

不同肺功能下脈波諧波頻譜之研究

吳慈榮¹ 陳建仲² 夏德椿⁴ 李榮銘³ 李克成² 李清鏞³ 王唯工⁵

¹ 中國醫藥學院附設醫院 中醫婦科

² 中國醫藥學院附設醫院 中醫內科

³ 逢甲大學 統計學系

⁴ 中國醫藥學院附設醫院 內科部

⁵ 中央研究院

摘 要

本研究主要以王唯工之脈波實驗及已建立的理論為基礎，來探討脈波的第四諧波 (C4) 變化是否能反映出肺功能障礙的嚴重程度。本研究以 53 位慢性阻塞性肺部疾病患者為研究對象，利用呼吸量計測量病患用力呼氣下的肺功能，再依肺功能異常程度分成四組，分別為正常組，輕度組，中度組，重度組，每位患者再利用脈搏諧波頻譜分析儀測量患者機動脈壓力波所得的脈搏壓力波形，經過傅立葉 (Fourier) 公式轉換為十個數量化的諧波頻譜，再依據王氏提出的十個諧波指標 C0-C10 分別代表心、肝、腎、脾、肺、胃、膽、膀胱、大腸、三焦、小腸的臟腑功能狀態的理論基礎，觀察不同肺功能狀態下脈波各諧波頻譜的相關性；進一步觀察脈波的第四諧波 (C4) 的變化是否能反映出肺功能障礙的嚴重程度。

研究結果顯示，這四組不同肺功能狀態的研究對象，以 Jonckheere-Terpstra 方法檢定，發現 C1 (肝的諧波) 和 C4 (肺的諧波) 與肺功能異常變化有顯著相關性，顯示本脈波儀在肺功能的偵測上具有預測能力；且在不同肺功能狀態下，肺功能越低下則 C4 有漸減的傾向，C1 有漸增的趨勢。

關鍵詞：慢性阻塞性肺部疾病，脈波，肺功能

前 言

脈診是中醫診斷最具特色的一環，自《難經》：「寸口者脈之大會…五臟六腑之所終始，故取法於寸口也。」^[1]等相關典籍中，已知中醫早已知道由脈之搏動來探知臟腑之疾病，從而發展出切診之獨特診法。

一般脈診義的設計多是以記錄脈搏壓力波圖形為主，由壓力波圖形曲線的變化來判斷體內的狀況。相關的脈診儀如北京醫療儀器廠生產的BYS-14心脈儀等^[4,5]；上海醫療器械研究所研製的MX-3型脈象儀^[6,7]；汪氏設計的脈波儀^[8,9,10,11]。這些儀器由於獲取訊息量及科技上的限制，只能描述脈位、脈力、脈率及部分脈形，對表達中醫脈象的全面特性、五臟六腑虛實原理及精確定量等方面仍嫌不夠。

魏氏^[12,13]利用脈波頻譜分析，已能將脈波能量利用頻譜分析數量化。中央研究院王唯工教授^[3,14]以血液流體力學及器官與相關動脈協同共振理論說明了中醫診脈的可能機轉，並以動物實驗證明肝腎脾等臟器與心跳的諧振波有共振的關係。楊氏^[15,16]以動物實驗證實此共振關係，並更進一步證明動物的上腸繫動脈等有關臟器與心跳的諧波有共振的關係。尤氏發現肝臟及消化系統等的實質病變與脈搏諧波頻譜的異常有關。許氏與楊氏^[17]證明了體內臟器確與特定的心跳諧振波有密切關聯。張氏以脈搏諧波頻譜分析探討中醫臟象學說與器官共振理論的相關性研究，尋求中醫臟象學說與器官共振理論的相關性^[18]。

慢性阻塞性肺部疾病 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)，臨床上多見有呼吸道分泌物多、氣管痙攣的現象，因此常造成呼吸道狹窄，呼吸道阻力增加，使最大用力呼氣的氣體流速降低。在一般的狀態下，呼吸量計可反映出肺部功能的情況，也是臨床醫學在瞭解肺功能上最常被使用的方法。本研究是以

聯絡作者：陳建仲

通訊處：台中市育德路2號

電話：(04)2062121 轉 1503

收文日期：11/19/1999

收受日期：2/2/2000

慢性阻塞性肺部疾病患者為研究對象，利用 Sensormedics 公司出廠，編號為 Vmax 22 之呼吸量計測量病患用力呼氣下的肺部功能表現，並以脈搏諧波頻譜分析儀測量患者橈動脈壓力波所得的脈搏壓力波形，經過傅立葉(Fourier)公式轉換為十個數量化的諧波頻譜，再依據王唯工教授在 1989 年所發展的脈波諧波儀的各諧波振幅數據來探討在不同的肺功能狀態下與脈波各諧波之間的相關性，希望能進一步利用此儀器應用於肺部疾病的臨床診斷。

材料與方法

一、研究對象：

本研究自民國八十五年九月至民國八十六年五月止，以中國醫藥學院附設醫院胸腔內科門診病患，符合慢性阻塞性肺部疾病之診斷標準，並排除同時有其他系統性疾病、或開刀病史的病患為研究對象。在實驗進行中總共蒐集了 53 位患者的資料，男性佔 40 位，女性 13 位。

患者納入實驗樣本後，依肺功能狀況分成 4 組。以 FEV1 (用力呼氣第一秒鐘最大呼氣流量) 與 FVC (最大肺活量) 之比值為依據，若大於 80% 為正常對照組，若小於 80% 為實驗組；其中 FEV1/FVC 值介於 79-65% 為輕度組，介於 64-50% 為中度組，而 50% 以下為重度組。53 位患者中，正常組 11 名，輕度組 19 名，中度組 12 名，重度組 11 名。

二、使用儀器：

(一)脈波儀

本實驗以脈搏諧波頻譜分析儀為測量脈波之儀器。該儀器以壓力轉換器(SL-200GL, Kyowa Electronic Instruments Co. Ltd. Japan)測量橈動脈脈搏壓力訊號，訊號經放大後送往類比／數位轉換器再送往 386SX 攜帶式筆記型個人電腦(或 IBM 相容電腦)，在電腦螢幕上可見脈搏壓力波圖形，再經傅立葉(Fourier)轉換後呈現數量化的脈搏諧波頻譜。各諧波之振幅皆以數字呈現，以便於統計分析，比一般脈象儀僅靠目測判斷單一圖形來得準確又快速，可大幅提高診斷效率。

(二)肺功能儀

肺功能檢查則使用 Sensormedics 公司出廠，編號為 Vmax 22 之呼吸量計(Spirometer)作為本研究測量肺功能狀態之使用儀器。

三、進行步驟：

由胸腔內科專科醫師對病患加以診斷篩選，若符合慢性支氣管炎和肺氣腫診斷條件的患者，立即於門診進行基本資料蒐集，和進行脈波測量的記錄工作。脈波儀的操作和記錄工作，由同一位中醫師執行，在測量時先讓患者平躺十分鐘，再以患者右手關節(約手掌後橫紋下一寸處)之橈動脈脈搏跳動處為測量部位。醫師首先以右手中指感受脈搏跳動最明顯處(所謂的脈脊)，再將壓力感受器置放於該位置，並以透明膠帶在不施壓力的情況下加以固定，在脈波圖形穩定後始進行脈波的記錄工作。

脈波記錄完畢後，患者至本院肺功能室進行肺功能的檢測工作。肺功能檢查由同一位受過專門訓練之技術人員負責儀器的操作，測量時先教導患者正確的步驟及方法，再進行肺功能測量工作；若操作不理想時，則再重複進行測量工作。

四、統計方法

本研究利用 Kruskal-Wallis 檢定法及 Jonckheere-Terpstra 檢定法，探討在不同肺功能下 C0-C10 是否有相關性的差異，作為脈波諧波儀應用在臨床診斷之依據。K-W 之檢驗法乃是用來檢定不同肺功能嚴重程度下 C0-C10 值是否有差異；而 J-T 檢定法則進一步探討 C0-C10 的值是否會隨肺功能的嚴重程度有遞增或遞減的趨勢。

結果

將患者基本資料中之年齡，性別與肺功能異常的程度依其正常組，輕度組，中度組，重度組作統計分析，見(表一)，(表二)。

(表一)中以 Kruskal-Wallis(簡寫成 K-W)檢驗法證實不同肺功能異常程度與年齡確實有關($P=0.0018$)；而 Jonckheere-Terpstra(簡寫成 J-T)檢定法則進一步證實肺功能異常越嚴重者平均年齡有較高的趨勢($P=0.0004$)。

表一 年齡與肺功能的關係

	正常組	輕度組	中度組	重度組
平均年齡(歲)	42.64	56.61	63.82	66.91
標準差	13.46	17.90	12.67	8.83

K-W 檢定的 P 值為 0.0018 J-T 檢定的 P 值為 0.0004

經由 Pearson 卡方檢定法發現肺功能異常程度與性別無關($P>0.05$) (表二)。

表二 性別與肺功能的關係

	正常組	輕度組	中度組	重度組
男性	8 (15.1%)	13 (24.5%)	10 (18.9%)	9 (17%)
女性	3 (5.7%)	6 (11.3%)	2 (3.8%)	2 (3.8%)

Pearson卡方檢定法的P值為0.50798

本研究以新型脈搏諧波儀測量脈搏壓力波，脈搏壓力波再經傅立葉公式轉換為十個諧波(C0-C10)，再用因子分析法探討這十個諧波之間的相關情況。首先將C0-C10各諧波之Mean Amplitude以因子分析法將其分成四個因子，其中C6-C10歸屬於第一因子，C0-C3歸屬於第二因子，C2-C5歸屬於第三因子，C1-C4歸屬於第四因子，此時C0-C10的總變異解釋能力達到92.2%，見(表三)。

人體的能量大部份集中在低頻，對人體影響較大的諧波多集中在低頻諧波上，所以高頻諧波對人體的影響則可忽略，由於C6以上屬高頻部份，變異較大，故只針對C0-C5這六個變數再進行因子分析，得到三個因子，此時解釋相關性之能力達到84%。其中C0(心)，C3(脾)歸屬於第一因子，且C0、C3二個變數之因子負荷量為負方向；C1(肝)，C4(肺)歸屬於第二因子，且C1、C4二個變數之因子負荷量為負方向；C2(腎)，C5(胃)歸屬於第三因子，且C2、C5二個變數之因子負荷量為負方向，見(表四)。

進一步使用Pearson相關係數檢定(Correlation Coefficient test)，得到C0和C3為負相關，C1和C4為負相關，C2和C5為負相關，C0和C4為負相關，見(表五)。與因子分析法的結果相同。

表三 以C0-C10之Mean Amplitude以因子分析法分成四個因子的因子負荷量

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子
C0	-0.01507	*-0.88731	0.28367	0.15562
C1	0.32859	-0.42718	0.6394	*0.73619
C2	-0.30725	0.34094	*-0.76643	-0.00440
C3	0.11241	*0.84678	0.24141	0.03273
C4	0.03782	-0.06180	0.08170	*-0.94318
C5	0.12915	0.16076	*0.84899	-0.05289
C6	*0.76450	0.26430	0.43750	0.17276
C7	*0.90094	-0.05645	0.04673	-0.17374
C8	*0.87354	-0.13095	0.23486	0.13611
C9	*0.77811	0.10918	0.23714	0.38843
C10	*0.93401	0.08894	0.04292	0.18000

註：(*)代表此變數歸屬於該因子

表四 以C0-C5之Mean Amplitude作因子分析分成三個因子

	第一因子	第二因子	第三因子
C0	*-0.88035	-0.23784	.2449
C1	-.32459	*.83707	.10023
C2	.38216	-.05533	*-.82083
C3	*.89447	.01991	.17516
C4	-.09534	*-.92261	.14238
C5	.28186	-.10758	*.84074

註：(*)代表此變數歸屬於該因子

表五 以C0-C5之Pearson相關係數檢定

	C0	C1	C2	C3	C4	C5
C0	1.0000					
C1	0.4520 (0.001)	1.0000				
C2	-0.5444 (0.000)	-0.1705 (0.222)	1.0000			
C3	-0.6476 (0.000)	-0.2840 (0.039)	0.1075 (0.444)	1.0000		
C4	-0.1191 (0.396)	-0.5872 (0.000)	-0.0588 (0.676)	-0.0537 (0.702)	1.0000	
C5	-0.1025 (0.465)	-0.4020 (0.775)	-0.4039 (0.003)	0.2470 (0.075)	0.1978 (0.156)	1.0000

*()內之值為P值

但若將患者依其肺功能異常的程度予以分組，再與脈波各諧波之 Mean Amplitude 強度比較，我們由盒型圖探查 C0-C10 在不同肺功能狀態下，發現 C1-C4 隨肺功能異常嚴重程度有上升或下降的趨勢（見圖二、三）；進一步以 K-W 檢定法來確認有無此種趨勢，發現除了 C1 ($p=0.0256$) 外，其他諧波與肺功能間之變化無顯著意義；但以 J-T 方法檢定，則發現 C1 ($p=0.0111$) 和 C4 ($p=0.0086$) 兩個諧波與肺功能間之變化有顯著意義，見（表六）。

討 論

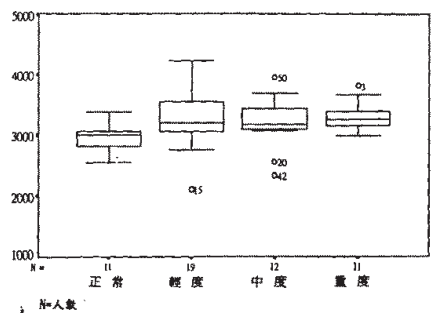
心臟是血液循環的原動力，所有組織器官皆必須靠心臟打出的血液供應才能維持正常的生理功能^[2]。為了使心臟更有效率的作功，各器官組織的神經血管樹叢會儘量減少對心臟產生的脈搏波動的阻力，只有器官與動脈在配合心跳諧波的共振狀況下，脈搏波動才能順利的傳送，器官在充足養分供應之下才能發揮其生理功能。由於每一個器官或組織之動脈結構不同故會與不同的諧波共振，所以各個臟腑也就

表六 不同肺功能下 C0-C10 的 mean amplitude 之 K-W 和 J-T 檢定法

	K-W	J-T
C0	0.3282	0.1350
C1	0.0256*	0.0111*
C2	0.2614	0.4244
C3	0.3885	0.3472
C4	0.0865	0.0086**
C5	0.2009	0.1216
C6	0.7597	0.4748
C7	0.8215	0.2886
C8	3.6596	0.1250
C9	0.4882	0.1495
C10	0.7367	0.1644

*表 P 值 < 0.05

**表 P 值 < 0.01



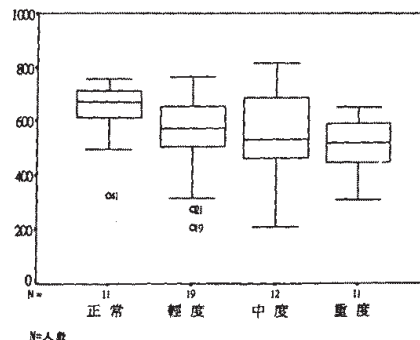
圖二 C1 與肺功能嚴重程度之盒型圖

有不同的諧波共振，而相同共振諧波的組織和器官可歸為同一經絡。而低頻諧波佔了大部份的能量，對人體影響最大的諧波均集中在低頻上，這些諧波足以說明五臟六腑等器官的共振訊息，所以當各個臟腑有疾病侵犯時，其組織結構會發生變化而使血流阻力增加，共振頻率異常。為了模擬心臟血管系統的共振特性，王氏提出器官共振的物理模式，以模擬體內血液循環，並討論臟腑特性，以及其對血壓波形的可能影響^[3]。

從血液流動力學來看，每一種器官對不同低頻率脈動通過時所產生之的阻力不相同，也就是每個器官或組織都容許某些特定頻率之波動流過，因其阻力最小之故。心跳的週期波經動脈傳送到某一臟器時，該臟器與相關動脈產生協同共振 (coupling)^[3,14]，當臟腑以其自己特定的頻率隨著心臟跳動而被迫共振時，此共振頻率之波動血液很順利的進入其間。若將特定頻率的共振視為廣義的「氣」，則氣為血帥，氣行則血行，若共振的愈好則血流的阻力就愈小，血流的供應也就愈大，組織細胞的新陳代謝及功能也就愈好^[14,21]。

中醫診脈部位固定以橈動脈為主，由橈動脈搏動的位、數、形、勢測知五臟六腑的盛衰與虛實，成為中醫診斷治療的主要憑藉與方法。王氏依血流動力學的理论認為在循環系統之血管中的任何部位其脈波諧波圖有一致性的變化，故在取脈上不講求寸關尺脈位的差異，與中醫傳統部位分臟腑的理论不同；為了研究的一致性，故決定選用右手。選關部脈的原因是關部為脈脊的位置，皮下組織較少故干擾因子較少，脈波圖形也最明顯，所以本研究選用右手關部脈。

王唯工教授在「中醫現代化之研究」等文



圖三 C4 與肺功能嚴重程度之盒型圖

中提出諧波的概念，並進行系列的動物實驗，他將脈波經過傅利葉公式轉換得到許多諧波數據，其中C0的大小，為心臟在一週期的總負荷，心跳的第一諧波振幅C1，第二諧波振幅C2，第三諧波振幅C3……可視為血液分配在各種頻率的能量指標；根據老鼠臟器結紮實驗，及對數千臨床病人測試發現第一諧波(C1)與肝臟相對應，第二諧波(C2)與腎相對應，第三諧波(C3)與脾相對應，第四諧波(C4)與肺相對應，第五諧波(C5)與胃相對應，第六諧波(C6)與膽相對應，第七諧波(C7)與膀胱相對應，第八諧波(C8)與大腸相對應，第九諧波(C9)與三焦相對應，第十諧波(C10)與小腸相對應。由於血液壓力波的直流部份(C0之值)與第一至第五諧波振幅(C1-C5之值)之能量已佔了脈波能量之絕大部份，第六諧波以上之振幅因其能量較小，在脈搏壓力波上只是微小變化而已^[14-18,21]。所以本研究將C0-C10各個諧波之Mean Amplitude作為分析對象，發現C6,C7,C8,C9,C10為一因子，可能就是因為這些諧波的振幅能量較小而且相近；而人體的能量大部份集中在低頻，高頻諧波對人體的影響較小，由於C6-C10以上屬高頻部份，變異較大，所以最後我們只針對C0-C5這六個變數作進一步分析。將患者依其肺功能異常的程度予以分組，再與脈波各諧波之Mean Amplitude強度比較，以K-W檢定法發現C1與肺功能間之變化有關；進一步以J-T方法檢定，則發現C1和C4兩個諧波與肺功能之變化有統計上的意義，且發現C1和C4隨肺功能異常嚴重程度有上升或下降的趨勢，所以肺功能的狀態和肺及肝有密切關係；顯示本脈波儀在慢性阻塞性肺部疾病患者的肺功能具有偵測能力。C4在王氏認為代表肺的諧波振幅，C1代表肝的諧波振幅。中醫理論中“肺”所主的功能包括主呼吸系統，主宣發和肅降等功能；而“肝”包括肝臟實質器官之功能外，尚包括自主神經系統及疏理全身氣機的功能。肺主氣，與人體氣的生成有關；肝主氣機的疏泄，與氣的調節疏佈有關。若人體的氣不足時，氣的動能與來源便不足，因此進一步影響氣機的疏泄功能，此點可說明為何在C1(肝)的諧波上也會因為不同肺功能狀態產生變化的可能原因。

若以因子分析及Pearson相關係數檢定法，卻得到C1和C4為負相關的關係，代表肺功能異常越嚴重者C4有漸減的傾向，而C1有漸增的趨勢。但C1和C4為負相關的生理意義

有待研究族群更多時進一步深入探討。

誌 謝

本研究承蒙中國醫藥學院附設醫院中醫內科醫師同仁鼎力協助，以及中醫診斷研究室顏美容小姐的幫忙，均致以最誠摯的謝意。

參考文獻

1. 秦越人：難經本義，醫統正脈全書版，新文豐出版公司，2993。
2. 劉華茂校訂：蓋氏生理學，第七版，杏文出版社，493。
3. Wang, W. K., Lo, Y. Y., Chang, Y., Hsu, T. L., Wang Lin, Y. Y.: Resonance of organs with the heart. in Biomedical Engineering, an International Symposium, ed. by Young W. J. Hemisphere Publishing Corp, New York, 1990, p259.
4. 費兆馥：脈診的研究。國家中醫藥管理局編，建國40年中醫藥科技成就。北京，中國典籍出版社，1989, p58-64。
5. 黃世林、孫明異：中國脈學研究。北京，人民衛生出版社，1986, 1-55。
6. 張鏡人：MX-3型脈象儀測定左心室收縮時間間其及其對氣虛辨證的意義。遼陽中醫雜誌1984, 8(6): p26-29。
7. 魏朝：多因素脈圖試脈法一脈診客觀化的一種新嘗試。醫療器械雜誌1981; 2: 1-7。
8. 汪叔游：中醫脈診儀配合心電圖及一次導函數在16位元IBM之發展。中華民國中醫診斷學脈學研討會，台中，1988, p1-35。
9. 蔡順輝：慢性活動性與持續性B型肝炎之脈波圖形研究。中華民國中醫診斷學脈學研討會，台中，1988, p91-113。
10. 黃東正：人體外脈搏信號測量系統設計及其信號分析。中華民國中醫診斷學脈學研討會，台中，1988, p182-233。
11. 柯存財：特發性腎病症候群脈診圖形之研究。中華民國中醫診斷學脈學研討會，台中，1988, p350-406。
12. 魏凌雲：人體血管系統網路模型之實驗評估。中華民國中醫診斷學脈學研討會，台中，1988, p234-244。
13. 魏凌雲：朝向脈診計量化。中華民國中醫診斷學脈學研討會，台中，1988, p336-349。
14. Wang, Y. Y. L., Chang, S. L., Wu, Y. E.,

- Hsu, T.L., Wang, W.K.: Resonance -The missing phenomenon in hemodynamic. *Circ. Res.* 1991;69:246.
15. Young, S.T., Wang, W.K., Chang, L.S., and Kuo, T.S.: Specific frequency properties of the renal and the supermesenteric arterial beds in rats. *Cardiovasc. Res.*, 1989;23(6):465-467.
16. Young, S. T., Wang, W. K., Chang, L. S., and Kuo, T.S.: The filter properties of the arterial beds of organs in rats. *Acta. Phy. Scand.*, 1992; 145:407-411.
17. 許英偉：生理功能研究用量測與分析系統的建構。成功大學電機工程研究所碩士論文，楊明興指導1991。
18. 張修誠：以脈搏諧波頻譜分析探討中醫臟象學說與器官共振理論之相關性研究，中國醫藥研究所博士論文，黃維三指導，1993。
19. Stianley, W. D., G. R. Dougherty, and R. Dougherty.: *Digital signal processing*, 2nd ed. Reston, Virginia, Reston publishing company. 1984, PP. 215-242.
20. Petersdorf et. : *Harrison's Principles of Internal Medicine* 12th ed. McGRAW-HILL BOOK COMPANY, New York. 1983, p1506-1509, 1545-1553.

Pulse Analysis for Different Lungs

Tzu-Jung Wu¹, Jing-Jung Chen¹, Der-Chung Shiah², Shen-Ming Lee³,
Ker-Chen Lee¹, Ching-Yung Lee³

¹Department of Chinese Medicine, China Medical College Hospital

²Department of Internal Medicine, China Medical College Hospital

³Department of Statistics, Feng Chia University

Abstract

In this study, 52 patients of chronic obstructive pulmonary disease were divided into 4 groups according to pulmonary function test (normal group: 12 cases, mild group: 17 cases, moderate group: 11 cases, severe group: 12 cases). The pulse data of the patients was read from the bar (guan) area of the right radial pulse using the pulse machine developed by Dr. Wang.

It revealed that C6, C7, C8, C9, C10 were as a factor analyzed by factor analysis. We found that C0 had a positive relationship with C1, C0 had negative correlation with C3, C1 had negative relationship with C3 and C4, and C2 had negative relationship with C5. If Jonckheere-Terpstra method was performed, the change of pulmonary function test corresponded to that of C1 ($p=0.043$) and C4 ($p=0.034$).

Keywords: Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Wave of Pulse, Pulmonary Function Test

Received: 11/19/1999

Accepted: 2/2/2000

Address reprint requests to: Jing-Jung Chen

Address: No. 2, Yuh-Der Road, Taichung 404,

Taiwan R.O.C.

Tel: (04)2062121 ext.1503