

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

整合肌電訊號、壓力暨位置感測以評估骨盆底功能障礙及其療效(II) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 97-2221-E-040-001-
執行期間：97年08月01日至98年10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
計畫參與人員：其他-兼任助理人員：吳佩穎

處理方式：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 99年01月31日

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

整合肌電訊號、壓力暨位置感測以評估骨盆底功能障礙及其療效(II)

Integration of EMG-Pressure-Position Measurement for Dynamic
Neuromuscular Assessment and Treatment of Pelvic Floor Dysfunction (II)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2221-E-040-001-

執行期間：97年 8月 1日至98年 10月 31日

計畫主持人：陳怡靜

共同主持人：陳家進、陳進典

計畫參與人員：陳家禾、吳佩穎

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

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
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

執行單位：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

中 華 民 國 99 年 1 月 30 日

一、中英文摘要

當骨盆底肌肉功能異常時將導致骨盆底功能障礙或失調。探討骨盆底肌肉肌力控制的主要機制及肌肉功能的控制改善機轉有助於了解骨盆底肌在禁尿機轉中實際作用的了解。

本計劃為一延續性計畫，以所完成之整合表面肌電圖電極與位移感測之骨盆底功能測量探頭，同時以具備體積小、低功率傳輸的藍芽模組來達到短距離的無線傳輸，進行骨盆底肌肌力控制機制之評估。

評估結果:受測者在進行正確的骨盆底肌收縮時，造成陰道結構往陰道內方向提升並向前方恥骨處移動；當骨盆底肌肉左右側的收縮並非完全對稱時，造成在每次收縮的瞬間產生陰道結構的偏移。

關鍵字: 骨盆底功能障礙、骨盆底肌、評估、表面肌電圖電極、位置測量、三軸加速度計、藍芽無線

Many of serious problems can be caused by dysfunction of pelvic floor muscles (PFM). Unfortunately, most study was confined merely to force measurement before fully understanding of the relationship between muscle force of pelvic floor and continence mechanism.

In this study, a previous developed multi-functional device for PFM assessment, equipped concurrently with EMG and position sensors, was used to evaluate the function of pelvic floor muscle. With the surface electromyography and 3D accelerometer sensing technology, we developed a novel wireless 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.

Our initial results show that even though both sides of PFMs work as group but the contraction of the PFMs may be asymmetry. The trend of correct PFM contraction can be observed from the detected probe movement, such as inward lift, forward movement or right-left shift.

Key words: pelvic floor dysfunction, pelvic floor muscle, evaluation, surface EMG, position evaluation, accelerometer, Bluetooth

二、前言

骨盆底由提肛肌 (levator ani muscle) 和後面的尾骨肌(coccygeus)所構成。來自左、右兩側的提肛肌在直腸後尾骨處結合在一起，成一個U字型的括約肌型態，外側是髂尾肌，中間的裂縫則容納尿道、陰道及直腸 (Peters, 2000)。骨盆底肌肉的收縮控制在骨盆底功能障礙或失調 (pelvic floor dysfunction) 的病理機轉中扮演重要的角色(Deindl et al.,1994; Wall & Davidson, 1992)。目前有限的評估工具及分析方法只是停留在探討單一生理訊號，如：直接或間接測量肌肉收縮時的肌力表現；對於骨盆底肌肉的收縮時的動態控制評估，並未加以研究。再者，這些評估工具並無法分別測量左右兩側的肌力表現，左右兩側功能障礙程度無法分別被了解。因此，一個結合多種生理訊號測量(肌電訊號與位移)於一的多通道骨盆底功能測量儀器，於國科會補助計畫中被發展整合。藉由內建三軸加速度計(accelemer)於測量探頭中，量測左右骨盆底肌肉的肌電訊號 (代表不同的肌纖維收縮組成)時，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影響生理參數，將有助於了解肌力控制機轉。

三、研究目的

本計劃以既有的國科會計劃成果為基礎，以整合兩通道 EMG 電極與位移感測測量之骨盆底功能測量探頭進行骨盆底肌肌力控制機制之評估。兩通道 EMG 電極可以同時觀測左右兩側肌肉收縮時肌力控制的調控機轉；位移感測可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影響。進一步分析不同的肌力表現對陰道在空間中位移影響。

四、文獻探討

臨床上常使用手指進行陰道或肛門指診，測量收縮力量的強弱或放鬆的程度。BO (2005) 認為陰道指診較適合用於確認受測者是否有主動收縮骨盆底肌肉，並不適合量化骨盆底肌的收縮程度。以中空壓力探頭偵測陰道 (perineometer) 或肛門直腸壓力值的改變(anorectal manometer) (Bo et al., 1990)，這種評估方法簡單方便，但若同時收縮腹肌，所增加的腹壓向下推擠壓力儀，會造成讀數的誤判。經會陰部超音波 (translabial ultrasound) 觀測膀胱頸 (bladder neck)、尿道近端 (the proximal urethra)及骨盆底肌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 (Dietz et al., 2002)，可獲得肌肉收縮時在某單一切面上造成結構位移的變化(二維資料)。亦可以 MRI 或動態 MRI 來觀察骨盆底肌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 (Singh et al., 2003; Aukee et al., 2004)。然而 MRI 儀器昂貴、檢查費時，在檢查過程中所觀察也只是某單一切面的結果，相對於三度空間中的結果同樣無法得知。骨盆底肌肌力測量儀(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)。可測量肌肉縮收時產生相對於身體方向前後的力量。肌電圖(electromyogram, EMG)可量測骨盆底肌肉在活動或靜止時的電氣生理現象。目前多為單一通道 Bipolar electrode EMG 的設計，所觀察到的為左右骨盆底肌合力的表現。

有限的評估工具及分析方法目前多只是停留在探討單一生理訊號。使用所研發結合多種生理訊號測量(肌電訊號與位移)於一的多通道骨盆底功能測量儀器，進行肌肉縮收時評估功能與結構變化上的同步測量，可改善上述不同測量方法的缺點。

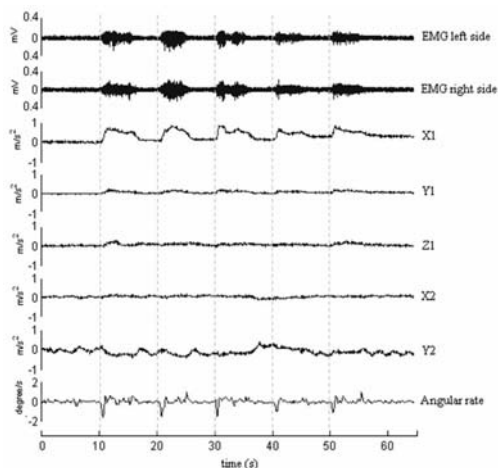
五、研究方法

使用已設計整合之微小化嵌入式無線會陰訊號擷取探頭進行測試評估(購自於 Femiscan 公司的會陰探頭進行結構及功能上的修改，可同步紀錄左右側骨盆底肌肉群收縮時的分別肌電訊號與骨盆底肌肉收縮的位置變化軌跡)。

受測者包含:無任何神經系統、肌肉骨骼系統或下泌尿道問題的正常女性(normal subject)、尿失禁婦女(SUI subject) 與間質性膀胱炎婦女(IC subject)。女性自願受測者執行最大自主性骨盆底肌肉收縮，記錄肌肉收縮時相關肌電與位移訊號。所有記錄的訊號將及時被數位化並以藍芽無線傳輸的方式傳至 PC (放置在 5 公尺距離範圍內)，以作為及時監控 (real-time monitoring)並儲存以供離線分析用。

六、結果與討論

受測者保持 10 秒的完全放鬆後，進行 5 秒最大自主收縮 5 秒放鬆共連續 15 次。記錄骨盆底肌的 baseline (resting) 與收縮時 EMG 訊號，及過程中加速規與陀螺儀所測得之訊號。

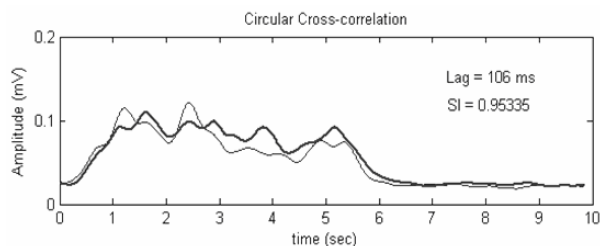


(圖一)

- X1: 探頭內加速規 X 軸方向訊號，代表結構向身體內部的移動
- Y1: 探頭內加速規 Y 軸方向訊號，代表結構向身體前方的移動
- Z1: 探頭內加速規 Z 軸方向訊號，代表結構向身體左或右側移動
- X2: 貼於恥骨聯合處加速規 X 軸方向，代表骨盆向頭部的移動
- Y2: 貼於恥骨聯合處加速規 Y 軸方向，代表骨盆向前方的移動
- Angular rate: 探頭內陀螺儀訊號，向下角度偏移，代表收縮過程向左偏移
- EMG left side: 左側骨盆底肌縮肌電圖訊號
- EMG right side: 右側骨盆底肌縮肌電圖訊號

Subject	Movement	Normal	IC	SUI
Average movement (mm)	X (inward lift)	8.5 (7-10)	13 (9-15)	8.4 (7-10)
	Y (forward movement)	<2	<2	<1.5
Average titling angle (degree)	3.6 (3-5)		6.8 (6-10)	1.8 (1-3)

(表一) 將置於陰道探頭內部三軸加速度計所測得移動物體 3 D x-y-z 軸的加速度，利用積分回推而得骨盆底肌肉收縮的位置變化軌跡數值



(圖二) 對左、右側 EMG 進行 circular cross-correlation 分析，觀察左右兩側骨盆底肌收縮對稱性: symmetry index (SI 對稱指數): 0.95335; lag time: 106 ms (延遲時間差: 左右側骨盆底肌收縮起始時間差)

Subject	Normal	IC	SUI
Average SI	0.978	0.959	0.901
Average Lag	45.2 ms	24.6 ms	16.4 ms

(表二) 左右兩側骨盆底肌收縮對稱性

結果顯示在經過指導後，不同的受測者可執行正確的骨盆底肌收縮。正確的肌肉收縮造成陰道結構產生向內、向前的移動(表一)，此動態變化有助於增加尿道壓力，為維持尿制禁的主動機制(active mechanism)。前傾角度(tilting angle)為另一項顯示陰道結構向前移動的指標(parameter)。左右骨盆底肌肉在功能上，雖然是合而為一的功能單位，但不代表在收縮的時序上或力量上是一致的。圖二與表二中顯示，對左右兩側的肌電圖進行時域(spatial analysis) 與地域(temporal analysis) 上的分析，獲得收縮對稱性與收縮起始時間差的相關資料。此種收縮的不對稱，造成在動態結構評估中觀察到造成探頭的向左或向右偏移現象(圖一)。

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, Kvarstein B, Hagen RR et al. (1990). Pelvic floor muscle exercise for treatment of female stress urinary incontinence: II Validity of vaginal pressure measurements of pelvic floor muscle strength and the necessity of supplementary methods for control of correct contraction. *Neurourol Urodyn*, 9: 479-487.
 3. BØ K and Sherburn M. (2005) Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. *Physical Therapy*, 85 (3): 269-282.
 4. Deindl FM, Vodusek DB, Hesse U et al (1994). Pelvic floor activity patterns: comparison of nulliparous continence and parous urinary stress incontinence women. A kinesiological EMG study. *Br J Urol*, 73: 413.
 5. 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.
 6. 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.
 7. Peters WA. Chapter 3: Anatomy of female pelvic support and continence. In Lentz GM (ed): *Urogynecology*. 1st ed. London: Arnold. 2000.
 8. Singh K, Reid WMN and Berger LA. (2002) Magnetic Resonance Imaging of Normal Levator Ani Anatomy and Function. *Obstet Gynecol*, 99: 433-438.
 9. Wall LL, Davidson TG (1992). The role of muscular re-education by physical therapy in treatment of genuine stress incontinence. *Obstet Gynecol Surv*, 47: 322.

七、計畫成果自評

本計畫為一延續性的計畫，延續研發整合多種生理訊號的無線骨盆底功能測量陰道探頭，進一步進行骨盆底肌肌力控制機制之評估。對不同骨盆底肌功能狀況受測者進行測試，藉由訊號分析測得之訊號，提供對骨盆底肌肉收縮時的動態結構變化程度，及左右兩側骨盆底肌肌電訊號與相對的位置改變訊號相關性的了解。該年度預計進度已大致完成。

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：99年1月30日

國科會補助計畫	計畫名稱：整合肌電訊號、壓力暨位置感測以評估骨盆底功能障礙及其療效(II) 計畫主持人：陳怡靜 計畫編號：NSC 97-2221-E-040-001- 學門領域：醫學工程 醫用電子
技術/創作名稱	藍芽無線肌電、位置感測陰道探頭
發明人/創作人	陳怡靜、陳家進、陳家禾
技術說明	中文： 發展第二代新型的陰道感測探頭，以紀錄骨盆底肌肉收縮時肌電與陰道位置改變。為增加研究的便利性，生理訊號透過低功率傳輸的無線藍芽模組來進行記錄分析。
	英文： A novel Bluetooth-based wireless data acquisition system, can simultaneously record electromyography (EMG) bilaterally and related vaginal position was developed.
可利用之產業及可開發之產品	骨盆底肌評估儀器
技術特點	(1) 微小化無線系統的建構，因此系統功率消耗較低，體積較小。(2) 整合肌電與位置感測訊號於一之評估工具。
推廣及運用的價值	有助於對骨盆底肌肌肉控制機轉進行多面向探討

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。