

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以新型測量儀器定量骨盆底功能障礙婦女之非典型禁尿機 轉 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2629-E-040-001-
執行期間：98年08月01日至100年07月31日
執行單位：中山醫學大學物理治療學系

計畫主持人：陳怡靜
共同主持人：陳家進、陳進典、李明輝
計畫參與人員：學士級-專任助理人員：李欣芳
其他-兼任助理人員：黃淑華

公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100 年 12 月 21 日

中文摘要：本研究擬藉由一個整合肌電訊號與慣性感測器的新型測量儀器，同時量測骨盆底肌收縮時的肌肉活動與陰道位移，以深入了解女性骨盆底肌功能障礙的病理收縮機轉。

測量系統位於陰道探頭內部，分別有左右側的雙極式電極，以分別記錄左右側骨盆底肌電訊號，同時在探頭內的中段位置植入高靈敏度之慣性感測器(三軸加速規以及陀螺儀)，以同步紀錄骨盆底肌在活動過程中，造成陰道與附近結構相對於恥骨移動與傾斜角度變化，提供不對稱與失能骨盆底肌的表現對陰道在空間中的影響等動態收縮的數位訊息，以瞭解肌肉無力與肌肉過度用力無法放鬆病患的骨盆底肌動態控制與禁尿機轉中實際作用。

此評估系統評估健康受測者與骨盆底功能障礙受測者(含肌肉無力與肌肉過度用力無法放鬆兩種病徵)的骨盆底肌表現。在受測者平躺姿勢下或在直立的姿勢下，評估骨盆底肌自主最大收縮，並與傳統指診評估、因到壓力評估所得結果進行比較。此部分的研究除了加深臨床人員了解其致病機轉與治療決策外，也將完整落實本團隊人員於評估系統設計與研發在臨床評估上的應用。

中文關鍵詞：骨盆底功能障礙、骨盆底肌、評估、表面肌電圖電極、加速度計、陰道探頭、慣性感測器

英文摘要：In order to gain a better insight into function of the pelvic floor muscles (PFM), an integrative instrument with multi-facet dimensionality was designed by collaborating EMG and position sensors for detecting contraction dynamics of the muscles. With the surface electromyography and 3D accelerometer sensing technology, a novel data acquisition system with convenience and portability to record the spatial movements of the vagina in relation to pubic bone and concurrent activities of the bilateral PFM was developed. This device was used in this proposed study to contrast the functional difference of the PFM, between healthy, low-tone and high-tone pelvic floor dysfunction women, including contractibility and endurance of the muscle. Voluntary maximal contraction was evaluated in the supine position. The results were compared with results of digital evaluation and perineometer

measures. The group differences of pelvic floor function were validated, in terms of muscle tone and contraction dynamics. This innovation facilitated a better understanding of the functional role of the PFM for continence mechanisms, as well as contraction dynamics, and force regulation of the muscle. The proposed study also add to in-depth understanding of pathological mechanisms of PFM dysfunction for clinicians. Also, this study bridged instrumental design and clinical evaluation for existing PFM dysfunction.

英文關鍵詞： pelvic floor dysfunction, pelvic floor muscle, evaluation, electromyogram, accelerometer, vaginal probe, inertial sensors

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

以新型測量儀器定量骨盆底功能障礙婦女之非典型禁尿機轉

Integrative characterization of atypical continence mechanisms in women with pelvic floor dysfunction using an innovative device

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2629-E-040 -001 -

執行期間：98 年 8 月 1 日至 100 年 7 月 31 日

執行機構及系所：中山醫學大學 物理治療學系、國立成功大學 醫學工程研究所、中山醫學大學 醫學系

計畫主持人：陳怡靜 助理教授

共同主持人：陳家進 教授、陳進典 教授、李明輝 醫師

計畫參與人員：李欣芳、黃淑華、劉力銘、陳家禾

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

赴國外出差或研習心得報告

赴大陸地區出差或研習心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 100 年 10 月 31 日

一、中英文摘要

本研究擬藉由一個整合肌電訊號與慣性感測器的新型測量儀器，同時量測骨盆底肌收縮時的肌肉活動與陰道位移，以深入了解女性骨盆底肌功能障礙的病理收縮機轉。

測量系統位於陰道探頭內部，分別有左右側的雙極式電極，以分別記錄左右側骨盆底肌電訊號，同時在探頭內的中段位置植入高靈敏度之慣性感測器(三軸加速規以及陀螺儀)，以同步紀錄骨盆底肌在活動過程中，造成陰道與附近結構相對於恥骨移動與傾斜角度變化，提供不對稱與失能骨盆底肌的表現對陰道在空間中的影響等動態收縮的數位訊息，以瞭解肌肉無力與肌肉過度用力無法放鬆病患的骨盆底肌動態控制與禁尿機轉中實際作用。

此評估系統評估健康受測者與骨盆底功能障礙受測者(含肌肉無力與肌肉過度用力無法放鬆兩種病徵)的骨盆底肌表現。在受測者平躺姿勢下或在直立的姿勢下，評估骨盆底肌自主最大收縮，並與傳統指診評估、陰道壓力評估所得結果進行比較。此部分的研究除了加深臨床人員了解其致病機轉與治療決策外，也將完整落實本團隊人員於評估系統設計與研發在臨床評估上的應用。

關鍵字：骨盆底功能障礙、骨盆底肌、評估、表面肌電圖電極、加速度計、陰道探頭、慣性感測器

In order to gain a better insight into function of the pelvic floor muscles (PFM), an integrative instrument with multi-facet dimensionality was designed by collaborating EMG and position sensors for detecting contraction dynamics of the muscles. With the surface electromyography and 3D accelerometer sensing technology, a novel data

acquisition system with convenience and portability to record the spatial movements of the vagina in relation to pubic bone and concurrent activities of the bilateral PFM was developed.

This device was used in this proposed study to contrast the functional difference of the PFM, between healthy, low-tone and high-tone pelvic floor dysfunction women, including contractibility and endurance of the muscle. Voluntary maximal contraction was evaluated in the supine position. The results were compared with results of digital evaluation and perineometer measures. The group differences of pelvic floor function were validated, in terms of muscle tone and contraction dynamics. This innovation facilitated a better understanding of the functional role of the PFM for continence mechanisms, as well as contraction dynamics, and force regulation of the muscle. The proposed study also add to in-depth understanding of pathological mechanisms of PFM dysfunction for clinicians. Also, this study bridged instrumental design and clinical evaluation for existing PFM dysfunction.

Key words: pelvic floor dysfunction, pelvic floor muscle, evaluation, electromyogram, accelerometer, vaginal probe, inertial sensors

二、前言

骨盆底肌肉的收縮控制在骨盆底功能障礙或失調 (pelvic floor dysfunction) 的病理生理機轉中扮演重要的角色。低張力骨盆底肌肉功能障礙 (Low-tone pelvic floor dysfunction) ，如因懷孕、生產或老化造成肌肉的受傷、破壞或是去神經，產生骨盆底肌肉鬆弛，包括骨盆底肌肉反射性收縮能力的喪失、肌肉無力或張力過低等，是導致

婦女產生應力性尿失禁 (stress urinary incontinence) 或生殖器官向外脫垂的重要原因之一 (Koebel et al., 2002)。在臺灣，Chen et al. (2003) 以台中縣社區20歲以上婦女進行抽樣調查，在1247位受測者中35%自覺有應力性尿失禁症狀。高張力骨盆底肌肉功能障礙 (High-tone pelvic floor dysfunction) 或骨盆底肌肉疼痛症候群 (pelvic floor muscle pain syndrome)，使得骨盆底肌肉產生過度緊張的狀況而無法有效的放鬆，導致骨盆底肌肉疼痛或無法有效率的排尿 (Diendle et al., 1998); 常見於膀胱疼痛症候群 (painful bladder syndrome)、慢性骨盆腔疼痛 (chronic pelvic pain) 或間質性膀胱炎 (interstitial cystitis) 的婦女 (Lukban et al., 2002)。Howard (2003) 估計有3.8%的婦女有骨盆底肌肉疼痛的問題。

骨盆底肌肉分為左、右兩邊，個別接受來自左、右兩側的陰部神經支配，所以功能障礙程度也會有左右不同的情況。此外，張力過低或肌肉過度緊張等不同骨盆底功能障礙的肌肉功能的動態控制改善機轉異同，皆因有限的評估工具而尚未被深入的了解。

三、研究目的

本計劃使用研究團對所發展整合多種生理訊號測量(肌電與位移訊號)的多通道骨盆底功能測量儀器進行骨盆底肌肉的收縮評估。藉由訊號處理技術分析所收集之肌電訊號及位移訊號，探討正常人、尿失禁婦女(肌肉無力者)及骨盆底疼痛婦女(肌肉放鬆不良)的骨盆底肌肉動態控制機制。

四、文獻探討

骨盆底肌肉縮收時將擠壓位在其中的尿道、陰道及直腸。因此，Kegal (1948) 提出將測試者的

手指放置入陰道或肛門進行指診，藉由感受手指被擠壓的程度，可測得骨盆底肌肉收縮力量的強弱或放鬆的程度。BØ(2005) 認為陰道指診相對主觀，並不適合量化骨盆底肌肉的收縮程度。然而每當有新的測試方法提出時，陰道指診仍被列為比較效度的主要依據，可見目前尚未有所謂“gold standard”的測量方式或儀器。

以中空壓力探頭取代測試者的手指偵測陰道 (perineometer) 壓力值的改變 (Bo et al., 2005)，這種評估方法簡單方便，但要確認骨盆底肌肉收縮時不可同時收縮腹肌，否則會增加腹壓而向下推擠壓力儀，會造成讀數的誤判。

因為非侵入性、方便使用及允許觀察動態功能之故，以經會陰部超音波 (translabial ultrasound) 來檢測骨盆底肌肉的收縮的檢查方式漸漸增加 (Dietz et al., 2002)。觀測膀胱頸 (bladder neck)、尿道近端 (the proximal urethra) 及骨盆底肌肉相對於不動的恥骨聯合 (pubic symphysis) 之間的距離或角度改變來代表肌肉收縮的力量。但是距離或角度的改變為整體骨盆底肌肉合力作用的結果，無法記錄左、右兩側肌肉的不同縮度程度。

學者提出以MRI 或動態MRI 來觀察骨盆底肌肉的解剖構造與在收縮過程中的動態表現及對其他相關結構的影響 (Aukee et al., 2004)。可檢測恥尾肌左右兩側及不同部位的肌肉厚度。亦可從動態攝影中觀察因骨盆底肌肉縮收時造成解剖構造移動情形。然而MRI 儀器昂貴、檢查費時，不適合臨床治療考量時常規使用。

骨盆底肌肉力測量儀 (dynamometer) 含有兩個平行的鋁合金測量臂，其上安置有 strain gauge (Dumoulin et al, 2003)。可以測量在不同撐開陰道開口大小下，肌肉的被動張力與主動縮收力量。以決定骨盆底肌肉的肌長度肌力關係 (length-tension relationship)。此儀器目前僅止於學術研究階段，

並未量化生產。

利用肌電圖量測骨盆底肌肉在活動或靜止時的電氣生理現象。使用侵入式電極 (needle electrode) 量測，雖然可提供較不受鄰近肌肉收縮干擾的訊號，但其侵入性的測量方式及一次只能分析少數的motor units，而無法代表整群肌肉的表現，為其缺點。臨床較常使用表面電極 (surface electrode)或陰道電極來紀錄骨盆底肌肉的表現，但多為紀錄EMG 的均方根值(root mean square)及積分值來代表肌肉用力的程度 (Vodusek, 1994)。目前多為單一通道Bipolarelectrode EMG 的設計，所觀察到的為左右骨盆底肌合力的表現。骨盆底肌肉收縮評估工具目前多只是停留在探討單一生理訊號。

同時可以記錄骨盆底肌收縮過程中的動態變化、了解肌肉收縮對稱性的評估工具仍然缺乏。本計畫為為著重在以結合多種生理訊號測量(肌電訊號與位移)的多通道骨盆底功能測量儀器測量，同時探討不同的骨盆底功能障礙婦女之間其骨盆底肌功能異同

五、研究方法

(1)受測者:

招募了 15 位健康婦女(control group)；19 位應力性尿失禁婦女(SUI group)；18 位間質性膀胱炎婦女(IC group)。收案排除條件包含:(i) 目前懷孕中；(ii) 在 12 個月內曾經生產；(iii) 曾經接受過婦科或泌尿科手術病史；(iv) 任何會影響肌電圖測試的神系統問題。

(2) 研究步驟:

1. 在了解本研究計畫，同意參與本研究後，簽署受測者同意書。
- 2 平躺姿勢下進行評估:

A. 受測者將被一位具治療骨盆底功能障礙經驗的女性物理治療師教導如何正確收縮骨盆底肌肉。之後，進行陰道指診，測量骨盆底肌肌力，以Oxford分級(0-5)，0為無任何肌肉收縮，5為可抵抗最大阻力收縮。同時觸診左、右兩側骨盆底肌肌肉大小是否有差異。

B.進行陰道壓力計測量:

在骨盆底肌不用力下，紀錄3次10秒的基礎壓力(baseline pressure)。之後進行3次5秒的最大骨盆底肌收縮，每次收縮之間有至少一分鐘休息，作為肌肉收縮力氣及收縮反應力比較。

C.進行肌電暨位移感測整合會陰評估儀器測量:

紀錄10秒的休息基礎狀態(resting baseline)，之後進行進行3次5秒的最大骨盆底肌收縮，每次收縮之間有至少一分鐘休息。所測得肌電圖將進一步分析比較肌肉收縮反應、收縮對稱性；同時測得的加速規訊號，進一步分析在不同平面上的移動情形，如上下、前後、左右的偏移。所有的測試預計在一小時內完成，期間給予受測者充分的休息，以減少因疲勞效應影響測試結果。

(3) 統計分析:

所得資料(raw data) 將 MatLab 軟體系統，以自寫程式進一步分析。之後再以 SPSS 統計套裝軟體進行統計處理。基本資料以描述性統計方法做資料呈現，以單因子重複量數變異數分析 (one-way repeated measure of ANOVA) 分析不同組間 (對照組，低張力骨盆底肌功能障礙組，高張力骨盆底肌功能障礙組) 各評估指標 (如:壓力值、肌電圖值、加速規與陀螺儀訊號回推的位移值、)的測量結果

六、結果與討論

受測者基本資料，顯示於表一。各組之間在

基本資料上並無統計上的差異。

Table I. Basic characteristics of subjects

	Control group (n=15)		SUI group (n=19)		IC group (n=18)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
age	43.27	11.63	48.11	9.63	41.06	8.50
Height (cm)	158.57	5.45	160.17	4.18	157.47	6.16
Weight (kg)	57.71	9.52	58.12	8.34	55.20	7.78
BMI (kg/m ²)	22.96	3.67	22.59	2.41	22.22	2.48

Table II. Pelvic floor muscle function evaluated by digital assessment and perineometer

	Control group (n=15)		SUI group (n=19)		IC group (n=18)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Pelvic floor strength ^a						
No contraction	1	6.67	3	15.79	2	11.11
Flicker	1	6.67	1	5.26	1	5.56
Weak	2	13.33	7	36.84	4	22.22
Moderate	5	33.33	2	10.53	6	33.33
Good	5	33.33	6	31.58	4	22.22
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Vaginal squeeze pressure (cmH ₂ O) ^b	34.94	12.11	16.03	12.38	19.64	14.22

a: non-parametric K independent samples test: no significant difference between groups

b: ANOVA test and Tukey post hoc test: significant difference between all groups (control vs IC, p<0.0001, control vs SUI, p=0.006, IC vs SUI, p=0.006)

表二中顯示，三組受測者婦女以指診測試與會陰壓力計測試骨盆底肌肌力表現結果。三組不同的受測者，雖然在指診肌力表現上無統計上差異，但在會陰壓力檢查中健康組婦女有較高的平均收縮壓力表現，相對於低張力組(尿失禁組)則有最低平均收縮壓力表現；高張力組(間質性膀胱炎組)平均收縮壓力表現比低張力組高但是較健康組低。

Table III Pelvic floor muscle function evaluated by vaginal device

	Control group (n=15)		SUI group (n=19)		IC group (n=18)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Baseline EMG						
RMS(mV)	0.230	0.056	0.191	0.09	0.253	0.128
Contraction EMG						
RMS (right side) (mV)	0.463	0.24	0.510	0.408	0.401	0.308
RMS (left side) (mV)	0.450	0.187	0.518	0.370	0.395	0.303
Symmetry index (SI) between R't and L't EMG						
Amplitude SI [#]	0.142	0.080	0.252	0.205	0.237	0.167
Firing time lag (ms)	179.1	122.5	213.31	103.31	263.66	188.6

#: amplitude SI 範圍介於 0-1 之間,值越小相似度越大

健康婦女、低張力骨盆底功能障礙婦女與高張力骨盆底功能障礙婦女間，骨盆底肌肉收縮控制有所不同。健康婦女左右兩側肌肉的肌力對稱性較骨盆底功能障礙婦女高。可顯示在(1)兩側EMG 收縮時的 RMS (root mean square)、激發時間 (firing time)上。健康婦女左右兩側肌肉的收縮的合力，造成陰道結構(加速規訊號)向內、向前的移動；低張力骨盆底功能障礙婦女，因肌力較弱，移動相對較少；高張力骨盆底功能障礙婦女，因放鬆不良，有較高的 EMG baseline activity。

七、參考文獻

1. Aukee P, Usenius JP and Kirkinen P. (2004) An evaluation of pelvic floor anatomy and function by MRI. *Europ J Obstet Gynecol Reprod Bio*, 112: 84-88.
2. BØ K and Sherburn M. (2005) Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. *Physical Therapy*, 85 (3): 269-282.

3. Chen GD, Lin TL, Hu SW et al. (2003) Prevalence and correlation of urinary incontinence and overactive bladder in Taiwanese women. *Neurourol Urodynam*, 22 (2):109.
4. Dietz HP, Jarvis SK, Vancaillie TG (2002). The assessment of levator muscle strength: A validation of three ultrasound techniques. *Int Urogynecol J*, 13: 156-159.
5. Dumoulin C, Bourbonnais D and Lemieux MC. (2003) Development of a dynamometer for measuring the isometric force of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn*, 22:648-653.
6. Howard FM (2003) Chronic pelvic pain. *Obstet Gynecol*, 101(3): 594-611.
7. Koelbl H, Mostwin J, Boiteux JP et al. (2002) Pathophysiology. In: Abrams P, Cardozo L, Khoury S et al. (ed) *Incontinence*. Plymbridge Distributors, Plymouth, P 203-242.
8. Kegel AH. (1948) Progressive resistance exercise in the functional restoration of perineal muscle. *Am J Obstet Gynecol*. 56: 238-249.
9. Lukban JC and Withmore KE (2002) Pelvic floor muscle re-education treatment of the overactive bladder and painful bladder syndrome. *Clin Obstet Gynaecol* 45(1): 273-285.
10. Vodusek D: Electrophysiology. In Laycock J, Norton P, Stanton S (ed): *Pelvic floor re-education. Principles and practice*. London: Springer-Verlag. 1994; pp-83.

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/30

國科會補助計畫	計畫名稱: 以新型測量儀器定量骨盆底功能障礙婦女之非典型禁尿機轉
	計畫主持人: 陳怡靜
	計畫編號: 98-2629-E-040-001- 學門領域: 性別主流科技計畫
無研發成果推廣資料	

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：陳怡靜		計畫編號：98-2629-E-040-001-					
計畫名稱：以新型測量儀器定量骨盆底功能障礙婦女之非典型禁尿機轉							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	1	1	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	1	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	1	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

(1) 學術成就：

(i) 在研究上，利用自行研發之系統裝置以紀錄骨盆底部相關生理參數，提供我們更進一步了解骨盆底肌肉的相關控制機制。

(ii) 在臨床醫學上，對於骨盆底功能障礙的患者，提供新的治療評估儀、測量不同治療評估參數，有助臨床上的針對保守治療科學定量評估。

(2) 技術創新：在學術整合上，肌電訊號與加速度計雖已分別運用在其他肌肉骨骼系統之評估，但從未被整合應用於婦產泌尿醫學之基礎研究與應用，對骨盆底肌肉功能研究的領域提供獨特的研究模式，有助於增進醫學工程、物理治療及臨床泌尿、婦產醫學的研究。

(3) 社會影響：在技術發展上，對其發展的儀器作臨床的應用，對於醫工研究人才有提升培養之功。