

關節聽診

◎江清泉（醫學院骨科教授）

1992年春天，一位人工膝關節磨損的病人住在骨科十三病房準備進行人工關節再置換手術。巡房來到她床前，用手觸摸她活動中的關節，會有類似觸電的麻木感。這個病例引起了研究關節振動訊號的動機。開始時即得到國科會的研究獎助，與應用力學研究所的吳恩柏教授合作，共同指導研究生劉益瑞從事關節振動訊號的探討；後來與工研院的鄭建華博士共同開發出關節聽診的原型（如圖），1996年曾在台灣醫學會年會，醫療儀器展展示，受到李總統和張博雅署長的重視。為了建立專家診斷系統軟體，從1997年起與電機學院李枝宏教授合作，連年指導碩士班研究生袁同台、蓋隆祥、陳甦、黃耀德，進行關節振動訊號之分析，找出膝關節病變產生振動訊號之特徵參數，共完成三篇碩士論文，兩篇被接受發表於IEEE Transactions in Biomedical Engineering 雜誌。目前正積極與工研院合作，希望再不久能開發出可攜帶式具專家診斷功能的關節聽診供臨床醫師使用。

關節聽診臨床應用於運動醫學

目前最有價值的是用於膝關節半月軟骨破裂之診斷。我們研究了37位膝部運動傷害病人[1]，術前的關節聽診檢查與關節鏡檢查結果互相比對發現，診斷半月軟骨破裂的準確率(accuracy)為81%，靈敏度(sensitivity)為75%，專一性(specificity)為100%，意即半月軟骨破裂會出現meniscal signals的機會只有四分之一，然而如果半月軟骨沒破則一定不會出現meniscal signals。這一特點剛好可以與磁振掃描(MRI)互補，MRI對半月軟骨破裂的診斷專一性不高但是靈敏度很高(Jiang, 1994, 1995)[1]。這個結果與北愛爾蘭的研究報告一致(Kernohan, 1990)。

此外，自從1992年迄今，我們已對超過1000位膝關節病患做過關節聽診量測，對於髌骨半脫位或髌股軌道不正(patellar subluxation or patellofemoral

maltracking)，膝關節腔游離體(joint mice)，plica syndrome，關節聽診都可提供正確的臨床資料做非侵襲性的臨床診斷。

關節聽診應用於人工膝關節磨損之診斷[2]

我們收集了14位因人工膝關節鬆脫或磨損需開刀再置換的病患(failed total knee replacement, FTKR)，男性4位，女性10位。同時也收集12位剛置換人工膝關節滿二個月未滿半年且無膝疼痛的病人做為人工膝關節的正常組，男性1位，女性11位(normal total knee replacement, NTKR)。

FTKR 依臨床上的觀察可分為三類：1.金屬磨損 2.

塑膠磨損 3.人工關節的放置位置不正確而本身無磨損。

在本研究中發現，當置入人體之人工膝關節發生金屬磨損時，PPC 訊號的RMS值(root mean square value)遠大於無磨損及塑膠磨損的人工膝關節，即對於放置人工膝關節的膝部，PPC 訊號只有在金屬磨損時才會產生。而對於快速膝運動產生的振

動訊號，FTKR 的病人均會產生很明顯的時間閾振動訊號(time-domain vibration signals)，我們同時發現 NTKR 在 $f < 100$ Hz 的主極點 spectral power ratio 有接近80%的分佈，而塑膠磨損的人工膝關節則都低於70%，金屬磨損的人工膝關節則低至30%以下；而在 $f > 500$ Hz 時的主極點 spectral power ratio，金屬磨損的人工膝關節皆有大於30%的分佈，塑膠磨損與正常的人工膝關節則分佈不明顯。由本研究中我們發現快速膝運動的振動訊號對於早期人工膝關節磨損(塑膠磨損)可以提供有效的偵測；當晚期金屬磨損時會出現特殊的 PPC 振動訊號。關節聽診對置入人體內的人工關節是否磨損與磨損程度可以提供一種非侵襲性、簡單而正確的診斷方法。

關節聽診對前方膝痛病人髌股關節軟骨的評估



北愛爾蘭的研究群首先發現髌股振顫訊號 (Patellofemoral creptus, 簡稱 PPC) 之存在(Beverland, 1986)並認為 PPC 是髌股關節軟骨間相互摩擦產生的粘滑現象(stick and slip phenomenon)。當軟骨有磨損時, 訊號就會減弱或消失, 然而他們並無具體的研究數據發表。我們針對 25 位退化性關節炎的病人(共有 36 膝關節)做研究[3], 術前的 PPC 量測與手術所見之軟骨磨損情形互相比對發現, 正常軟骨 PPC 訊號之 RMS 值為 0.69m/sec^2 , 磨損之軟骨為 0.04m/sec^2 ; 評估軟骨是否磨損之診斷正確率為 94.3%, 靈敏度為 97.2%, 專一性為 88.2%。同時我們也發現, 可以依軟骨磨損程度將 PPC 訊號歸類成三種: 第一種, PPC 訊號只出現在整個膝運動過程的一部份, 其 RMS 值平均為 $0.12 \pm 0.04\text{m/sec}^2$, 它出現在髌骨軟骨正常, 而內側股骨髌軟骨有磨損的情況(這是常見的退化性膝關節炎病變所在)。第二種, 整個膝運動過程之 PPC 均出現, 但振幅比正常小很多, 其 RMS 值平均為 $0.04 \pm 0.01\text{m/sec}^2$, 它出現在股骨滑車(femoral trochlear)的軟骨有磨損, 但髌骨軟骨仍完好的情況。第三種, PPC 訊號幾乎完全消失看不到, RMS 值為 $0.03 \pm 0.01\text{m/sec}^2$, 一旦髌骨軟骨有磨損, 就會出現這種 PPC 訊號。所以由 PPC 訊號之量測, 我們可以很正確的評估髌骨軟骨是否磨損以及磨損的部位(Jiang, 1994)[3]。

我們另外收集 36 位退化性膝關節炎病患[4], 量測其 PPC 訊號並利用更精確的數學模型分析訊號的方法, 發現不論是 " $R_{10\text{Hz} < f < 100\text{Hz}}$ "、" $R_{100\text{Hz} < f < 450\text{Hz}}$ " 參數或是 "intra-class distance", 均可有效的區分出同樣的三種 PPC 訊號, 表示這三種 PPC 訊號間確有差異性存在。雖然本研究所包括的病人均是年齡超過六十歲的退化性膝關節炎病人, 但是由此研究結果所區分出的三種髌股退化性關節炎具有很清晰的臨床病理意義, 即 type 1 表示髌股關節完好; type 2 表示股骨滑車(femoral trochlear)的軟骨有磨損, 髌骨的軟骨完好; 只要髌骨軟骨一旦磨損則出現的訊號一定是 type 3。

關節聽診應用於健康檢查及運動諮詢

保持適當的運動對促進身體健康有很大的幫忙, 隨著生活的改善與資訊之發達, 一般人大都會從事各種體育活動來保持身體的健康。但是每個人的身體結構不盡相同, 同樣的運動, 並不一定適合每一個人去做, 例如有髌股軌道不正(patellofemoral maltracking), 髌骨半脫位(patellar subluxation), 髌骨軟骨軟化症(chondromalacia patella)的人, 若從事需要爬階梯和半蹲的運動(例如爬山、爬樓梯、打太極拳)大都會產生前方膝痛的症狀。這是因為正常人走平

路時, 發生在髌股關節的作用力大約是體重的一半, 然而上、下階梯或蹲姿時, 此作用力則高達體重的 3.3 倍; 長期從事這類運動, 對於有髌股問題的人, 一定會造成外側髌股關節軟骨之磨損而導致髌股關節炎; 這樣的病人, 常可在骨科門診見到, 為了促進身體健康卻反而造成膝關節的負擔而產生病變, 是非常划不來的。因此, 我們建議應該在健康檢查的項目中列入運動諮詢, 利用非侵襲性的關節聽診, 可以測知髌股關節軟骨是否磨損; 對於已磨損的病患, 可以建議不要再從事爬山、打太極拳的運動, 而改做其他的運動, 以維護膝關節的健康。

展望關節聽診的其他臨床應用

人體關節會產生聲音或振動的情況相當常見, 如咬合關節(顳骨下頷關節)脫臼或有關節炎時, 張開嘴巴就會產生聲音; 小兒先天性髖關節脫臼的 Ortolani's click; 膝關節半月軟骨破裂的 McMurray's test; snapping hip; snapping shoulder...等, 這些都是定性的症狀, 端賴病人主訴或醫師理學檢查的主觀描述, 無法做客觀的記錄與進一步的分析。有了關節聽診, 等於打開了探討這些聲音或振動的大門, 期待有興趣的學者專家一起來參與研究。⊕

推薦讀物

1. Jiang CC, Liu YJ, et al: Vibration arthrometry for the diagnosis of meniscal tear of the knee. J Orthop Surg ROC 1995;12:1-5.
2. Jiang CC, Lee JH, Yuan TT: Vibration arthrometry in the patients with failed total knee replacement. IEEE Transactions in Biomedical Engineering 42(7):219-227, 2000.
3. Jiang CC, Liu YJ, et al: Physiological patellofemoral crepitus in knee joint disorders. Bull Hosp Jt Dis 1994;53:7-11.
4. Lee JH, Jiang CC, Yuan TT: Vibration arthrometry in the patients with knee joint disorders. (Accepted in IEEE Transaction in Biomedical Engineering)
5. 江清泉: 關節聽診的臨床應用, 台灣醫學 4(1):54-57, 2000.
6. 江清泉: 關節聽診—新的骨科診斷工具, 台灣醫學 2(2):175-180, 1998.
7. 江清泉: 讓你聽得見關節生病的聲音, 長春月刊 6:166-173, 1996.
8. 江清泉: 關節聽診, 當代醫學 24(4):268-270, 1997.