授權書

(博碩士論文)

本授權書所授權之論文為本人在 中山醫學院 醫學研究所
_____ 組 85 學年度第 1 學期所撰 碩士 學位論文。

論文名稱: 篩檢脊髓損傷患者阻塞性腎病變之研究: 腎臟超音波與同位素腎臟掃瞄之臨床應用

同意 不同意

本人具有著作財產權之論文提要, 授予國家圖書館、本人畢業學校及行政院國家科學委員會科學技術資料中心, 得重製成電子資料檔後收錄於該單位之網路, 並與台灣學術網路及科技網路連線, 得不限地域時間與次數, 以光碟或紙本重製發行。

同意 不同意

本人具有著作財產權之論文全文資料, 授予行政院國家科學委員會科學技術資料中心, 得不限地域時間與次數以微縮、光碟重製後發行, 並得享該中心微縮小組製作之研究報告、獎勵代表作、博碩士論文三檔資料等值新台幣伍佰元之服務。本論文因涉及專利等智慧財產權之申請, 請將本論文全文延後至民國 __ 年 __ 月後再公開。

同意 不同意

本人具有著作財產權之論文全文資料, 授予教育部指定送繳之圖書館及本人畢業學校圖書館, 為學術研究之目的以各種方法重製, 或為上述目的再授權他人以各種方法重製, 不限時間與地域, 惟每人以一份為限。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。

指導教授姓名: 畢柳鶯

研究生簽名: 蔡素如 學號: R8301203
(親筆正楷)

日期: 民國 86 年 2 月 22 日

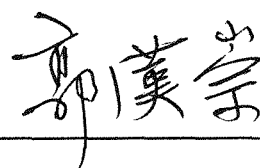
- 備註: 1. 上述同意與不同意之欄立若未鉤選, 本人同意視同授權。
2. 授權第二項者, 請再交論文一本予承辦人員。
3. 本授權書已於民國85年4月10日送請著委會修正定稿。

本論文為中山醫學院授予醫學碩士學位之
必備條件之一，經中山醫學院醫學研究所碩士論
文考試委員會審查合格及口試通過。

口試委員

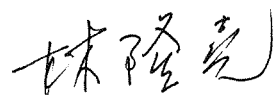
私立慈濟醫學院醫學系
慈濟醫院泌尿科主任

郭漢崇 副教授



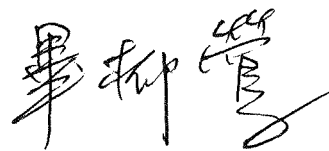
私立中山醫學院醫學系
哈佛大學公衛學博士

林隆堯 副教授



私立中山醫學院醫學系
台中市立復健醫院院長
(論文指導教授)

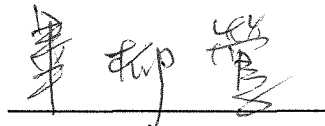
畢柳鶯 副教授



中華民國八十六年元月

學生 蔡素如 論文題目為 『篩檢脊髓損傷患者阻塞性腎病變之研究：腎臟超音波與同位素腎臟掃瞄之臨床應用』，其論文已經中山醫學院醫學研究所碩士論文考試委員會審查合格及口試通過，並由其指導教授核閱後無誤。

指導教授：畢柳鶯

簽名：

中華民國八十六年元月三十日

致 謝

自從進入復健醫學的領域，多年來承蒙師長畢柳鶯教授的多方啟迪與悉心指導，不斷傳授寶貴的心得及經驗，方始構思，繼成此文。對此浩瀚師恩，致上最高的敬謝之意。

研究進行中，復得林隆堯博士在研究設計與統計分析方面之提要與指導，繼蒙郭漢崇教授不吝提供豐富的臨床經驗及熱心的指正，使本文得以順利完成，謹致無限的謝忱。

在研究所就讀兩年半的期間，感謝公婆和所有家人的支持，尤其外子宗和給予許多的鼓勵與協助，成為完成學業的最大原動力。謹將本論文集，獻給我摯愛的父母、先生及吾女卓君、卓廷。

蔡素如 謹誌 八十六年·春

摘 要

脊髓損傷患者需定期接受泌尿功能檢查，以儘早篩檢出尿路併發症，保有腎臟最佳功能。就單一併發症而言，以早期偵測出阻塞性腎病變最重要。本研究的目的是探討腎臟超音波與同位素腎臟掃瞄，對脊髓損傷患者阻塞性腎病變的篩檢能力及兩者診斷此病變的一致性。同時探討膀胱漲滿對超音波篩檢能力的影響，以及影響腎臟排泄功能的危險因素。

自1993年一月到1996年六月，共收集170名脊髓損傷患者，定期的泌尿功能檢查包括身體檢查及病史查詢，實驗室檢查，靜脈注射泌尿系造影術(IVP)，腎臟超音波，放射性同位素腎臟掃瞄，排尿膀胱尿道造影術(VCUG)。以IVP及臨床診斷為最終診斷結果，再分別與超音波及同位素腎臟掃瞄做比較。可得超音波篩檢阻塞性腎病變的敏感度(sensibility)為0.92，陰性預測值(negative predictive value)為0.98。同位素腎臟掃瞄篩檢的敏感度為0.89，陰性預測值為0.97。這兩項檢查診斷此病變的一致性亦達顯著水準(Kappa coefficient=0.584, $p < 0.001$)。膀胱排空尿液之後，進行超音波檢查的篩檢敏感度(0.74)較低於膀胱於生理性漲滿狀態的檢查結果(0.90)。引起腎功能顯著降低的危險因素包括膀胱輸尿管逆流，腎盂腎炎病史，和受傷期間長。而其他因素如年齡、性別、四肢癱瘓、病變部位、完全性損傷和使用長期留置尿管則未達統計上明顯的影響。

本研究顯示腎臟超音波與同位素腎臟掃瞄兩項檢查敏感度及陰性預測值高，適合用於長期追蹤及篩檢阻塞性腎病變。膀胱適當漲滿可以提高超音波篩檢能力。存在危險因素的患者，予以適當處理，將可避免進一步損害上尿路及腎臟功能。

Abstract

Diagnosis of the presence of obstructive nephropathy with hydronephrosis is the single most important determination to be made during the periodic urologic surveillance of spinal cord injured patients. We performed the prospective study to determine the screening yield and diagnostic agreement of renal ultrasonography (RU) and radioisotope renography (RS) for the early detection of obstructive nephropathy. A second purpose was to determine the influence of bladder fullness on the diagnostic yield of RU. A third purpose was to identify the risk factors associated with a decrease in renal function.

At the time of periodic IVP, RU, RS, VCUG and laboratory tests were done on 170 patients between January, 1993 and June, 1996. Findings at RU and RS were compared with the final results by IVP and clinical diagnosis. The sensitivity of RU was 0.92 with a negative predictive value (NPV) of 0.98. The RS reached a sensitivity of 0.89 with a NPV of 0.97. Both RU and RS achieved the significant agreement on the diagnosis of obstructive nephropathy (Kappa coefficient=0.584, $p < 0.001$). Physiological filled-bladder may improve the screening ability (0.90) of RU in comparison to a lower sensitivity (0.74) after voided urine. Factors associated with a statistically significant reduction in effective renal plasma flow (ERPF) included the duration of injury, presence of vesicoureteral reflux and a history of pyelonephritis. Other factors examined but not found to be statistically significant included age, quadriplegia, gender, level of lesion injury, long-term catheterization and complete injuries.

It is recommended that both renal ultrasonography, especially in filled-bladder status, and radioisotope renography may be used for screening upper urinary tract obstruction in the long-term follow-up program for spinal cord injured patients. The renal function usually can be preserved if the treatable risk factors are managed properly.

目 錄

第一章 緒 論.....	1
一、脊髓損傷患者排尿功能障礙與阻塞性腎病變.....	1
二、脊髓損傷患者泌尿系統功能長期追蹤.....	2
三、靜脈注射泌尿系造影術於阻塞性腎病變之應用.....	3
四、研究目的.....	7
第二章 文獻探討.....	8
一、腎臟超音波造影術於阻塞性腎病變之應用.....	8
二、放射性同位素腎臟掃瞄於阻塞性腎病變之應用.....	10
三、膀胱尿液渫留對上尿路的影響.....	12
第三章 材料與方法.....	13
一、研究對象.....	13
二、研究方法.....	15
三、統計分析.....	23
第四章 結 果.....	26
一、腎臟超音波診斷阻塞性腎病變準確度之測量.....	27
二、同位素腎臟掃瞄診斷阻塞性腎病變準確度之測量.....	28
三、腎臟超音波與同位素腎臟掃瞄診斷阻塞性腎病變之 一致性.....	29
四、膀胱漲滿狀態對超音波診斷的影響.....	30
五、影響脊髓損傷患者腎臟排泄功能因素的探討.....	31
第五章 討 論.....	40
參考文獻.....	51

表 目 錄

表 一	14
表 二	14
表 三	17
表 四	19
表 五	20
表 六	22
表 七	26
表 八	33
表 九	34
表 十	35
表 十一	35
表 十二	36
表 十三	37
表 十四	38
表 十五	39

第一章 緒 論

一、脊髓損傷患者排尿功能障礙與阻塞性腎病變 (Voiding dysfunction and obstructive nephropathy in spinal cord injured patients)

脊髓損傷患者因為排尿控制的神經性損傷，造成下尿路系統排尿功能異常。Krane 及 Siroky¹ 將神經性膀胱功能障礙(neurogenic bladder dysfunction, NBD)依照膀胱逼尿肌(detrusor)之功能及括約肌(sphinter)之功能的表現不同加以區分。而 Wein² 則依照膀胱處於不同功能狀態時期(storage and empty phase)，逼尿肌收縮反應及尿道出口阻力(outlet resistance)的大小與協調性來分類。Staskin^{3,87} 描述神經性膀胱引起的功能障礙通常有下列臨床上的變化：

有薦髓以上病灶(suprasacral lesion)的患者，常會產生逼尿肌收縮反射過強(detrusor hyperreflexia)及逼尿肌—括約肌共濟失調性收縮(detrusor-sphincter dyssyneria, DSD)，使膀胱內部壓力(intravesical pressure)上升，尿液排空路徑因為尿道括約肌共濟失調而受阻，造成高壓性餘尿量(high-pressure residual urine)增加，長期易形成膀胱壁肥厚(detrusor hypertrophy)，膀胱壁彈性降低(loss of detrusor compliance)，並在遠端輸尿管及膀胱交接處(vesicoureteral

junction)造成阻塞，使得上尿路排尿阻礙，引起腎臟集尿系統或輸尿管的擴張(hydronephrosis or hydroureter)。

在薦髓病灶(sacral lesion)或薦髓以下病灶(infr sacral lesion)的患者，會出現逼尿肌無反射性收縮(detrusor areflexia)，膀胱頸和括約肌失去神經控制(bladder neck denervation, external sphincter denervation)而無協調性收縮或鬆弛機轉，使得膀胱壁彈性減少，加上患者經常使用滿溢性排空(overflow emptying)的方式排尿，也會造成高壓性餘尿量增加，同樣會危及上尿路排空尿液的功能，造成上尿路系統的擴張病變。

二、脊髓損傷患者泌尿系統功能長期追蹤 (Long-term follow-up of urologic function in spinal cord injured patients)

針對脊髓損傷患者神經性膀胱功能障礙的處理，以達到患者接受度高及方便執行的排尿方法，同時長期保有最佳上尿路及腎臟功能為主要目標⁴。因為患者常會自行修改排尿方式，加上膀胱排尿動力生理狀態(bladder dynamics)隨著時間會有所變化，或罹患尿路結石、尿路系統感染、膀胱輸尿管逆流(vesicoureteral reflux, VUR)等併發症，這些

因素常逐漸影響上尿路功能。當上尿路發生病變，不一定伴隨臨床明顯症狀，所以容易被患者忽略。因此長期且定期監測上尿路系統之變化，是極為必要的課題^{4,5}。

根據國外相關文獻^{31,34,35,36,42}報告，直到目前，上尿路病變及腎臟功能受損仍是造成脊髓損傷病患死亡及罹病的主要原因。然而因為長期照護膀胱的觀念及醫療技術的進步，使得因為腎臟疾病導致死亡的比率由二十年前的43%⁶降到近年來的3至15%^{7,8,9,89}。有如此明顯降低的趨勢，其中上尿路的長期監測工作，扮演著重要的角色^{10,11}。雖然對上尿路監測的步驟目前尚未有一致的方法，但是多數學者^{4,12}同意在脊髓損傷發生後的五年內，每年接受定期檢查，如果仍能保持泌尿系統功能正常，改為每兩年檢查一次。期間如果發生併發症，則必須依照患者尿動力學的狀態，改變膀胱照護方式，以維持腎臟及上尿路的最佳功能。

三、靜脈注射泌尿系造影術於阻塞性腎病變之應用

(Clinical application of IVP on obstructive nephropathy)

定期泌尿系統功能之追蹤檢測，一般例行的檢查通常包括：1) 病史探詢及身體檢查；2) 實驗室檢查，包含血

液 blood urea nitrogen (BUN)、creatinine 的濃度及 creatinine clearance (Ccr) 測定，以偵檢整體腎功能；3) 尿液常規檢查，尿液培養及抗生素敏感試驗；4) 排尿膀胱尿道攝影術 (voiding cystourethrography, VCUG) 以篩檢膀胱輸尿管逆流；5) 靜脈注射泌尿系造影術 (intravenous urography, IVU or IVP)，放射性同位素腎臟掃描 (radioisotope renography)，腎臟超音波造影術 (real-time renal sonography) 以檢查是否產生上泌尿系併發症。

靜脈注射泌尿系造影術 (IVP) 在本世紀初發展出來，臨床使用期間約八十年，對上尿路系統結構病變的偵檢而言，是應用最廣泛的放射學檢查方法^{13,14,73,75,79}。因為使用長久，IVP 的應用和判讀最為多數人熟悉。在過去數十年來，IVP 的檢查配合 creatinine、Ccr^{16,17,18,19} 經常被使用於多數腎疾患和 SCI 患者上尿路功能的篩檢⁴⁸。

由於 SCI 患者的神經控制損傷和運動能力降低，多數肌肉組織 (muscle mass) 產生萎縮，所以使得 creatinine 的血中濃度偏低，除非腎功能已經發生相當程度的損害，否則不易有異常偏高的濃度¹⁵。Ccr 雖然可以提供整體腎功能的表現，但是需要收集二十四小時的尿液為檢查樣本，容易發生檢查技術上的誤差，影響檢查結果¹⁹。同時因為 SCI 病患經常產生單側尿路病變，整體腎功能仍能保持 Ccr 在正常範圍，Ccr 無法提供單側腎臟個別的變化資料，所以也不是理想的篩檢工具^{4,15}。

IVP 可以顯示所有泌尿系統的解剖構造及變化，提供尿路阻塞程度及阻塞部位完整詳細的資料，在過去數十年一直被視為篩檢及診斷阻塞性腎病變的標準工具^{20,21,22} (gold standard for the imaging diagnosis of obstructive uropathy)。

但是因為 IVP 存在下列若干副作用，而限制它在某些方面的應用。例如有些病患使用靜脈注射的顯影劑，會引起顯影劑毒性反應(contrast toxicity)。依據某些研究之統計資料，將近 5% 病患在注射顯影劑後產生 urticaria, mild hypotension, sneezing 的不適症狀^{23,28}，較嚴重的副作用如 bronchospasm, laryngeal edema, cardiovascular system abnormalities 的發生率約為 1.5%，而過敏性休克引起之死亡病例，平均約為每 14,000 至 117,000 人次檢查中發生一例²⁷。也有報告指出^{25,26}，注射顯影劑引發之遲發性腎功能衰退 (delayed posturographic contrast nephropathy，即血中 creatinine 上升超過 1mg per dl) 發生率約為 1.5 至 15%。雖然目前有較新發展的非離子顯影劑(non-ionic contrast)，可以減少過敏及毒性反應，提高尿路結構顯示效果^{13,20}，但是價格高昂，為傳統顯影劑的四至十倍，並非適合例行使用或符合經濟原則的檢查方法。

在進行 IVP 檢查之前，必須作例行的限制飲食飲水

(overnight fasting)及腸道清除(bowel preparation)的準備步驟。而 SCI 患者因為經常併有神經性腸道功能障礙(neurogenic bowel)，所以腸道清除較為困難，往往引起病患極度不適，有些病患會因此而拒絕接受此項檢查的安排^{29,30}。且常因有過多的腸道排泄物和腸氣，而影響 IVP 的判讀。

因為 IVP 有上述應用的限制，所以近年來許多臨床醫師及研究者，均紛紛提出各項替代 IVP 篩檢阻塞性尿路病變的其他檢查工具。擔任篩檢角色應該具備敏感度(sensitive)，特異性(specific)，不需繁複準備，副作用少，而且受測者的耐受性高等等特色。其中因為腎臟超音波可顯示腎臟結構的改變^{32,33,37,38,39}，同位素腎臟掃瞄可以評估腎臟排泄功能^{29,30,40,41} (measurement of ERPF)，且兩者皆具備部份上述特色，所以目前以這兩項檢查的討論和應用最多。

四、研究目的 (Objectives)

- A、 探討腎臟超音波及同位素腎臟掃瞄，對 SCI 患者篩檢(screening)阻塞性腎病變的功能與成效。
- B、 探討腎臟超音波及同位素腎臟掃瞄，對阻塞性腎病變診斷的一致性(diagnostic agreement)。
- C、 探討膀胱漲滿狀態(bladder fullness)對腎臟超音波篩檢阻塞性腎病變成效的影響。
- D、 探討 SCI 患者腎臟排泄功能(ERPF)的影響因素及其顯著性。

第二章 文獻探討

一、腎臟超音波造影術於阻塞性腎病變之應用

超音波檢查在婦產科學及小兒科學的領域早已廣泛應用，經腹部超音波(transabdominal ultrasound)亦經常施用於檢測腹部臟器病變。近二十年來因為超音波儀器精進，提高灰階(gray scale)與即時顯像(real-time imaging)技術，已經改善造影的品質與建立高重複性³⁸。然而超音波的瞬時成像²⁰(glimpse image)不似IVP的檢查，有特定的影像留供判讀，通常由操作者決定影像的選取作為判讀依據，而且超音波的操作技術也因人而略有差別^{20,22}(operator dependent)，所以施測者之間有若干程度的差異存在。

腎臟超音波造影術可以評估及檢視腎臟解剖結構，此項功能與IVP相近。然而兩者相比，執行超音波完全不具侵襲性，不需要作特殊準備步驟，亦不需限制飲食或飲水造成脫水現象，無輻射暴露，安全性高，沒有使用顯影劑而引發的過敏或毒性反應，檢查花費時間較少，費用便宜，所以病患的接受程度極高^{22,33,37,74}。且患者腎功能優劣並不會影響檢查的進行(independent of renal function)，所

以也可以應用在無功能性腎臟(nonfunctioning kidney)或氮血症(azotemia)的患者⁴³。當阻塞性腎病變呈現腎盂腎盞擴張時，在腎竇中央會成一處無回音區(echo-free)⁴⁴。Ellenbogen⁴⁵等人報告超音波顯示上尿路阻塞性擴張的敏感度極高，適合擔任篩檢的角色。除了診斷腎盂腎盞擴張之外，超音波對結石，腎臟大小(kidney size)的評估，腎臟腫瘤(renal mass)及區分 solid 或 cystic mass 的診斷率也高^{22,38,47}。

已經有某些臨床研究將超音波檢查應用於罹患神經性膀胱功能障礙的 SCI 患者，作為尿路病變定期的評估及追蹤。Calenoff³³與 Brandt³⁷等人的研究顯示超音波可以檢查出上尿路結石，腎實質疾患及早期水腎之偵測。建議適用於做過 IVP 基本檢查之後的後續定期篩檢，同時若合併排尿膀胱超音波造影(ultrasonic VCUG)技巧，尚能偵測到膀胱輸尿管逆流，可替代部份排尿膀胱尿道攝影術的功能。Rao²²等人認為超音波與 IVP 在某些功能上是具互補的，建議在每年定期追蹤時交替安排檢查。Morcos 與 Thomas⁴⁶也建議用超音波加上腹部 X 光檢查(plain abdomen radio-graph)與 IVP 在定期檢查中輪流安排。

二、放射性同位素腎臟掃瞄於阻塞性腎病變之應用

放射性同位素用在偵測腎臟功能已有多年應用經驗，最常運用的同位素是 ^{131}I orthoiodohippurate (^{131}I -OIH)，它部份經由腎絲球濾過，絕大部份是經由腎小管的分泌 (tubular secretion) 作用排泄到集尿系統中，所以可以評估腎臟排泄的功能，評估的結果以 effective renal plasma flow (ERPF) 來表示⁵⁶。對於患有神經性膀胱功能障礙的病患，不論是因為尿路感染⁷⁷或阻塞性病變，首先會受影響的就是腎小管分泌功能，所以早期異常或病變，可以由 ERPF 的變化得知⁵⁷。而 ERPF 不僅可以評估整體功能，更能分別計算出兩側腎臟個別的排泄功能，對 SCI 患者經常出現單側病變的情形而言，此項臨床數據對早期篩檢更形重要^{29,58,59}，因為單側腎功能衰退發生，另一側的腎臟往往有代償的現象，使得整體腎功能維持不變，反而增加臨床診斷的困難。

與 IVP 比較，進行放射性同位素腎臟掃瞄時，不需做特別的準備步驟或限制進食，僅需接受注射，對受測者侵襲性低，且少有副作用產生，其掃瞄輻射暴露量亦低⁶¹（約有 0.2 rad）。目前一種較新發展的同位素— technetium 99m mercapto-acetyltriglycine (Tc-99m MAG3) 使用較低能量的同位素（鎝），可以減少輻射劑量，提高腎臟標的同位素



數量，未來將全面取代 $^{131}\text{I-OIH}$ ^{60,62}。

Lloyd ²⁹ 的研究指出，SCI 患者的 ERPF 在受傷後早期即會出現變化，最常見的異常型態是排泄延遲 (delayed excretion)，Tempkin ⁵⁷ 等人認為這是由於上尿路排泄障礙 (defect of renal drainage) 導致而起。ERPF 降低的長期變化則與年齡、性別、腎臟結石、四肢癱瘓以及上尿路感染有關 ^{12,58,59}。早期的研究多偏重 ERPF 數值的變化與上尿路病變的關係，而最近 Bih ³⁰ 等人的研究則將時間—放射性活度 (time-activity) 的相關提出不同程度的分類曲線，對早期排泄功能異常的判斷更敏感。

因為放射性同位素腎臟掃瞄檢查提供之臨床資料價值高 ^{12,30,58}，所以適合用於 SCI 患者的泌尿功能之長期追蹤。Lloyd ⁴ 則建議再配合腹部 X 光檢查 (plain abdomen radiograph) 可以篩檢出腎臟掃瞄檢查無法偵測到的尿路結石。

三、膀胱尿液渚留對上尿路的影響

當膀胱內有尿液渚留，使膀胱維持於漲滿狀態(bladder fullness)時，因為膀胱內部壓力上升，對輸尿管行經膀胱壁的遠端部份(intramural portion of ureter)造成壓迫，產生生理性的阻塞^{49,90} [Sampson 1903, Campbell 1964]。一般生理性阻塞形成的上尿路擴張在正常狀況時不顯著，如果出現明顯擴張現象，多與病理性阻塞有關⁵² [Emmett 1964, Friedenbergr 1967]。Jones⁵⁵ 等多人的研究，發現在慢性阻塞性尿路病變的病患，當膀胱內壓增加，或是給予飲水或服用利尿劑後，會增加腎盂壓力，使腎盂擴張更明顯。多項臨床研究顯示，在進行 IVP 的檢查時，可以利用漲滿膀胱增加顯影劑在上尿路的滯留，使上尿路結構更清楚顯示，有助於發現病變及異常^{49,52,53}。Jones⁵¹ 與 Berdon⁵⁴ 等人認為漲滿膀胱會改變輸尿管蠕動運輸(ureteral peristalsis)的能力，形成輸尿管擴張，通常在膀胱排空尿液之後，上述情形可以恢復正常。Morin⁵⁰ 的研究顯示，在大量飲水之後，正常的腎臟也會在超音波上呈現水腎的影像，因此認為超音波應在排空尿液狀態時才進行。但是此研究讓受測者一次喝水約 1600 毫升，為正常膀胱容量的五至六倍之多，可能導致不當的結果。

第三章 材料與方法

一、研究對象 (Subjects)

- ◆ 自 1993 年 1 月到 1996 年 6 月期間，到台中市立復健醫院接受定期泌尿系統功能追蹤檢查的脊髓損傷病患，完成系列評估者，收集其臨床資料並進行分析。
- ◆ 在研究期間接受一次以上定期追蹤的病患，各次檢查結果也一併列入分析。
- ◆ 本研究總共登錄一百七十名 SCI 患者，其中男性一百三十五名，女性三十五名。接受檢查時平均年齡為三十四歲，年齡分佈範圍由九歲到七十歲。受傷期間（自脊髓損傷發生至接受檢查之期間）平均為四十九個月，受傷期間之分佈範圍為二個月到三十四年。四肢運動功能障礙者有七十三名，雙下肢運動障礙者有九十七名。病灶屬完全性損傷者有一百一十三名，病灶屬不完全性損傷者有五十七名。

◆ 所有研究對象的基本資料如下：

Table 1: Demographic Characteristics of Study Subjects

	No. (total=170)
Male patients	135
Female patients	35
Mean current age (range)	34 (9 - 70 years)
Mean duration of injury (range)	49 (2 - 410 months)
Tetraplegia / tetraparesis	73
Paraplegia / paraparesis	97
Complete injuries	113
Incomplete injuries	57

◆ 所有病患資料，依照神經學上病變部位 (neurological level) 分類，如下表所列：

Table 2: Demographic Characteristics of Subjects Classified by The Neurological Lesion Level

Level ¹	No.	Female	Complete ²	Age ³	Duration ⁴
Cervical	73	13	44 (61%)	36.1 ± 12.4	33.1(2~299)
Thoracic	62	15	51 (82%)	32.5 ± 11.1	62.7(2~410)
Lumbosacral	35	7	18 (50%)	34.1 ± 9.9	55.9(2~234)
Totals	170	35	113 (66%)	34.3 ± 11.5	48.9(2~410)

1: Classify according to the neurological level;

2: No. of patients with complete lesion;

3: Current age (years): mean ± SD;

4: Duration post injury (months): mean (range)

二、研究方法 (Methods)

◆ 定期泌尿系統功能檢查包括下列各項檢查步驟：

1. 身體檢查及病史查詢：尤其注意有無不明原因經常性發燒或畏寒現象(history of fever or chills)，排空尿液方式（是否使用留置尿管或膀胱造瘻術），有無尿路結石或相關泌尿系疾患病史等。
2. 各項實驗室檢查：包括血中 BUN、creatinine 濃度，creatinine clearance (Ccr)，urine routine，urine culture and sensitivity tests。
3. 靜脈注射泌尿系造影術：若有顯影劑過敏病史，或是已有臨床分析數據顯示腎功能不佳患者（指血中 creatinine 超過 2.2 mg/dl，或 Ccr 低於 30 ml/min），則不安排 IVP。
4. 腎臟超音波造影術。
5. 放射性同位素腎臟掃瞄。
6. 排尿膀胱尿道攝影術：為確診膀胱輸尿管逆流或尿道阻塞的檢查。

◆ 以上病患的檢查均於兩週之內完成，只有二十六例於一個月之內完成。其中，除了放射性同位素腎臟掃描必需轉介到台中市中山醫學院附設醫院核子醫學科進行外，其他各項檢查都在台中市立復健醫院內完成。

◆ 靜脈注射泌尿系造影術(IVP)施行方法及判讀標準：

1. 檢查前準備：

病人在前一晚限水至少八小時，以增加尿路顯影程度。服瀉劑清除腸道內容物(bowel preparation)，檢查當天早上可併用灌腸劑以降低腸道排泄物或腸氣的干擾。

2. 檢查步驟：

做顯影劑過敏測試(urograffin sensitivity test)先排除急性過敏反應的病患。若對顯影劑沒有過敏反應，先照一張 K.U.B.，並觀察 bowel preparation 情形，若腸氣及腸內容物不致影響判讀，先用腹布(compression pad)壓住腹部，再由靜脈注射顯影劑。注入顯影劑後一分鐘，照相，此時應可看到腎實質。五分鐘後再照一張相，此時應可看到整個腎臟集尿系統顯影（包括 renal pelvis 及 collecting system）。十五分鐘時放掉腹布，立即照相，

此時可看到顯影劑經輸尿管流入膀胱。最後三十分鐘照相，可看到膀胱內充滿顯影劑，而上尿路剩些少許顯影劑。必要時於六十或九十分鐘後加照影像 (delayed films)。

3. 判讀腎盂腎盞擴張之標準^{29,45}：

第一級為腎盞輕微擴張，而腎乳頭結構仍清晰可見；第二級為腎盞向外突出擴張，且腎乳頭結構已不易分辨；第三級為腎盂腎盞呈囊狀擴張，且腎皮質變薄；第四級為腎臟功能顯著降低且顯影極度延遲或不顯影。

Table 3: Grading of IVPs

Pyelocaliectasis	
Grade I	Distention of the calices with the papillae still easily identified
Grade II	Calices ballooned outward and papillae barely visible
Grade III	Marked hydronephrosis with a saclike collecting system and thin parenchyma
Grade IV	Poor-functioning kidney

◆ 腎臟超音波造影術施行方法及判讀標準：

1. 檢查分成兩階段：

在檢查之前一小時，先令病患喝水 300 至 500 毫升，並於膀胱處於生理性漲滿狀態時，進行第一次腎臟超音波檢查；再令病患排空尿液（以自解、增加腹壓、刺激誘尿或導尿方式）之後，進行第二次超音波檢查。

2. 檢查步驟：

病人採仰臥、俯臥或側臥姿勢；使用 Aloka 500 型超音波 3.5MHz 的探頭採取縱、橫、冠各切面詳細探查兩側腎臟外形、腎竇和腎實質。若發現腎盂腎盞呈現擴張，則記錄擴張程度及腎實質是否併有萎縮 (parenchymal thinning) 或出現腎廓變形 (cortical scarring)。

3. 膀胱超音波造影：

在第一次腎臟超音波檢查之前施行，以記錄膀胱漲滿時之容量。病人採取仰臥姿勢，選取最大橫切截面積處與最大縱切截面積處並留下影像。

膀胱容量（漲滿程度）之計算等於橫切面面積乘以縱切面上下徑乘以係數（視膀胱形狀乘以 0.6 至 0.9 之間的係數）。

4. 超音波判讀水腎的標準^{45,72}：

第一級為僅見腎盂擴張；第二級為除了腎盂擴張外，還可見到少數腎盞擴張；第三級為腎盂及所有腎盞皆擴張；第四級為腎盂、腎盞擴張，且腎皮質變薄或腎臟產生萎縮。

Table 4: Ultrasound Grading of Hydronephrosis

Hydronephrosis	
Grade I	Only renal pelvis present
Grade II	Few calices and renal pelvis present
Grade III	All calices are seen
Grade IV	Parenchyma thinning

◆ 排尿膀胱尿道攝影術(VCUG)施行方法及判讀標準：

1. 將顯影劑(urograffin) 40 毫升加入 100 毫升無菌蒸餾水或生理食鹽水稍加稀釋。由尿道放入導尿管，將玻璃空針外管套在尿管出口上，利用重力(gravity infusion)使顯影液流入膀胱，再用透視放射線檢查是否有膀胱輸尿管逆流產生。至顯影液無法靠重力進入為止，能流入 150

至 200 毫升最佳。若逼尿肌反射發生，顯影液會回升，此時夾住尿管，透視是否有逆流發生，通常反射稍後會消失，可再灌顯影液。若灌入膀胱的顯影劑容量太少，可考慮打點滴或多喝水使膀胱內尿量增加。

2. 若有逆流產生，照片子留下影像，並判讀逆流程度。
3. 將尿管拔除後，請病人排尿，留下尿液解出時膀胱及尿道影像，檢視解尿中、解尿後是否有逆流發生。
4. 膀胱輸尿管逆流的判讀標準^{64,82}：

第一級為逆流至輸尿管；第二級為逆流至腎盂、腎盞，無擴張現象；第三級為輸尿管、腎盂輕度擴張或變形，腎盞輕度擴張；第四級為輸尿管、腎盂、腎盞中度擴張，仍可見到腎乳頭結構；第五級為輸尿管、腎盂、腎盞顯著擴張，腎乳頭結構已無法分辨。

Table 5: Grading of Vesicoureteral Reflux

Vesicoureteral Reflux	
Grade I	Ureter only
Grade II	Ureter, pelvis and calices without dilatation
Grade III	Dilatation of ureter, pelvis and slight blunting of caliceal fornices
Grade IV	Dilatation of ureter, pelvis and marked blunting of caliceal fornices but maintenance of papillary impressions
Grade V	Gross dilatation of ureter, pelvis and calices without visible papillary impressions

◆ 放射性同位素腎臟掃描施行方法及判讀標準：

1. 檢查步驟：

接受檢查之前不需限制飲水，保持正常尿流量。在檢查之前需將膀胱尿液盡量排空，避免膀胱過漲影響結果。由靜脈注射 4mCurie Tc-99m MAG3 之後，開始使用 γ 照相機 (gamma scintillation camera) 及計算機系統連續採集放射性同位素通過腹主動脈及腎臟的一系列影像，其放射性活度與腎臟的血供多寡有關。可以測得雙側腎臟顯影的時間，腎臟大小及放射性同位素在腎臟的分佈情形，亦能通過電子計算機系統描繪出雙側腎臟的放射性活度—時間曲線 (time-activity curve)，作定量的分析。測量時間共需三十分鐘。

2. Effective renal plasma flow (ERPF) 評估採用 Schlegel⁶³ 的計算公式，得到雙側 individual ERPF 和 global ERPF。

3. 同位素腎臟掃描結果的其他參數定義如下：

Peak time (T_{max}): 由注射同位素開始到達該側腎臟最高放射性活度的時間 (分鐘)。

Half-clearance time (T_{1/2}): 由尖峰時間到達腎臟放射性活度減少一半的時間 (分鐘)。

Renal index (RI): 為兩側 individual ERPF 與 global ERPF 的比值 (%)。

4. 依照同位素腎臟掃瞄所得之放射性活度—時間曲線，分成 6 種不同型態³⁰。曲線 A 為正常腎臟排泄功能狀態，曲線 B 為排泄延遲(excretion delay)，曲線 C 為明顯排泄阻塞(obstructive pattern)，以上三者的 ERPF 值仍在正常範圍。曲線 D 呈現 ERPF 值降低，但無排泄障礙，曲線 E 為 ERPF 下降合併明顯阻塞，曲線 F 為腎臟功能顯著降低(poor-functioning kidney)。檢查結果將曲線 B 至曲線 F 視為異常腎臟排泄功能。

詳細參數資料如下表：

Table 6: Definition of Various Time-Activity Curves

Curve	Parameters
A	Normal ERPF, $T_{max} < 7.5\text{min}$, $T_{\frac{1}{2}}^1 < 9\text{min}$, $RI > 40\%$.
B	Normal ERPF, $T_{max} > 7.5\text{min}$ or $T_{\frac{1}{2}}^1 > 9\text{min}$., $T_{max} + T_{\frac{1}{2}}^1 < 30\text{min}$.
C	Normal ERPF, $T_{max} + T_{\frac{1}{2}}^1 > 30\text{min}$.
D	Decreased ERPF or $RI < 40\%$, $T_{max} + T_{\frac{1}{2}}^1 < 30\text{min}$.
E	Decreased ERPF or $RI < 40\%$, $T_{max} + T_{\frac{1}{2}}^1 > 30\text{min}$.
F	$ERPF < 40\text{ml/min}$.

三、統計分析 (Statistical Analysis)

- ◆ 以 IVP 檢查結果或者臨床分析結果當成最終診斷標準 (as final diagnosis)，分別與腎臟超音波與同位素腎掃描偵測所得結果作比較。可得 2×2 Contingency table 如下所列：

Ultrasonographic or Renal Scan Results	Final Results	
	Abnormal	Normal
Abnormal	TP (True positive)	FP (False positive)
Normal	FN (False negative)	TN (True negative)

- ◆ 測量診斷工具準確度 (Diagnostic accuracy)^{65,66,67,68}：
以上述所得數據，分別計算常用評估準確度的指標。

1. Sensitivity = $TP / TP + FN$
2. Specificity = $TN / TN + FP$
3. Efficiency = $TP + TN / TP + TN + FP + FN$

4. Positive predictive value (PPV) = $TP / TP + FP$
5. Negative predictive value (NPV) = $TN / TN + FN$
6. Likelihood ratio of a positive test (LR+)
 - = sensitivity / 1 - specificity
7. Likelihood ratio of a negative test (LR -)
 - = 1 - sensitivity / specificity
8. Usefulness index (UI) = $d \times (d - r)$
 - d is the incidence of the finding in the disease.
(= sensitivity)
 - r is the incidence of the finding in a reference
population. (= 1 - specificity)
 - UI > 0.35 regard as an useful test.

- ◆ 診斷工具之間信度的評估(Inter-rater reliability)^{69,70} :
 估算 Kappa 一致性係數(K coefficient of agreement) , 並
 進行顯著性考驗, 以探討腎臟超音波與同位素腎掃描在
 診斷同一病變的相關性。

其計算公式如下：

若 $P(A)$ 是兩種不同測驗工具實際獲得相同結果的比例， $P(E)$ 是兩種不同測驗工具由機率預期獲得相同結果的比例，

則一致性係數
$$Kappa = \frac{P(A)-P(E)}{1-P(E)}$$

- ◆ 運用多元迴歸分析(Multiple regression)⁷¹，探討影響SCI患者腎臟排泄功能(ERPF)的危險因素及其顯著水準。以 individual ERPF 為依變數(dependent variable)，自變數(independent variables)則包含年齡、性別、受傷期間、病灶部位、損傷狀態、運動功能障礙、腎盂腎炎病史、膀胱輸尿管逆流以及長期使用導尿管排尿等九項臨床症狀或表現。

第四章 結 果

在本研究所收集的一百七十名 SCI 患者中，共計有三十五名病患產生上尿路系統的併發症，所以可得盛行率 (prevalence) 約為 20.6%。其中，男性三十名，女性五名，平均年齡 34.7 歲，平均受傷期間為 62 個月，完全性損傷二十三名 (66%)，較不完全性損傷患者為多。有八名病患使用長期留置尿管，十八名患者併發膀胱輸尿管逆流。依照神經學上病灶部位來分類，其分佈情形如下表 (表七) 所列。

Table 7: Demographic Characteristics of Patients with Upper Urinary Tract Abnormalities

Level ¹	No.	Female	Complete ²	Catheter ³	VUR ⁴	Age ⁵	Duration ⁶
Cervical	13	1	9	4	6	35.8 ± 11.5	40.6 ± 38.7
Thoracic	12	2	10	3	8	35.1 ± 11.9	54.8 ± 27.7
Lumbosacral	10	2	4	1	4	31.9 ± 10.6	120.5 ± 81.5
Totals	35*	5	23	8	18	34.7 ± 11.4	62.1 ± 54.4

1: Classify according to the neurological level;

2: No. of patients with complete lesion;

3: No. of patients on long-term catheterization;

4: No. of patients with vesicoureteral reflux;

5: Current age (years): mean ± SD;

6: Duration post injury (months): mean ± SD;

* Prevalence of upper urinary tract abnormalities: 20.6% (35/170).

一、腎臟超音波診斷阻塞性腎病變準確度之測量

在所有研究對象中，有八名患者因為臨床實驗室數據分析顯示明顯腎功能降低，為了避免進一步對腎功能產生不良影響，所以沒有接受 IVP 的檢查。這群病患的診斷標準則採用臨床診斷(clinical diagnosis)，以臨床病史、實驗室檢查和臨床症狀為主。其他已經接受 IVP 檢查病患，則以 IVP 檢查的結果為診斷依據。因此最終診斷(final diagnosis)為上述兩種檢查合計判讀的結果，可將病患分成最終結果判讀正常(normal final results)以及最終結果判讀異常(abnormal final results)兩群。再分別與超音波、同位素腎掃描偵測結果作比較。

當膀胱處於生理性漲滿狀態時，完成超音波檢查，總計有 289 個腎單位(renal unit)。在 241 個 IVP 正常的腎單位中，有 31 個在超音波時呈現水腎影像（27 例 grade I），在 48 個最終結果異常的腎單位中，有 4 個未被超音波篩檢出來（如表八所示）。

依此結果計算，得到腎臟超音波診斷阻塞性腎病變的 sensitivity 為 0.92，specificity 為 0.87，efficiency 為 0.88，positive predictive value 為 0.59，negative predictive

value 為 0.98 ， usefulness index 為 0.72 。而腎臟超音波檢查出現異常的機率，在最終結果異常群與最終結果正常群中(LR+)，相比是 7.13 倍。超音波檢查呈現正常的機率，在最終結果異常群與最終結果正常群中(LR-)，兩者相比是 0.10 （如表十所示）。

二、同位素腎臟掃瞄診斷阻塞性腎病變準確度之測量

同位素腎臟掃瞄完成檢查者，總計有 235 個腎單位。在 IVP 正常的 191 個腎單位中，有 32 例顯現排泄延遲（ 25 例）或阻塞型曲線（ 5 例）或者 ERPF 已降低（ 2 例）。在 44 個最終結果異常的腎單位中，有 5 個腎單位未被篩檢出來（如表九所示）。

依上述所得結果計算，得到同位素腎臟掃瞄診斷阻塞性腎病變的 sensitivity 為 0.89 ， specificity 為 0.83 ， efficiency 為 0.84 ， positive predictive value 為 0.55 ， negative predictive value 為 0.97 ， usefulness index 為 0.64 。而同位素腎臟掃瞄檢查出現異常的機率，在最終結果異常群與最終結果正常群中(LR+)，相比是 5.29 倍。同

位素腎臟掃瞄檢查呈現正常的機率，在最終結果異常群與最終結果正常群中(LR-)，兩者相比是 0.14 (如表十所示)。

三、腎臟超音波與同位素腎臟掃瞄診斷阻塞性腎病變的一致性

將腎臟超音波診斷的結果與同位素腎掃瞄診斷的結果做一比較。總計在 397 個腎單位中，兩者皆診斷為異常的有 83 個腎單位，都判讀為正常的有 245 個腎單位，超音波檢查正常而腎掃瞄判讀為異常的有 44 個腎單位，反之，腎掃瞄正常而超音波顯像異常的有 25 個腎單位。以統計學上的方法作一致性的探討，經統計分析得到兩者實際獲得相同結果的比例為 0.826，由機率預期獲得相同結果的比例計算為 0.582，所以 Kappa 一致性係數為 0.584。經顯著性考驗，此一致性係數之 p 值小於 0.001，顯示此兩種診斷工具有統計上顯著意義的一致性存在。(如表十一所示)

四、膀胱漲滿狀態對超音波診斷的影響

計有八十一名病患完成兩階段超音波檢查（即先漲滿尿液作第一階段，在排空尿液後進行第二階段超音波），總計有 162 個腎單位。當膀胱排空尿液之後的超音波結果，在 143 個 IVP 結果診斷為正常的腎單位中，有 10 個在超音波時呈現水腎影像，在 19 個最終結果診斷為異常的腎單位中，有 5 個未被超音波篩檢出來（如表十二所示）。當膀胱處於漲滿狀態時，超音波檢查結果顯示在 143 個 IVP 正常的腎單位中，有 26 個在超音波時呈現水腎，在 19 個最終結果為異常的腎單位中，僅有 2 個未被超音波篩檢出來（如表十三所示）。

依上述結果計算，比較兩階段超音波檢查結果。排空尿液後腎臟超音波診斷阻塞性腎病變的 sensitivity 為 0.74，negative predictive value 為 0.96。膀胱漲滿時超音波診斷阻塞性腎病變的 sensitivity 為 0.90，negative predictive value 為 0.98。顯示 full bladder 狀態可以提高超音波篩檢阻塞性腎病變的敏感度及陰性預測值。（如表十四所示）

五、影響 SCI 患者腎臟排泄功能因素的探討

- ◆ 將所有病患的腎臟排泄功能合併一起分析，探討對 ERPF 所有可能的影響因素，包括年齡、性別、受傷期間長短、薦髓上或薦髓病灶、完全性或部份性損傷、四肢癱瘓或雙下肢癱瘓、有無臨床上腎盂腎炎病史、有無膀胱輸尿管逆流、有無長期放置留置尿管（含使用膀胱造瘻）等等。因為單側病變發生時，對側的腎臟往往會有代償現象，可能使健側 ERPF 增加，因而維持 global ERPF 不變，為避免此種 masking 現象影響分析結果，所以採用兩側腎臟 individual ERPF 中較小的 ERPF 值來接受分析。運用多元迴歸分析(multiple regression)方法來作上述多項變數之影響分析。（如表十五所示）

1. 男性與四肢癱瘓患者的 ERPF 有較高趨勢：男性較女性平均增加 10.45 ml/min，四肢癱瘓較雙下肢癱瘓平均增加 23.43 ml/min。但以上二者的影響都未達顯著水準($P>0.05$)。
2. 對 ERPF 有降低的負面影響因素：年紀增加平均減少 ERPF 約為每年 0.66 ml/min，薦髓上病灶較薦髓病灶減少約 12.03 ml/min，完全性損傷較部份損傷

減少約 7.34 ml/min，長期放置留置尿管減少約 15.96 ml/min，受傷期間每增加一個月減少約 0.28 ml/min，罹患腎盂腎炎病史的患者減少約 37.86 ml/min，出現膀胱輸尿管逆流的患者則減少約 55.88 ml/min。這些因素中，以後三者(duration of injury, history of PN, presence of VUR)對 ERPF 的降低影響達到顯著水準($P<0.05$)。

3. 預測 ERPF 值的迴歸方程式 (regression equation) 如下：

$$\begin{aligned} Y (\text{individual ERPF}) &= 304.81 \\ &- 55.88 \times (\text{VUR, } 1=\text{yes versus } 0=\text{no}) \\ &- 0.28 \times (\text{months of duration post injury}) \\ &- 37.86 \times (\text{PN, } 1=\text{yes versus } 0=\text{no}) \\ &+ 23.43 \times (\text{quadriplegics, } 1=\text{yes versus } 0=\text{no}) \\ &- 0.66 \times (\text{age by years}) \\ &- 15.96 \times (\text{on catheterization, } 1=\text{yes versus } 0=\text{no}) \\ &- 12.03 \times (\text{suprasacral lesion, } 1=\text{yes versus } 0=\text{no}) \\ &+ 10.45 \times (\text{sex, } 1=\text{male versus } 0=\text{female}) \\ &- 7.34 \times (\text{complete injury, } 1=\text{yes versus } 0=\text{no}) \end{aligned}$$

- 迴歸統計： $R=0.41$, $R^2=0.17$.
- 迴歸與殘差變異數分析： $F=4.166$, $p<0.001$.

Table 8: Diagnosis of Renal Obstruction by
Renal Ultrasonography

Ultrasonographic Results	Final Results	
	Abnormal	Normal
Abnormal	44	31
Normal	4	210

(No.: renal units)

Diagnostic Accuracy of Renal Ultrasonography

- Sensitivity = $44/48 = 0.92$
- Specificity = $210/241 = 0.87$
- Efficiency = $254/289 = 0.88$
- Positive predictive value (PPV) = $44/75 = 0.59$
- Negative predictive value (NPV) = $210/214 = 0.98$
- Likelihood ratio of a positive test (LR+)
= sensitivity / $1 - \text{specificity} = 7.13$
- Likelihood ratio of a negative test (LR -)
= $1 - \text{sensitivity} / \text{specificity} = 0.10$
- Usefulness index (UI) = $\text{sens.} * [\text{sens.} - (1 - \text{spec.})] = 0.72$

Table 9: Diagnosis of Renal Obstruction by
Renal Scan

Renal Scan Results	Final Results	
	Abnormal	Normal
Abnormal	39	32
Normal	5	159

(No.: renal units)

Diagnostic Accuracy of Renal Scan

- Sensitivity = $39/44 = 0.89$
- Specificity = $159/191 = 0.83$
- Efficiency = $198/235 = 0.84$
- Positive predictive value (PPV) = $39/71 = 0.55$
- Negative predictive value (NPV) = $159/164 = 0.97$
- Likelihood ratio of a positive test (LR+)
= sensitivity / $1 - \text{specificity} = 5.29$
- Likelihood ratio of a negative test (LR -)
= $1 - \text{sensitivity} / \text{specificity} = 0.14$
- Usefulness index (UI) = $\text{sens.} * [\text{sens.} - (1 - \text{spec.})] = 0.64$

Table 10: Summary of Diagnostic Accuracy on Ultrasonography(RU) and Radioisotope Scan(RS)

	Sens.	Spec.	Effic.	PPV	NPV	UI	LR+	LR -
RU	0.92	0.87	0.88	0.59	0.98	0.72	7.13	0.10
RS	0.89	0.83	0.84	0.55	0.97	0.64	5.29	0.14

Table 11: Agreement of Diagnostic Yield between Ultrasonography and Radioisotope Scan

	Radioisotope Scanning		Totals
	Abnormal	Normal	
Sonography			
Abnormal	83	25	108
Normal	44	245	289
Totals	127	270	397

- 實際結果相同比例： $P(A)=0.826$
 機率預期相同比例： $P(E)=0.582$.
- Kappa 一致性係數： $Kappa = \frac{P(A)-P(E)}{1-P(E)} = 0.584$.
- 一致性係數顯著性考驗： $\sigma \text{ kappa} = 0.045, Z = 12.8 (p < 0.001)$.

Table12: Diagnosis of Renal Obstruction by
Renal Ultrasonography in Postvoid Status

Ultrasonographic Results	Final Results	
	Abnormal	Normal
Abnormal	14	10
Normal	5	133

(No.: renal units)

Diagnostic Accuracy of Renal Ultrasonography in Postvoid Status

- Sensitivity = $14/19 = 0.74$
- Specificity = $133/143 = 0.93$
- Efficiency = $147/162 = 0.91$
- Positive predictive value (PPV) = $14/24 = 0.58$
- Negative predictive value (NPV) = $133/138 = 0.96$
- Likelihood ratio of a positive test (LR+)
= sensitivity / $1 - \text{specificity} = 10.54$
- Likelihood ratio of a negative test (LR -)
= $1 - \text{sensitivity} / \text{specificity} = 0.28$
- Usefulness index (UI) = $\text{sens.} * [\text{sens.} - (1 - \text{spec.})] = 0.49$

Table13: Diagnosis of Renal Obstruction by
Renal Ultrasonography in Prevoid Status

Ultrasonographic Results	Final Results	
	Abnormal	Normal
Abnormal	17	26
Normal	2	117

(No.: renal units)

Diagnostic Accuracy of Renal Ultrasonography
in Prevoid Status

- Sensitivity = $17/19 = 0.90$
- Specificity = $117/143 = 0.72$
- Efficiency = $134/162 = 0.83$
- Positive predictive value (PPV) = $17/43 = 0.40$
- Negative predictive value (NPV) = $117/119 = 0.98$
- Likelihood ratio of a positive test (LR+)
= sensitivity / $1 -$ specificity = 3.22
- Likelihood ratio of a negative test (LR -)
= $1 -$ sensitivity / specificity = 0.14
- Usefulness index (UI) = $\text{sens.} * [\text{sens.} - (1 - \text{spec.})] = 0.55$

Table 14: Influence of Full Bladder on Diagnostic Yield of Renal Ultrasonography

Sonography	Sens.	Spec.	Effic.	PPV	NPV	UI	LR+	LR –
Prevoid status*	0.90	0.72	0.83	0.40	0.98	0.55	3.22	0.14
Postvoid status	0.74	0.93	0.91	0.58	0.96	0.49	10.54	0.28

*Prevoid status: means the performance of sonography in full bladder status before voids urine.

Table 15: Effect of Demographic Factors and Medical Status on ERPF in All Study Patients

Factor	Coefficient	SD	P value
<i>Statistically significant variables</i>			
VUR	-55.88	16.76	0.001
Duration of injury (months)	-0.28	0.10	0.005
History of pyelonephritis	-37.86	14.42	0.009
<i>Insignificant variables</i>			
Quadriplegics	23.43	16.44	0.156
Age (years)	-0.66	0.60	0.270
On catheterization	-15.96	22.00	0.469
Suprasacral lesion	-12.03	19.35	0.535
Male	10.45	18.22	0.567
Complete injuries	-7.34	16.04	0.648
Intercept	304.81	31.23	-

- ◇ 係數代表該項因素存在或表現出來時，對 ERPF 改變的幅度。
- ◇ 係數之前的負號“-”代表減少 ERPF 數值的大小。
- ◇ Intercept: 截距。

第五章 討 論

脊髓損傷患者因為排尿功能改變，有較高的比例會產生上泌尿系統的併發症。常見的有泌尿道感染、尿路結石、膀胱輸尿管逆流及水腎。其中，阻塞性尿路病變併有水腎，造成上尿路擴張性改變，最易使腎臟功能受損。以單一併發症而言，在定期泌尿功能檢查中，水腎是最重要、也最需要儘早篩檢出來的病變。

對阻塞性腎病變的診斷，早期因為 IVP，creatinine 與 creatinine clearance 測定的應用，所以長久以來這些檢查結果當成阻塞性腎病變的評估指標。但是血中 creatinine 濃度及 creatinine clearance 無法反映早期腎功能衰退，必須等腎功能損壞到一定相當程度才會顯出異常，不適合擔任篩檢早期病變的角色。而 IVP 可以顯示全部尿路結構，對水腎的腎盂腎盞構造擴張性改變(pyelocaliectasis)，在其長期應用於阻塞性腎病變評估中，已證實有相當準確性，所以被視為診斷的標準工具(gold standard tool)。

但在 IVP 的實際操作步驟中，事前需要繁複的 bowel preparation 及長時間限制飲食飲水，注射用的顯影劑也會引發急性或遲發性過敏反應，同時對腎功能不全的患者，也有進一步造成腎功能更趨惡化的危機。對 SCI 患者而言，因為早期篩檢上尿路病變，以保有最佳腎功能是 bladder management 的最終目標，所以皆需要長期對尿路系統做定期且長期的追蹤。而這群 SCI 患者，大多數是年輕病人，如果經常性接受 IVP 檢查，其身體承受的輻射量也相當可觀，此點也應列入選擇診斷工具的考量。

正因上述 IVP 種種應用上的限制及缺點，所以近代對尋求其他替代的診斷工具更形迫切。所以本研究即是以此種動機為出發點，藉著對腎臟超音波及同位素腎掃瞄做臨床應用上的探討，分析二者在篩檢阻塞性腎病變的成效與功能。

腎功能超音波因為操作方便，不具侵襲性，無輻射暴露，檢查快速，為病患接受度最高的檢查工具。對一個扮演篩檢功能的檢查工具而言，高敏感度(sensibility)可以將可能有病變的患者儘早偵測出來，是判斷是否為一有效 screening test 的重要指標。本研究顯示，腎臟超音波篩檢阻塞性腎病變的敏感度達 92 %。Dalla-Palma (1983)¹⁴ 報告，用超音波檢查水腎病患，有 10 % 未被檢查出來（敏

感度為 90%)，有 15% 則呈現偽陽性 (特異性 85%)。Ellenbogen (1978) 的研究⁴⁵，其敏感度為 98%，特異性為 74%。在 Rao (1986) 的報告²²，超音波診斷水腎的敏感度為 86%，Malave (1980) 的研究報告⁶¹ 超音波診斷敏感度為 90%。Bodner (1990) 則報告超音波可以診斷出所有罹患水腎的患者 (six hydronephrotic kidneys in his study)。而本研究之結果顯示腎臟超音波具有極高的敏感度，對篩檢阻塞性腎病變是一個有效可靠的工具。

至於其陰性、陽性預測值 (即檢查結果為正常或異常時，受檢者真正不罹病或罹病的機率)，根據貝氏定理 (Bayes' theorem) 的估算公式，會受到研究中之族群樣本中，真正罹患阻塞性腎病變的盛行率 (prevalence, or prior probability) 所影響^{66,80}。此次研究對象族群中，阻塞性腎病變盛行率經由估算為 20.6%。超音波篩檢阻塞性腎病變的陰性預測值達到 98%，所以當超音波檢查判讀為正常時，幾乎可以排除罹患阻塞性腎病變的可能。而概算比 (Likelihood ratio) 可用以度量一個檢查工具鑑別疾病的能力，是經由敏感度 (sensitivity) 及特異性 (specificity) 推算得到。所以概算比與上述兩者皆稱之為檢查工具特性的指標 (test characteristics)，表八至十已經顯示出計算結果，僅供給其他相關研究參考。

在接受超音波檢查的研究對象中，腎盂腎盞擴張於 IVP 影像判讀為 grade II 以上的腎單位，全部可以由腎臟超音波的檢查所偵測出來。僅有四名病患，計有 4 個腎單位，IVP 呈現出輕度 (grade I) 腎盂腎盞擴張，但其超音波的成像為正常。這群患者的臨床資料分析如下：有兩名病患除了 IVP 異常外，其他的檢查（包括超音波、同位素腎掃描與臨床實驗室數據）都正常；另外兩名病患的 IVP 為慢性腎盂腎炎的典型影像，臨床上有經常反覆性尿路感染及發燒、畏寒症狀，而且已經有一側腎臟 ERPF 小於 80 ml/min。Rao²² 及 Bodner³² 均曾於文獻中報告，慢性腎盂腎炎因為腎盞擴張 (caliectasis) 情況較不明顯，往往為超音波所遺漏未診斷出來。而本研究也發現超音波在此項診斷上的盲點，因此臨床上如果病患有反覆的尿路感染，或者產生腎盂腎炎的症狀，即使超音波成像正常，仍應密切追蹤或安排其他檢查以排除上泌尿系病變。

在超音波檢查中有二十三名病患，計有 31 個正常腎單位呈現偽陽性（27 例為 grade I），篩檢阻塞性腎病變的特異性為 87%。而此偽陽性率 13%，仍在可接受的範圍內。計算此一 false positive group 的膀胱平均漲滿容量為 370.7 ± 175.4 ml，與其他病患膀胱漲滿的平均容量 267.3 ± 160.4 ml 比較，用 unpaired t-test 來檢定 ($t=3.095$, $p<0.05$)，顯示 false positive group 病患有明顯較大的膀胱容量。這群患者中，有十八名 (78%) 在排空尿液之後的

超音波檢查即恢復正常。所以如果病患在臨床上沒有 risk factors，無上尿路病變病史，在 full bladder 時進行的超音波成像僅有輕度腎盂腎盞擴張，而排空尿液後擴張的影像消失，極可能是一偽陽性檢查病例。另外五名病患中，有四名未排淨尿液（殘尿量超過二百毫升），一名的腎臟掃瞄結果為排泄阻塞。

在 IVP 檢查時所用的顯影劑，因為具有強烈的利尿特性，所以可以加強腎盂腎盞擴張，有助於早期水腎的偵測，此種現象可稱之為 "antegrade reinforcement"。而本研究則在進行超音波檢查時，讓病患先喝水，使膀胱處於生理性漲滿狀態，因而膀胱內壓增加，使尿液自上尿路排入膀胱的阻力也增加，如此可以使早期或輕微的上尿路擴張病變更形明顯，有利於早期篩檢上尿路的異常，故可稱此現象為 "retrograde reinforcement"。因過漲的膀胱會增加偽陽性檢查病例（如上所述），所以建議適當的膀胱漲滿容量為 200 至 300 毫升之間。兩階段超音波檢查的結果顯示，在膀胱漲滿時進行檢查，比較膀胱於排空狀態時，可以多篩檢出三名罹患上尿路併發症的病患。這些病患皆為頸髓損傷，導致四肢癱瘓，受傷期間約為兩年，詳細臨床資料如下：兩名患者有膀胱輸尿管逆流，IVP 呈輕度腎盂腎盞擴張，且排尿時膀胱內壓過高(120 cmH₂O)；另一名患者的 IVP 呈輕度腎盂腎盞擴張，同位素腎掃瞄為阻塞型曲線，且臨床實驗室數據分析(Ccr=59ml/min, creatinine=1.6mg/dl)

亦顯示輕度腎功能不良。

同位素腎臟掃瞄為腎臟腎小管分泌功能的評估，也可以由同位素排泄異常或延遲，早期偵測出上尿路的阻塞性病變。本研究中顯示篩檢阻塞性腎病變的敏感度為 89%，較 Lloyd (1981)²⁹ 報告的 80% 及 Malava (1980)⁶¹ 所報告的 50% 要來得高。而本研究使用的同位素為 Tc-99m MAG3，與另二位研究者所使用 ¹³¹I-OIH 不同。另外，本研究對同位素腎臟掃瞄判讀標準採用畢柳鶯³⁰ 等人研究台灣地區 SCI 患者之分析結果（如表六所列），對早期排泄延遲或排泄阻塞的定義 (definition of excretional delay or obstruction) 更嚴謹，因此增加篩檢的敏感程度。

在接受同位素腎臟掃瞄檢查的研究對象中，腎盂腎盞擴張於 IVP 影像判讀為 grade II 以上的腎單位，全部可以經由同位素腎臟掃瞄的檢查所偵測出來。僅有五名病患，計有 5 個腎單位，IVP 出現 grade I 腎盂腎盞擴張，卻沒有被同位素腎臟掃瞄篩檢出來。這群 false negative group 病患的臨床資料如下：一名患者除了 IVP 異常外，其他檢查都正常（包括超音波、同位素腎臟掃瞄與臨床實驗室數據）；另一名則是有輕度膀胱輸尿管逆流，上尿路構造上已有擴張變化 (grade I hydronephrosis on sonography and IVP)，但因未損害 tubular function，所以 ERPF 排泄曲線及數值大

小仍正常；另外三名則是因為一側腎臟功能已經嚴重損害，所以該正常側腎臟產生代償現象(compensation)，因而尿液製造速度增加，使得尿液排泄量也大增，所以形成生理性腎盂腎盞擴張的變化(physiological pelviocaliceal dilatation)，而於 IVP 表現出輕度擴張。

有二十名病患，計有 32 個腎單位，IVP 顯像正常，但同位素腎掃描出現異常。其中十八名病患（25 例為 B curves, 5 例為 C curves）為排泄延遲或排泄阻塞，有兩名病患 ERPF 已降低（2 例 D curves）。分析這些病患的臨床資料，顯示有十六名患者除了腎掃描異常外，其他檢查都正常，其他四名患者的情況如下：一名病患的對側腎臟已經萎縮失去功能，正常腎臟呈代償現象，ERPF 超過 500 ml/min，因而呈現輕度排泄延遲曲線(curve B)；一名病患使用長期留置尿管兩年餘，經常發生尿路感染，膀胱壁出現肥厚及纖維化(curve C)；兩名 curve D 病患，一例患有膀胱輸尿管逆流，一例長期使用 overflow emptying 高壓性排尿方式，目前雖無明顯阻塞，已造成腎臟功能損害。

在 Lloyd²⁹、Kuhlemeier⁵⁹ 與 Tempkin⁵⁷ 等多位研究發現，SCI 患者在同位素腎臟掃描檢查時，早期腎臟排泄功能異常中，有 67% 到 71% 的患者屬於排泄延遲或阻塞，但通常 IVP 尚未呈現出擴張性結構改變。所以認為 SCI

患者在膀胱排尿動力學發生改變之後，早期腎臟排泄功能往往先受到阻滯，表現出排泄異常延遲，此時上尿路構造尚未有顯著的變化。往往在較晚期才會有尿路結構改變，而由 IVP 上察覺出異常。Tempkin 等人對這群患者給予副交感神經拮抗劑(anti-cholinergic medication)以降低逼尿肌反射性收縮而增高的膀胱內壓，發現可以有效改善同位素腎掃瞄排泄延遲的現象（mean peak time 減少）。

所有接受腎掃瞄的研究對象中，總計有 71 個腎單位出現異常，以排泄延遲或阻塞 (curve B or C) 比例較多，約有 54 % (38 個腎單位)。其中有 80 % IVP 為正常 (30 個腎單位)。所以對這群早期有排泄阻滯、尚未有上尿路結構擴張性變化的患者而言，積極性介入治療，如使用副交感神經拮抗劑，經常性間歇導尿 (intermittent catheterization)，或者經尿道括約肌切開術 (transurethral sphincterotomy) 之施行，以有效降低膀胱內壓，減少高壓性膀胱殘尿量，將可避免對上尿路進一步的破壞，以保存腎臟功能。

將所有研究對象的 ERPF 數據資料進行多元迴歸分析，以探討 SCI 患者影響腎臟排泄功能之可能原因。在此次研究結果顯示，受傷期間越長，有腎盂腎炎病史及出現膀胱輸尿管逆流，這三項變數對 ERPF 有顯著性負面影響

($P < 0.05$)。雖然 Kuhlemeier¹² 及 Tempkin⁵⁷ 的研究認為受傷期間長短與 ERPF 的降低無顯著相關，但是在前者的研究中仍可觀察到有受傷期間越長，ERPF 越低的趨勢。而後者的研究對象中有二分之一病患受傷期間不滿一年（平均 4.7 個月），與本研究對象受傷期間平均 49 個月相比，其追蹤時間較短，可能因此無法顯示出受傷期間長久的影響。高危險因素中除了受傷期間的長短無法經由醫療介入而改變之外，另外兩個 significant risk factors，包括腎盂腎炎及膀胱輸尿管逆流都是 treatable factors，均應該更積極進行預防及治療，如減少感染，降低膀胱內壓及殘尿量，維持膀胱壁彈性，避免產生膀胱壁纖維化或肥厚，以免危及上尿路與腎臟功能。

在早期的相關研究經常提及四肢癱瘓、薦髓上病灶、完全性損傷、放置留置尿管等均會產生較多泌尿系統功能障礙，因此也會降低 ERPF 值，而男性 ERPF 值一般比女性為高，以上各項變數對 ERPF 的變化在本研究也有相同的影響，但是未達統計上的差異 ($p > 0.05$)。而四肢癱瘓的患者 ERPF 值較雙下肢癱瘓者稍高，推論其原因可能是四肢癱瘓患者活動力較低，體重增加致體型變大；另一方面在臨床觀察雙下肢癱瘓患者，由於社會參與力較高，常因環境受限或求方便，經常自行改變膀胱的照護方式，使高壓性殘尿量及感染機會增加，加速上尿路病變的發生。以上臆論仍有待進一步的研究支持證實。

本研究為探討腎臟超音波與同位素腎掃瞄在診斷阻塞性腎病變的一致性(agreement)，所以以 IVP 為診斷的標準工具，將兩者的結果互相比較，計算出 Kappa 一致性係數為 0.584，而且此診斷之一致性具統計上的意義 ($p < 0.001$)。有 44 個腎單位同位素腎掃瞄為異常，但超音波成像為正常，其中 40 個腎單位異常僅為輕度排泄延遲或阻塞，ERPF 值仍在正常範圍。另有 25 個腎單位在超音波成像異常，但同位素腎掃瞄結果正常，其中有 22 個腎單位僅為輕度水腎且多數(19 renal units)在排空尿液後所做的超音波檢查即恢復正常影像，所以在 advanced stage 病變的診斷上，兩者的一致性相當高。

因為超音波能顯現腎臟內部構造變化，屬於解剖性的評估，而同位素腎掃瞄提供腎臟排泄功能指標，屬於功能性的評估，此二者在診斷阻塞性腎病變的一致性又高，所以這兩種具有互補角色的檢查相互配合，應用於檢查 SCI 患者上尿路解剖結構及功能方面的變化，是一替代 IVP 的理想篩檢工具。

§ 結論 (Summary) :

脊髓損傷患者在初步評估時，應接受完整且詳細的尿路系統各項檢查，以建立病患基本資料。而腎臟超音波及同位素腎臟掃描，此兩項檢查具備高敏感度的特性，適合擔任長期篩檢阻塞性腎病變的工具。利用膀胱漲滿狀態可以提高腎臟超音波篩檢阻塞性腎病變的敏感度，其適當膀胱容量為 200 至 300 毫升。ERPF 的降低與受傷期間長，腎盂腎炎與膀胱輸尿管逆流明顯相關。對於有高危險因素存在的病患，應該重新評估膀胱動力學及改變膀胱照護方式，以保有最佳腎臟功能。

參考文獻

1. David R. Staskin: Classification of voiding dysfunction. *In* Krane RJ, Siroky MB (eds): Clinical Neuro-Urology. Boston, Little, Brown and Company, 1991, p411.
2. Alan J. Wein: Classification of neurogenic voiding dysfunction. *J Urol* 1981; 125: 605-609.
3. David R. Staskin: Hydroureteronephrosis after spinal cord injury. *Urol Clin North Am.* 1991; 18(2): 309-316.
4. L. Keith Lloyd: Long-term follow-up of neurogenic bladder. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 1993; 2(Number 2): 391-409.
5. Stover SL, Lloyd LK, Nepomuceno CS: Intermittent catheterization: Followup studies. *Paraplegia* 1977;15:38-45.
6. Robert H. Hacker: A twenty-five year prospective mortality study in the spinal cord injured patient: comparison with the long term living paraplegic. *J Urol* 1977; 117:486-488.
7. Devivo MJ, Kartus PL, Stover SL: Cause of death for patients with spinal cord injuries. *Arch Intern Med* 1989; 149:1761-1766.
8. Geisler WO, Jousse AT, Wynne-Jones M: Survival in traumatic spinal cord injury. *Paraplegia* 1983; 21:364-373.
9. Le CT, Price M: Survival from spinal cord injury. *J Chronic Dis* 1982; 35:487-492.
10. L. Keith Lloyd: Long-term management of neurogenic bladder: An electric approach. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 1993; 4(2): 329-342.

11. Lloyd LK: New trends in urologic management of spinal cord injured patients. *Central Nervous System Trauma* 1986; 3:3-12.
12. K. V. Kuhlemeier, L. K. Lloyd and S.L. Stover. Long-term followup of renal function after spinal cord injury. *J Urol* 1985; 134: 510-513.
13. Richard M. Friedenberg: Excretory urography. *In* Walsh PC, Retik AB, Stamey TA, Vaughan ED (eds): *Campbell's Urology*, ed 6. Philadelphia, WB Saunders, 1992, p412.
14. Howard M. Pollack, and Marc P. Banner: Current status of excretory urography. *Urol Clin North Am* 1985; 12: 585-601.
15. Keith V. Kuhlemeeier, Ann B. McEachran, L. Keith Lloyd, Samuel L. Stover, Philip R. Fine: Serum Creatinine as an indicator of renal function after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* . 1984; 65:694-697.
16. Brochner-Mortensen J, Jensen S. Rodbro P: Assessment of renal function from plasma creatinine in adult patients. *Scand J Urol Nephrol* . 1977; 11: 263-270.
17. Rickers H. Brochner-Mortensen J. Rodbro P: Diagnostic value of plasma urea for assessment of renal function. *Scand J Urol Nephrol*. 1978; 12:39-44.
18. Pablo A Morales, James F. Sullivas and Robert S. Hotchkiss: Renal clearance studies in paraplegics. *J Urol* 1956; 76(6): 714-722.
19. James L. Mohler, Sonja D. Barton, Robert A. Blouin, David L. Cowen and Robert C. Flanigan: The evaluation of creatinine clearatance in spinal cord injury patients. *J Urol* 1986; 136: 366-369.

20. K.V. Kuhlemeier, L.K. Lloyd, S.L. Stover: Clinical significance of minimal changes on intravenous urography after spinal cord injury. *Br J Urol* 1986; 58:256-260.
21. Lalli, A.F.: Retroperitoneal fibrosis and inapparent obstructive uropathy. *Radiology*. 1977; 122:339.
22. Kishore G. Rao, Robert H. Hackler, Ray M. Woodlief, Mark N. Ozer, William R. Fields: Real-time renal sonography in spinal cord injury patients: prospective comparison with excretory urography. *J Urol* 1986; 135: 72-77.
23. Shehadi, W.H.: Adverse reactions to intravenously administered contrast media. *A.J.R.* 1975, 124:145.
24. Shehadi, W.H. : Contrast media adverse reactions: occurrence, recurrence and distribution patterns. *Radiology* 1982; 143:11-17.
25. D'Elia, J.A., Gleason, R.E., Alday, M.: Nephrotoxicity from angiographic contrast material: A prospective study. *Am J Med* 1982; 72:719.
26. Berkseth, R.O., and Kjellstrand, C.M.,: Radiologic contrast-induced nephropathy. *Med Clin North Am* 1984; 68:351-370.
27. Hartman, G.W., Hattery, R.R., Witten D.M.: Mortality during excretory urography: Mayo Clinic experiences. *AJR* 1982; 139:919-922.
28. Witten D.M., Hirsch F.D., Hartman, G.W.: Acute reactions to urographic contrast media. *AJR* 1973; 119:832-834.
29. L. Keith Lloyd, Eva V. Dubovsky, Anton J. Bueschen, David M. Witten, John W. Scott, Keith Kuhlemeier, Samuel L. Stover: Comprehensive renal scintillation procedures in spinal cord injury: comparison with excretory urography. *J Urol* 1981; 126:

- 10-13.
30. Liu-Ing Bih, Sheng-ping Changlai, Chi-Chung Ho, Sheng-Ping Lee: Application of radioisotope renography with technetium-99m mercaptoacetyltriglycine on patients with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75: 982-986.
 31. Michael J. DeViro, Karin J. Black, Samuel L. Stover: Causes of death during the first 12 years after spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74: 248-254.
 32. Donald R. Bodner, Melvin Witcher, Martin I. Resnick. Application of office ultrasound in the management of the spinal cord injury patient. J Urol 1990; 143, 969-972.
 33. Leonid Calenoff, Harvey L. Neiman, Paul E. Kaplan, John B. Nanninga, Thomas D. Brandt, Byron B. Hamilton: Urosonography on spinal cord injury patients. J Urol 1982; 128: 1234-1237.
 34. Geisler WO, Jousse AT, Wynne-JonesM: Survival in traumatic spinal cord injury. Paraplegia. 1983, 21:364-373.
 35. Michael J. DeVivo, Richard D. Rutt, Karin J. Black, Bette K. Go, Samuel L. Stover: Trends in spinal cord injury demographics and treatment outcomes between 1973 and 1986. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73:424-430.
 36. Amie B. Jackson, Michael DeVivo: Urological long-term follow-up in women with spinal cord injuries. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73: 1029-1035.
 37. Thomas D. Brandt, Harvey L. Neiman, Leonid Calenoff, Mark Greenberg, Paul E. Kaplan, John B. Nanninga: Ultrasound evaluation of the urinary system in spinal-cord-injury patients. Radiology 1981; 141: 473-477.

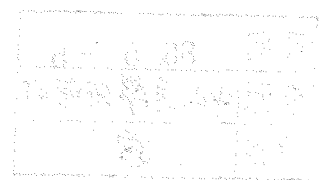
38. Beverly G. Coleman: Ultrasonography of the upper genitourinary tract. *Urol Clin North Am* 1985; 12: 633-645.
39. Donald R. Bodner, Melvin Witcher, Martin I. Resnick.
Application of office ultrasound in the management of the spinal cord injury patient. *J Urol* 1990; 143, 969-972.
40. K. V. Kuhlemeier, C.T. Huang, L. K. Lloyd, P.R. Fine , S. L. Stover: Effective renal plasma flow: clinical significance after spinal cord injury. *J Urol* 1985; 133: 758-761.
41. Alan Tempkin, George Sullivan, Jack Paldi and Inder Perakash.
Radioisotope renography in spinal cord injury. *J Urol* 1985; 133: 228-230.
42. Michael J. DeViro, Paula L. Kartus, Samuel L. Stover, Richard D. Rutt, Philip R Fine: Cause of death for patients with spinal cord injury. *Arch Inter Med* 1989; 149: 1761-1766.
43. Talner LB, Scheible W, Ellenbogen PH, et al: How accurate is ultrasonography in detecting hydronephrosis in azotemic patients? *Urol Radiol.* 1981, 3:1-6.
44. 吳重慶，萬永亮: 正常腎臟超音波造影術及腎臟積水 (Normal renal ultrasonography and hydronephrosis). *In 泌尿系統超音波學*. 慈濟文化出版社, 1993, p53.
45. Paul H. Ellenbogen, F. William Scheible, Lee B. Talner, and George R. Leopold: Sensitivity of gray scale ultrasound in detecting urinary tract obstruction. *Am J Roentgenol* 1978; 130: 731-733.
46. S.K. Morcos, D.G. Thomas: A comparison of real-time ultrasonography with intravenous urography in the follow-up of patients with spinal cord injury. *Clin Radiol* 1988; 39: 49-50.
47. Pollack HM, Arger PH, Goldberg BB: Ultrasonic detection of

- nonopaque renal calculi. *Radiology* 1978, 127:233-237.
48. Graham S.D.: Present urological treatment of spinal cord injured patients. *J Urol* 1981; 126: 1-4.
 49. M. Pajewski and A. Manor: Enhanced intravenous urography in infants and children produced by distension of the urinary bladder. *Clin Radiol* 1973; 24: 376-380.
 50. Martin E. Morin and Dennis A. Baker. The influence of hydration and bladder distension on the sonographic diagnosis of hydronephrosis. *J Clin Ultrasound* 1979; 7: 192-194.
 51. D.A. Jones, E. W. Lupton and N. J. R. George: Effect of bladder filling on upper tract urodynamics in man. *Br J Urol* 1990; 65: 492-496.
 52. W.B. Gill, G.A. Curtis: The influence of bladder fullness on upper urinary tract dimensions and renal excretory function. *J Urol* 1977; 117:573-576.
 53. M.B. Nogrady, J.S. Dunbar, D.W. MacEwan: The effect of (voluntary) bladder distention on the intravenous pyelogram. *Am J Roentgenol* 1963; 90: 37-54.
 54. Walter E. Berdon, David H. Baker: The significance of a distended bladder in the interpretation of intravenous pyelograms obtained on patients with hydronephrosis. *Am J Roentgenol* 1974; 120: 402-409.
 55. D.A. Jones, D. Holden, N.J.R. George: Mechanism of upper tract dilatation on patients with thick walled bladders, chronic retention of urine and associated hydroureteronephrosis. *J Urol* 1988; 140: 326-329.
 56. Charles D. Russell and Eva V. Dubovsky: Measurement of renal

- function with radionuclides. *J Nucl Med* 1989; 30: 2053-2057.
57. Alan Tempkin, George Sullivan, Jack Paldi and Inder Perakash: Radioisotope renography in spinal cord injury. *J Urol* 1985; 133: 228-230.
58. K.V. Kuhlemeier, A.B. Mceachran, L.K. Lloyd, S.L. Stover, W.N. Tauxe, E.V. Dubovsky and P. R. Fine: Renal function after acute and chronic spinal cord. *J Urol* 1984; 131: 439-445.
59. K. V. Kuhlemeier, C.T. Huang, L. K. Lloyd, P.R. Fine and S. L. Stover: Effective renal plasma flow: clinical significance after spinal cord injury. *J Urol* 1985; 133: 758-761.
60. Evan J. Kass, Darlene Fink-Bennett: Contemporary techniques for the radioisotopic evaluation of the dilated urinary tract. *Urol Clin North Am* 1990; 17(2): 273-289.
61. Salvador R. Malave, Harvey L. Neiman, Stewart M. Spies, Stephan J. Cisternino, Greg Adamo: Diagnosis of hydronephrosis: comparison of radionuclide scanning and sonography. *Am J Roentgenol* 1980; 135: 1179-1185.
62. Russell CD, Thorstad B, Yester MW: Comparison of Tc-99M-MAG3 with I-131 hippuran by simultaneous dual channel technique. *Radiology* 1989; 172:427-430.
63. Comarr AE: The practical urological management of the patient with spinal cord injury. *Br J Urol.* 1959, 31:1-46.
64. International Reflux Study Committee: Medical versus surgical treatment of primary vesicoureteral reflux: a prospective international reflux study in children. *J Urol* 1981; 125: 277-283.
65. J. R. Clarke and C.Z. Hayward: A scientific approach to surgical reasoning. *Theor Surg* 1990; 5: 129-132.
66. J. R. Clarke. A scientific approach to surgical reasoning. *Theor Surg* 1990; 5: 206-210.

67. S. M. Lavelle and B. Kanagaratnam: The information value of clinical data. *Int J Biomed Compur* 1990; 26: 203-209.
68. M. Eskelinen, J. Ikonen, P. Lipponen: Contributions of history-taking, physical examination, and computer assistance to diagnosis of acute small-bowel obstruction. *Scand J Gastroenterol* 1994; 29: 715-721.
69. Edward G. Carmines, Richard A. Zeller: Reliability and validity assessment. Newburg Park, California, SAGE, 1988, p17.
70. 林清山: 多元迴歸分析及多元相關. *In 心理與教育統計學*. 東華書局. 1992, p557.
71. Steel R.G.D., Torrier J.H.: Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. New York, MacGraw-Hill Book Co., 1960.
72. S.K. Fernbach, M. Maizels, J.J. Conway: Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol* 1993; 23: 478-480.
73. L.K. Lloyd, K.V. Kuhlemeier, P.R. Fine, A.B. McEachran, S.L. Stover: Prediction of pyelocaliectasis in follow-up of patients with spinal cord injury. *Br J Urol* 1987; 59:122-126.
74. Mark N. Ozer, Steven R. Shannon: Renal sonography in asymptomatic persons with spinal cord injury: A cost-effectiveness analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 35-37.
75. E.P. Arnolad, I.A. Cowan: Clinical significance of ureteric diameter on intravenous urography after spinal cord injury. *Br J Urol* 1988; 62: 131-135.
76. Toyohiko Watanabe, David A. Rivas, Michael B. Chancellor: Urodynamics of spinal cord injury. *Urol Clin North Am* 1996; 23: 459-473.
77. Michael D. Fabrizio, Michael B. Chancellor, David A. Rivas,

- Michael D. Richard, Charles M. Intenzo: The role of renal scintigraphy in the evaluation of spinal cord injury patients with presumed urosepsis. *J Urol* 1996; 156: 1730-1734.
78. R. Dixon Walker: Renal functional changes associated with vesicoureteral reflux. *Urol Clin North Am* 1990; 17: 307-316.
79. Marc P. Banner, Howard M. Pollack: Evaluation of renal function by excretory urography. *J Urol* 1980; 124: 437-443.
80. Robert G. Kamholtz, John J. Cronan, Gary S. Dorfman: Obstruction and the minimally dilated renal collecting system. US evaluation. *Radiology* 1989; 170: 51-53.
81. Nancy S. Curry, Rolf P. Gobien, Stephen I. Schabel: Mini-dilatation obstructive nephropathy. *Radiology* 1982; 143: 531-534.
82. Billy S. Arant: Vesicoureteric reflux and renal injury. *Am J Kidney Dis* 1991; 17: 491-511.
83. Steven A. Kaplan, Michael B. Chancellor, Jerry G. Blaivas: Bladder and sphincter behaviors in patients with spinal cord lesions. *J Urol* 1991; 146: 113-117.
84. S. L. Stover, D. M. Witten, K. V. Kuhlemeier, L. Keith Lloyd, P. R. Fine: Iatrogenic dilatation of the upper urinary tract during radiographic evaluation of patients with spinal cord injury. *J Urol* 1986; 135: 78-82.
85. Edward J. McGuire, Jeffery R. Woodside, Thomas A. Borden, Robert M. Weiss: Prognostic value of urodynamic testing in myelodysplastic patients. *J Urol* 1981; 126: 205-209.
86. I. Ehren, P. Alm, A.C. Kinn: Renal and bladder function in patients after spinal cord injuries. *Scand J Urol Nephrol* 1994; 28: 127-133.
87. Jeffrey P. Norris, David R. Staskin: History, physical



examination, and classification of neurogenic voiding dysfunction. *Urol Clin North Am* 1996; 23: 337-342.

88. Shi-Chung Chang, Chak-Man Ho, Tsi Hsu, Hann-Chorng Kuo: Physiological implication of diuresis renosonography in clinically suspicious obstructive uropathy. *J Med Ultrasound* 1994; 2: 16-23.
89. Michael J. DeVivo, Samuel L. Stover: Long-term survival and causes of death. *In* Samuel L. Stover, Joel A. Delisa, Gale G. Whiteneck (eds): *Spinal Cord Injury: Clinical Outcomes from the Model Systems*. An Aspen Publication, Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, 1995, p289.
90. Bo Coolsaet: Upper urinary tract function. *In* Subbarao V. Yalla, Edward J. McGuire, Ahmad Elbadawi, Jerry G. Blaivas (eds): *Neurourology and Urodynamics: Principles and Practice*. Macmillan Publishing Company, New York, 1988, p36.