

針刺足三里穴對脈波頻譜之影響

張修誠¹ 王唯工² 黃維三¹ 徐則林²

¹中國醫藥學院 中醫研究所

²中央研究院 物理研究所

台北 台中

(1992年4月7日受理, 1992年7月9日接受刊載)

假設經絡係一群共振之神經血管樹叢，並以動脈成串相聯。為證實此假設，我們針刺足陽明胃經之足三里穴及非穴位組，然後比較脈搏諧波頻譜之變化。假設血流的分布係按照頻率來選擇，五臟六腑等主要器官及其相關之經絡可能與一個或幾個主要之頻率共振。因此，針刺足三里所引起脈搏諧波頻譜之變化將可提供經絡與其共振頻率關連性之參考。

關鍵詞：經絡、共振、脈波頻譜、傅立葉分析

前 言

西方醫學在二百年前仍是非常原始的，隨著科技之進展及科學研究方法的進步，加上教學制度的建立，確實已成為治療人類疾病的主要方法。而以中醫為代表的東方醫學卻仍停留在數百年甚至一千年以前的狀態。

西方醫學最大的優點是一切都有實證，要知道有沒有胃潰瘍，可以照X光，可以看胃鏡。要看心臟有沒有病，可以看心電圖……，所以一切病變，只要實體有了改變就可以放射線，光線或X光等看到，或可產生電流的改變（如心電圖），或可對超聲波吸收發生改變，就能夠充分的研究。

西醫對中醫的脈診一向不太能理解，認為中醫只在橈動脈上切一切脈即可知五臟六腑等全身的疾病是不可思議的，他們認為橈動脈只能顯示心臟及血管系統疾患，為何中醫僅憑三根指頭即可知病人的胃或腎有病呢？難道腎與橈動脈之間有特別的聯繫不成？

古代賢哲能以極精妙的脈診方法，建立起一個經得起年代考驗的中國醫學，可見脈診必定建立在一個有根據的科學基礎上。當年因限於科技的落後只能以三指來診脈，其狀猶如今日之品酒師、聞臭師一般，僅能以五官來測定之。脈診所測量的物理量即為週期性血液壓力波的波型，不同的身體狀況就有不同的波型，中醫把手指放在病人橈動脈寸、關、尺的位置，即感覺出波型的大約情形。是以要成為名醫，往往需要極靈敏的手指，經多年經驗的累積，再加上豐富的學識才能逐漸達成。

二千年前中國醫生就知道在橈動脈上測脈象以診斷病候，並以金針刺入人體腧穴以治療疾

病。雖然他們並沒有詳細的解剖學知識，更沒有精密的診療儀器，但他們所憑藉的傳統經絡理論卻一直到現在仍為今日的中醫師所沿用。

靈樞本藏篇云：「經脈者，所以行血氣而營陰陽，濡筋骨，利關節者也。」難經¹二十三難亦曰：「經脈者，行血氣、通陰陽，而營於身者也。」由上可知，經絡乃人身血氣運行所經過與聯絡之通路。

由現代的血液流動力學來看，每一個臟器或組織都由動脈送入血液，而動脈在血液流入組織之前，愈分愈細成樹枝狀，謂之動脈樹。而每一種器官對不同低頻率脈動通過時所產生之阻力並不相同²。也就是每個器官或組織的動脈樹都容許某些特定頻率之波動流過，因其阻力最小之故。因此，相同頻率的組織和器官可歸為同一經絡³。當臟腑有病時，由於經絡共振頻率或振幅之改變使得脈搏波型也起了變化，這就是傳統中醫診脈知病的原理。

穴道則為經絡上重要的位置，當此位置受壓迫後，容易阻斷動脈樹的振動或改變其頻率⁴，從而使本經絡器官組織之血流供應發生變化。

本世紀五十年代以來，中國大陸對脈診的研究已引起很多學者的興趣和關注，涉及的學科和學業正在擴大，但工作尚屬起步階段，儀器和方法均在探索和改進，已涉及的部分工作還沒有達到可以定論的程度。當前脈診研究的重點首先是總結和提煉中醫切脈的經驗和脈診理論的精髓，作為脈診研究的理論基礎，在此基礎上設計和研製能全面記錄和表述中醫脈象特徵的儀器，用以進行臨床測試，累積大量資料，展開基礎理論和臨床研究。

中醫脈診是有系統的理論，認為“心主血，其充在脈”、“脈為血府”、“心之合也”、“氣息應焉”，闡明了心、脈、氣、血是脈象形成的基礎，通過診脈可以了解氣血盛衰，臟腑強弱，陰陽順逆等機體功能狀態；推測疾病的性質、部位、邪正雙方鬥爭形勢以及疾病的轉歸和預後。取脈方法主要有遍診法，寸口診法以及三部診法。一般最常用的是寸口診法。即醫者用食、中、無名三指，置於橈骨莖突內側部的橈動脈上，憑手指指感覺察脈搏的大小、強弱、快慢以及脈動來勢的滑澀軟硬等，以測知全身各部的疾病。脈象是一項靈敏的、綜合性的生理病理信息，脈診有簡便、無創、無痛的特點，易為患者所接受，但是也存在一定的缺陷。主要問題是切脈單憑醫生手指感覺辨別脈象的特徵，受到感覺、經驗和表述的限制，影響了對脈象判斷的規範化。再則對脈象的表述依靠語文字，採取比類的方法，雖然描繪得極為生動，但學者的知識，理解不一難以掌握和運用。同時感知的脈象，又無法具體記錄和保存，所以亦影響了對脈象機理的探討。因此，借助現代科學的方法和先進的電子儀器，進行脈診客觀化研究，是繼承和發揚中醫脈學的重要課題。

脈搏諧波頻譜分析儀在設計上盡量參考臨床中醫師在切脈的特色，並利用電腦的特性能為辨識脈象提供重要信息。本研究小組嘗試以脈搏諧波頻譜分析儀將脈波圖形分解為不同諧波頻率之組合並使之數量化，使用 386 可攜式個人電腦建立自動辨識系統以替代人工目測圖形之缺失，並在臨床上驗證各項參數之意義。

脈診研究更重要的是與臨床密切結合，通過觀察不同疾病時的脈搏諧波頻譜特徵，或某一疾病過程中不同階段出現的不同特徵，將脈搏諧波頻譜分析與辨證、辨病聯繫起來，分析和總

結出脈與病證的相關性和脈證變化的規律性，提高臨床診治水準。爲了實現上述目標，不僅中醫和西醫結合，還要與多學科結合，尤其與生物醫學工程方面的協作，才能趕上世界的潮流，並可在國際上領先。可以期望電腦化的脈搏諧波頻譜分析儀將成爲我國獨創的新儀器，脈診將成爲先進的診斷技術。

由於在人體解剖上未能發現經絡的實質存在，經絡只在活人身上才發生效應，而且組織與心跳的諧波有共振的現象，這種共振現象與經絡之間有相對應的關係。本實驗以毫針針刺足陽明胃經之「足三里」穴，觀察並記錄針刺前後橈動脈波頻譜之變化，以找出傳統經絡理論與脈波頻譜之相關性。

材料與方法

一、研究對象

我們一共邀請 43 位健康的志願者，年齡從 20 歲到 55 歲。足三里組共 26 位（男 12 位，女 14 位）平均年齡 $\bar{X}=30.58$ 歲， $S.D.=6.13$ 歲；非穴位組 17 位（男 7 位，女 10 位）平均年齡 $\bar{X}=31.41$ 歲， $S.D.=8.70$ 歲。

二、實驗步驟

1. 志願者在走廊椅子上休息 20 分鐘。
2. 志願者坐在測試椅上休息 20 分鐘並測量橈動脈，直到脈波頻譜穩定才記錄數據。
3. 取穩定之橈動脈波頻譜爲針前對照基準。
4. 針刺足三里穴或非穴位。
5. 記錄入針 10 秒後橈動脈波頻譜。
6. 記錄入針 5 分鐘橈動脈波頻譜。
7. 記錄入針 10 分鐘橈動脈波頻譜。
8. 記錄入針 15 分鐘橈動脈波頻譜。
9. 出針。
10. 記錄出針 10 秒後橈動脈波頻譜。
11. 記錄出針 5 分鐘橈動脈波頻譜。
12. 記錄出針 10 分鐘橈動脈波頻譜。
13. 記錄出針 15 分鐘橈動脈波頻譜。
14. 記錄出針 20 分鐘橈動脈波頻譜。

三、儀器及方法

本實驗以中央研究院 WK91 型脈搏諧波頻譜分析儀測量脈波，該分析儀是以壓力轉換器（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，亦可切換至經傅立葉（Fourier）軟體分析後呈數量的脈搏諧波頻譜。各諧波之振幅皆以數字呈現便於統計分析（這種改良是將原有脈波圖形

分解為10個不同諧波頻率並加以數量化以便於分析），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。

傅立葉分析（Fourier）是將運動（或波動）視為由各種不同頻率的簡諧振盪所組成。當我們取得一訊號（例如脈波或聲波等），想知道此訊號是由那些頻率及其組合方式時，可利用此分析方法求得此波之組成頻率及各頻率振幅之大小。如

把心跳一次當一週期T，將血液壓力波 $f(t)$ 分解為各種簡諧波的組合⁵：

$$f(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos\left(\frac{2\pi n}{T}t + \phi_n\right)$$

當心跳速率為每分鐘72次時，心跳的第一諧振波頻率即為1.2Hz，第二諧振波頻率為2.4Hz，第三諧波為3.6Hz，第四諧波為4.8Hz……心臟是一個主要的泵，它將血液由動脈打到全身各組織，每一個組織在獲得充分血液供應時才能發揮其適當的功能（中醫所謂血為氣之母），而動脈阻力越小，血流的供應量也就越大。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阻力並不相同，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。當內臟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，共振的愈好則阻力就愈小，血流的供應也就愈大，組織細胞的代謝也就愈好。

不同器官與心跳之不同諧振波共振可能為中醫脈診原理，因而可以科學方法分析血液壓力波。傅立葉分量 C_0 的大小，為心臟在一週期的總負荷。心跳的第一諧波振幅 C_1 ，第二諧波振幅 C_2 ， C_3 ， C_4 ……則可視為血液分配在各種頻率的能量指標。我們根據老鼠臟器結紮實驗，及對數千臨床病人測試發現 C_0 與心， C_1 與肝， C_2 與腎， C_3 與脾， C_4 與肺等的健康狀態有對應的關係。

由於 C_0 與第一諧振波振幅（ C_1 之值），第二諧振波振幅（ C_2 之值），第三諧波振幅（ C_3 之值），第四諧波振幅（ C_4 之值），第五諧波振幅（ C_5 之值）等之能量已佔了脈波能量之絕大部份，對脈波之浮沈、遲速、滑澀已有決定性之影響，故中醫師即可由撓動脈之節律、脈寬、脈長、流利度、緊張度、均勻度、力度等判斷患者心、肝、脾、肺、腎之虛實。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，故切脈輕取時對小能量變化之靈敏度可提高，而以人類手指的靈敏度仍不容易細加分辨。人類的感覺是非線性的，根據Weber-Fechner定律，人的感覺 $=\log(\text{物理強度})$ 。故將脈波以電腦作頻譜分析是脈波研究上一大進展，因為只有將脈波分解為各頻率的組合並以電腦加以量化才能詳加分析研究。

四、數據處理

數據必需符合以下二個標準才當作一個成功的實驗而進一步分析。

1. 心跳速率的穩定度，每一組數據至少取下六個連續之波型，其波長之標準誤差（心跳速率）不得大於百分之五。
2. 針刺後心跳之改變在百分之十以內的實驗數據才進一步分析，此標準為確保傅氏分析的意義。

五、統計分析

1. 各表(表一至表九)皆以足三里組各諧波($C_0, C_1, C_2 \cdots C_{10}$)

$$\frac{\text{刺針後諧波比值} - \text{刺針前諧波比值}}{\text{刺針前諧波比值}} \times 100\%$$

所得數值之平均值(Mean)與非穴位組各諧波之平均值作 t-test for group comparison.

2. 各表(表一至表九)僅作單一諧波間足三里組與非穴位組之比較，本實驗不探討各諧波間彼此之比較，故採用 t-test for group comparison，不作一方分類之變異數分析(One-way ANOVA)。

研究結果

- 一、由兩組均值比較來看(見表一至表九)，針刺足三里組無論在入針，入針 5min，入針 10 min，入針 15min，出針，出針 5min，出針 10min，出針 15min，出針 20min 時， C_9 之值皆有顯著的增加($P < 0.01$)。並且在出針之後(即入針 20min 以後)增加的幅度更大。 C_8 除了剛入針前 15min 時增加尚未明顯外，從入針 20min 後即有顯著增加($P < 0.05$)，見圖三。
- 二、針刺足三里組 C_8 有顯著的增加($P < 0.05$) (見表一至表九)，並且出針之後(即入針 20 min 以後)增加的幅度更大。 C_5 在入針後的前 15min 之內雖有增加但不顯著，直到出針之後(即入針 20min 以後)才有顯著增加($P < 0.05$)，見圖四。
- 三、由兩組均值比較來看(見表一至表九)，針刺足三里組無論在入針，入針 5min，入針 10 min，入針 15min，出針，出針 5min，出針 10min，出針 15min，出針 20min， C_4 之值皆有顯著的降低($p < 0.05$)。 C_2 之值在入針之後即有降低但不顯著，直到出針 10min 後才有顯著降低($P < 0.05$)，見圖五。
- 四、經針刺足三里後，體內能量有重新分配的現象， C_5 、 C_6 、 C_8 、 C_9 的能量皆有增加，而 C_2 及 C_4 則減少($P < 0.05$)，(見圖六、七、八)。
- 五、臨床針灸治療時，由於個人體質差異很大，有些人刺足三里穴時極易“得氣”，針感明顯，針刺療效極佳；也有人不易“得氣”或無針感，療效很差，兩者差異極大。標幽賦云：「氣之至也，如魚和鉤餌之沈浮；氣未至也，如處幽堂之深邃。……氣至速則速效，其病易愈；氣至遲則效遲，其病難愈」本實驗中，樣本標準(S.D.)較大代表個體對針刺反應的差異性較明顯，這與臨床治療及古籍記載相吻合。

表一 入針10秒後橈動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里	Mean			*		*	**	**		*	*	**
	±S.D.	-0.07	2.56	-11.09	9.39	1.63	27.67	63.40	49.65	60.34	160.69	125.52
非穴道	Mean	-3.32	-0.09	-1.09	7.12	15.76	7.10	16.11	32.12	17.07	15.08	37.54
	±S.D.	5.67	4.23	11.84	11.15	20.23	15.55	17.38	38.78	27.00	25.75	47.65
Mean：諧波比值差值百分比之平均值		n：實驗數目		足三里(n=26)			非穴位(n=17)					
S.D.：標準差				*：P<(0.05)			**：P<(0.01)					

諧波比值之差值百分比：
$$\frac{\text{刺針後諧波比值(Cn/C0刺針後)} - \text{刺針前諧波比值(Cn/C0刺針前)}}{\text{刺針前諧波比值(Cn/C0刺針前)}} \times 100\%$$

表二 入針5分鐘後橈動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里	Mean					*					**	
	±S.D.	1.02	-1.20	-4.17	10.46	-5.98	6.59	19.85	9.74	23.13	76.11	41.82
非穴道	Mean	-0.43	-1.14	-2.55	3.95	7.49	1.96	10.93	19.87	0.78	10.28	39.66
	±S.D.	5.44	3.10	9.95	13.08	23.22	16.53	28.56	31.82	28.03	32.61	75.99
Mean：諧波比值差值百分比之平均值		n：實驗數目		足三里(n=26)			非穴位(n=17)					
S.D.：標準差				*：P<(0.05)			**：P<(0.01)					

諧波比值之差值百分比：
$$\frac{\text{刺針後諧波比值(Cn/C0刺針後)} - \text{刺針前諧波比值(Cn/C0刺針前)}}{\text{刺針前諧波比值(Cn/C0刺針前)}} \times 100\%$$

表三 入針10分鐘後橈動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里	Mean					*				*	*	
		0.72	-0.42	-3.36	8.09	-6.59	4.80	24.75	22.23	28.46	73.04	47.03
	±S.D.	5.52	4.76	8.44	17.98	14.97	16.59	37.57	49.18	45.66	81.77	73.61
非穴道	Mean	-0.42	-0.38	-1.73	5.52	6.42	-1.59	7.90	23.10	0.65	8.97	37.28
	±S.D.	6.35	3.98	9.23	12.99	19.56	8.95	20.92	42.29	22.79	31.60	71.69

Mean: 諧波比值差值百分比之平均值 n: 實驗數目 足三里(n=26) 非穴位(n=17)
S.D.: 標準差 *: $P < (0.05)$

$$\text{諧波比值之差值百分比} = \frac{\text{刺針後諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針後}) - \text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})}{\text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})} \times 100\%$$

表四 入針15分鐘後橈動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里						*					**	
	Mean											
	±S.D.	1.56	-1.26	-4.57	8.70	-7.32	4.90	11.66	21.99	75.03	75.53	57.90
		6.56	6.53	10.02	19.75	12.58	21.49	35.63	28.91	42.43	104.29	102.19
非穴道												
	Mean	0.41	-1.06	-2.30	3.61	5.90	-2.25	3.19	14.05	0.56	4.45	29.66
	±S.D.	6.32	4.06	7.14	13.49	19.96	12.62	21.00	29.41	22.96	29.66	43.17

Mean: 諧波比值差值百分比之平均值 n: 實驗數目 足三里(n=26) 非穴位(n=17)
S.D.: 標準差 *: P<(0.05) **: P<(0.01)

$$\text{諧波比值之差值百分比} = \frac{\text{刺針後諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針後}) - \text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})}{\text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})} \times 100\%$$

表五 出針10秒後撓動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里						*	*	**		**	**	
	Mean											
	±S.D.	1.59	-0.60	-5.71	12.56	-9.00	7.61	28.94	16.62	38.33	117.47	61.26
非穴位		7.45	6.26	9.76	24.18	15.72	22.36	39.82	31.85	52.01	154.69	114.84
	Mean	-3.32	-0.09	-1.09	7.12	15.76	7.10	16.11	32.12	17.07	15.08	37.54
	±S.D.	5.73	3.07	9.76	14.67	13.57	11.16	19.80	43.42	17.81	22.53	71.72

Mean：諧波比值差值百分比之平均值 n：實驗數目 足三里(n=26) 非穴位(n=17)

S.D.：標準差 *：P<(0.05) **：P<(0.01)

$$\text{諧波比值之差值百分比} = \frac{\text{刺針後諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針後}) - \text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})}{\text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})} \times 100\%$$

表六 出針5分鐘後撓動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里	Mean					*		**		*	**	
		0.73	-1.96	-4.65	13.47	-5.49	9.83	34.49	24.74	37.27	118.13	70.22
	±S.D.	6.80	5.73	11.65	21.76	14.45	21.39	43.11	35.07	47.02	142.63	83.68
非穴道	Mean	-0.70	-0.79	0.69	5.03	6.17	-1.89	2.37	9.92	2.95	7.53	34.19
		5.44	3.21	6.13	13.79	15.86	13.68	23.91	35.21	27.30	38.50	79.64
	±S.D.											

Mean：諧波比值差值百分比之平均值 n：實驗數目 足三里(n=26) 非穴位(n=17)

S.D.：標準差 *：P<(0.05) **：P<(0.01)

$$\text{諧波比值之差值百分比} = \frac{\text{刺針後諧波比值}(C_n/C_0 \text{刺針後}) - \text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0 \text{刺針前})}{\text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0 \text{刺針前})} \times 100\%$$

表七 出針10分鐘後橈動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里	Mean			*		**		**		*	**	
		1.59	-0.60	-5.71	12.56	-9.00	7.61	28.94	16.62	38.33	117.47	61.26
	±S.D.	7.45	6.26	9.76	24.18	15.72	22.36	39.82	31.85	52.01	154.69	114.84
非穴道	Mean	-0.51	-0.75	2.83	2.66	8.37	-5.29	-0.91	9.54	2.34	3.67	19.96
	±S.D.	6.43	2.44	15.69	15.51	21.41	10.61	18.03	30.14	22.19	24.29	59.19

Mean: 諧波比值差值百分比之平均值 n: 實驗數目 足三里(n=26) 非穴位(n=17)
S.D.: 標準差 *: $P < (0.05)$ **: $P < (0.01)$

$$\text{諧波比值之差值百分比} = \frac{\text{刺針後諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針後}) - \text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})}{\text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})} \times 100\%$$

表八 出針15分鐘後橈動脈波頻譜變化效應

測試組		諧 波 別										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
足三里	Mean					*		*			***	
		3.51	-2.17	-7.92	8.64	-11.59	0.008	25.17	20.10	19.68	90.01	95.09
	±S.D.	5.42	5.45	7.84	15.23	14.40	16.52	40.45	48.91	41.26	88.43	141.80
非穴道	Mean	-0.02	-0.28	-0.48	6.02	5.63	-4.39	0.96	12.75	-2.46	6.02	33.08
	±S.D.	6.07	4.69	8.43	13.58	22.26	11.47	17.56	30.41	25.77	39.31	76.45

Mean: 諧波比值差值百分比之平均值 n: 實驗數目 足三里(n=26) 非穴位(n=17)
S.D.: 標準差 *: P<(0.05) **: P<(0.01)

$$\text{諧波比值之差值百分比} = \frac{\text{刺針後諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針後}) - \text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})}{\text{刺針前諧波比值}(C_n/C_0\text{刺針前})} \times 100\%$$

可調整心律，使心跳過速者或過慢者皆趨於正常²¹⁻²⁴。在血壓方面，足三里對於血壓過高的患者有降壓的效果²⁵，而對血壓過低的病人也有升壓的能力²⁶。在內分泌系統方面，對高脂血症患者，足三里能降低其膽固醇含量²⁷⁻²⁸。且對甲狀腺亢進的患者，針刺足三里有趨向正常的改進²⁹⁻³⁰。在運動系統方面，足三里對膝關節炎有改善的效果³¹。

從古籍記載與現代研究來看，足三里為足陽明胃經合穴，治療效能極為廣泛，有疏通經絡，調和氣血，理脾健胃之功，為全身強壯要穴之一。由脈波頻譜分析來看，氣功師傅在練氣之時³²，心跳第九諧波振幅（ C_9 ）之值有顯著的大幅增加，第六（ C_6 ）及第三（ C_3 ）諧波振幅也顯著增加。由我們的實驗中發現，針刺足三里後，心跳第九諧波振幅（ C_9 ）之值亦有顯著的大幅增加，而第六（ C_6 ）諧波振幅也顯著增加（見圖三）， C_3 亦有增加，惟未達顯著程度。顯示針刺足三里補中益氣之強壯作用與氣功師傅之練氣強身之間有相當密切的關係。

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阻力並不相同，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³³。當內臟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出入其間。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，共振的愈好則阻力就愈小，血流的供應也就愈大，組織細胞的代謝也就愈好。

穴道就是經絡上的重要位置，針刺特定穴位很容易改變動脈樹的振動；加強特定頻率的振動，增加這些同頻率器官組織的填充壓力，使這些組織的血流增加，同時也因共振頻率間互相影響之物理關係而減弱某些頻率之振動³⁴⁻³⁶，因而影響其血流量。針刺可使不同頻率的能量重分配，不同的穴位有不同的分配特性。在本針刺足三里的實驗中，能量確有重分配的現象，心跳的第五、六、八、九諧波振幅（ C_5 、 C_6 、 C_8 、 C_9 ）之值有顯著的增加，而第二及第四諧波振幅（ C_2 及 C_4 ）之值則減少（見圖六、七、八）。這種能量重分配類似中醫所謂的疏通經絡、調和氣血之功。由此亦不難理解針刺補瀉之有異於一般藥物療法，非以補充為補、減除為瀉，乃「挹彼注此」之謂也³⁷。

針刺足三里引起的能量重分配須要一段時間才能達成。高頻的部份（ C_9 、 C_8 ）因能量較低，轉移速度較快，幾乎入針5min後即有顯著增加，而低頻的部份（ C_2 ）則因能量較大，轉移所需時間較長，因此多在入針20min以後才有顯著改變。所以針刺要有較佳療效最好能留針20min。而且持續的將針捻轉提插加強刺激時，能量會有顯著變化，例如入針及出針時的捻轉刺激（見圖六），這也是臨床針灸醫師在留針時要不斷捻針的重要原因。

目前對針刺機轉的研究多是從神經或體液傳導來著手，但是神經傳導的理論並不能完全解釋傳統經絡之作用，更不能闡明針灸配穴的機轉。本實驗乃嘗試由血液流動力學來看針刺對脈波頻譜的影響，找出足三里針刺後的特定變化，如果特定的穴道有特定的變化產生，似乎就不難理解中醫針灸配穴處方的道理了。

總 結

人體脈象所顯示良好的健康狀態就像一組演奏完美的交響樂團，五臟六腑等各器官就像鋼琴、小提琴、法國號等樂器各以其特有的頻率隨著心臟的指揮而和諧共振。當某一器官逐漸失去其功能時，整個演奏將失去諧和而變調走音。中醫診脈以三指測量橈動脈壓力波或以脈波儀量壓力波就是利用各器官組織頻率振幅變化會影響脈搏壓力波圖形的原理。這時我們就需要細心的找出是那一個器官變調了，本研究以脈波頻譜分析儀將原有脈搏壓力波分解為 10 個不同諧波頻率並加以量化，即可知各臟腑經絡能量上之變化，並以針灸或藥加以修復調音，恢復其原有共振頻率，以創造完美的和諧狀態。

針刺穴位確有調整脈波頻譜的作用，針刺足三里穴使 C_9 、 C_8 、 C_6 、 C_5 之值上升併使 C_4 及 C_2 之值下降。這種能量重分配的現象與傳統中醫所謂足三里有疏通經絡、調和氣血、理脾健胃之功，似乎有非常密切的關係。

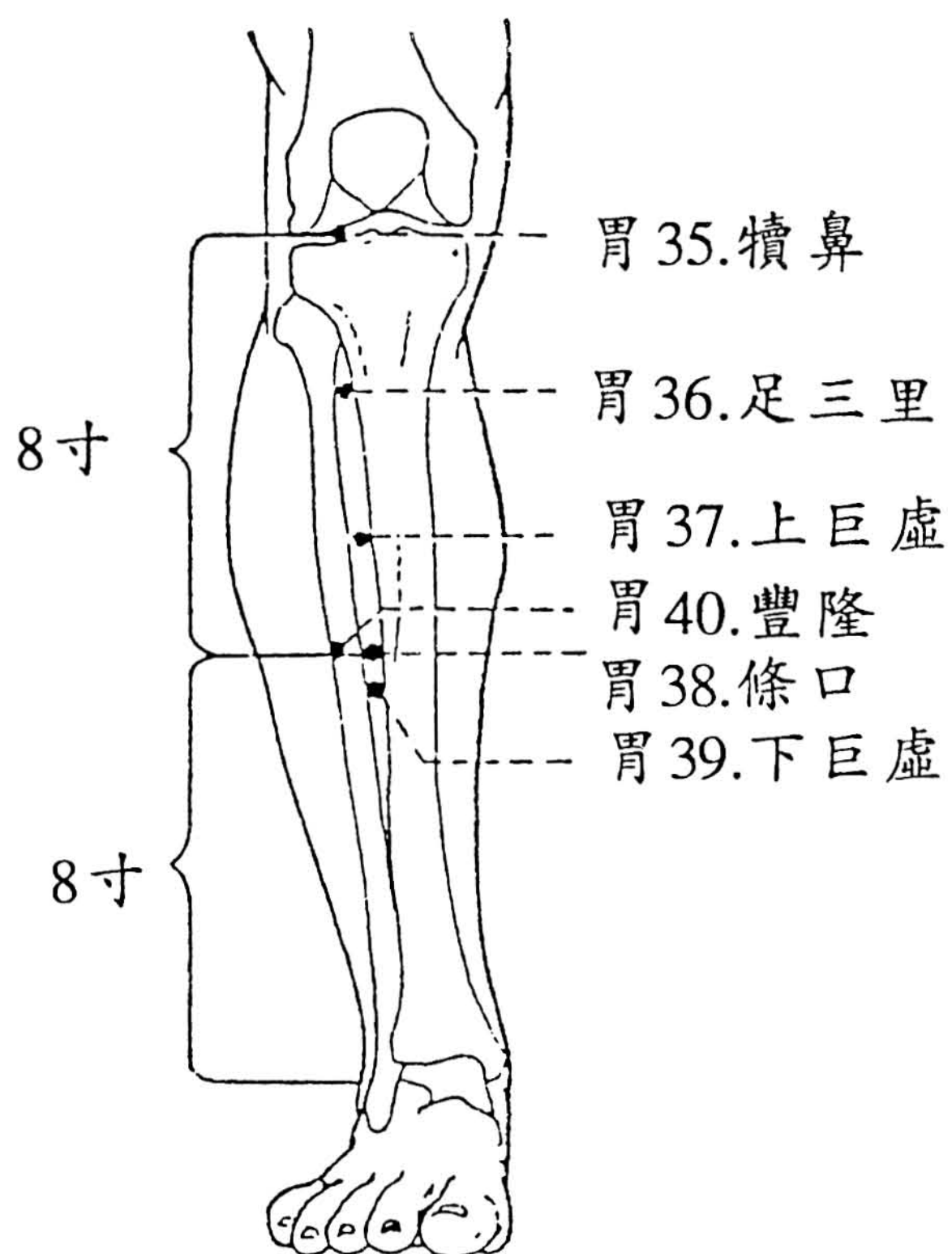
誌 謝

我們要感謝中國醫藥學院張淑桂講師在統計上的協助。另外我們也要感謝中央研究院物理所蔣宜先生、張鳳儀小姐在脈波實驗上的鼎力相助，以及台灣大學電機研究所尤景良先生在實驗中及電腦上的協助改良，使我們的實驗得以順利完成。

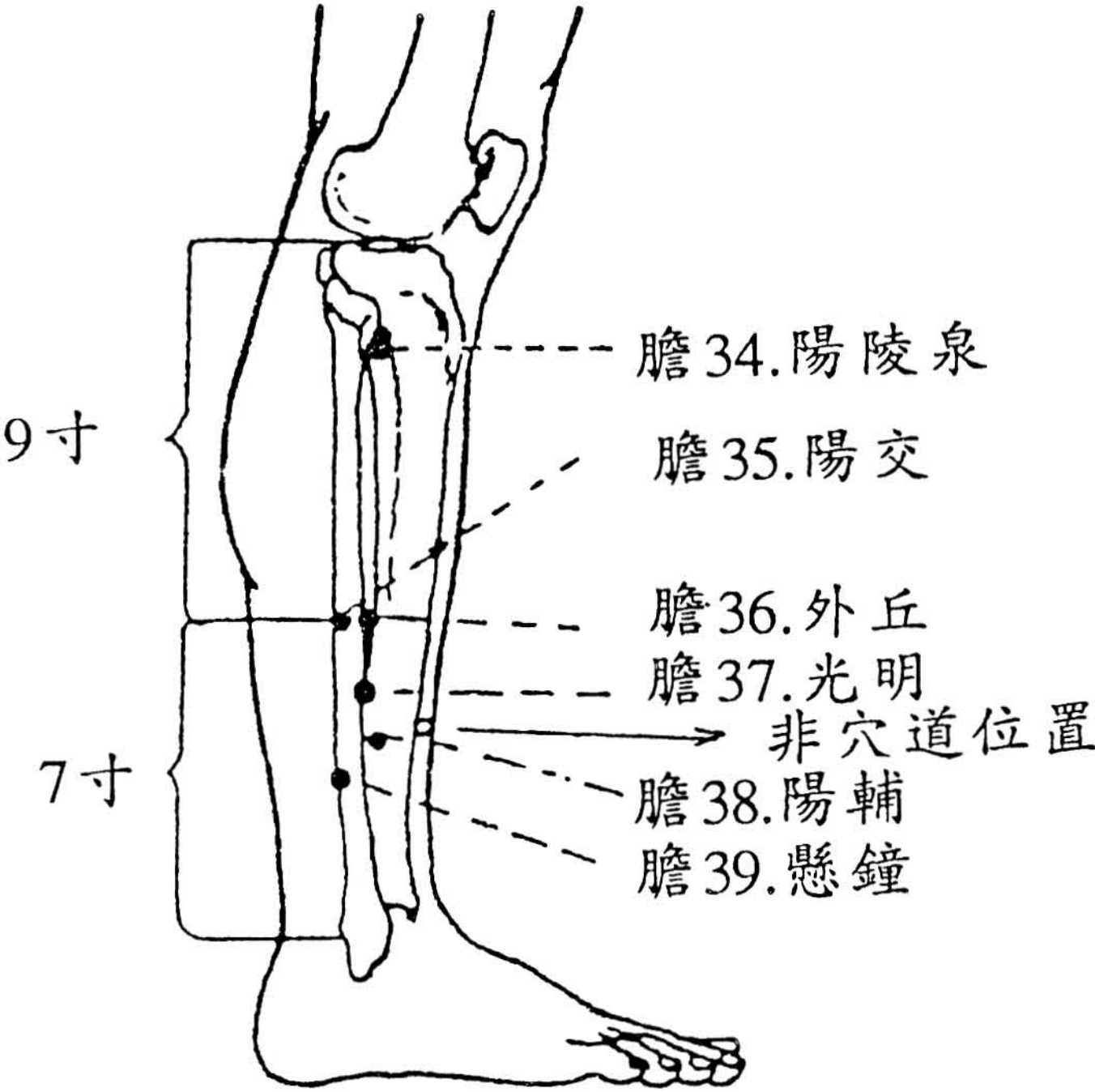
參 考 文 獻

1. 黃維三，難經發揮，中國醫藥學院出版組，台中，p.261，1990.
2. Young ST，Wang WK，Chang LS and Kuo TS. Specific frequency properties of the renal and the supermesenteric arterial beds in rats. Cardiovascular Res. 23 : 465 – 467, 1989.
3. Wang WK. From hemodynamics to Chinese medicine, Chin. J Biomedical Eng. 11 : 1 – 14, 1991.
4. 王唯工，王林玉英，徐則林，蔣宜，由脈波來研究經絡及能量之分配，國際生物能醫學研討會論文集。國立中國醫藥研究所，美國夏威夷大學醫學院，國際醫學科學研究基金會，夏威夷，pp.302 – 316，1989.
5. Wang Lin YY, Sheu JL and Wang WK . Alterations of pulse by Chinese Herb medicine, Am. J. Chin. Med. 20(2):181 – 190, 1992.
6. 謝文宗，針刺足三里梁丘治療胃痙攣 20 例，中國針灸 4 (5) : 13，1984.
7. 張順德，針刺足三里治療食痹，四川中醫 4 (8) : 48，1986.
8. 朱江，針刺治療胃、十二指腸潰瘍的臨床研究，上海針灸雜誌 (3) : 15 – 18，1983.
9. 王桂英，針刺足三里隔薑灸治療寒泄，內蒙古中醫藥 5 (4) : 32 – 33，1986.
10. 白晶，灸治慢性腹泄 53 例療效觀察，新疆中醫藥 1 : 51 – 53，1986.
11. 劉愛國，足三里穴注射維生素 K_3 治療急性胃腸炎 14 例，中國針灸 6 (1) : 23 – 24, 1986.
12. 王玉柱，揉按足三里穴緩解腸道炎性絞痛 65 例，中國針灸 6 (4) : 21 – 22，1986.

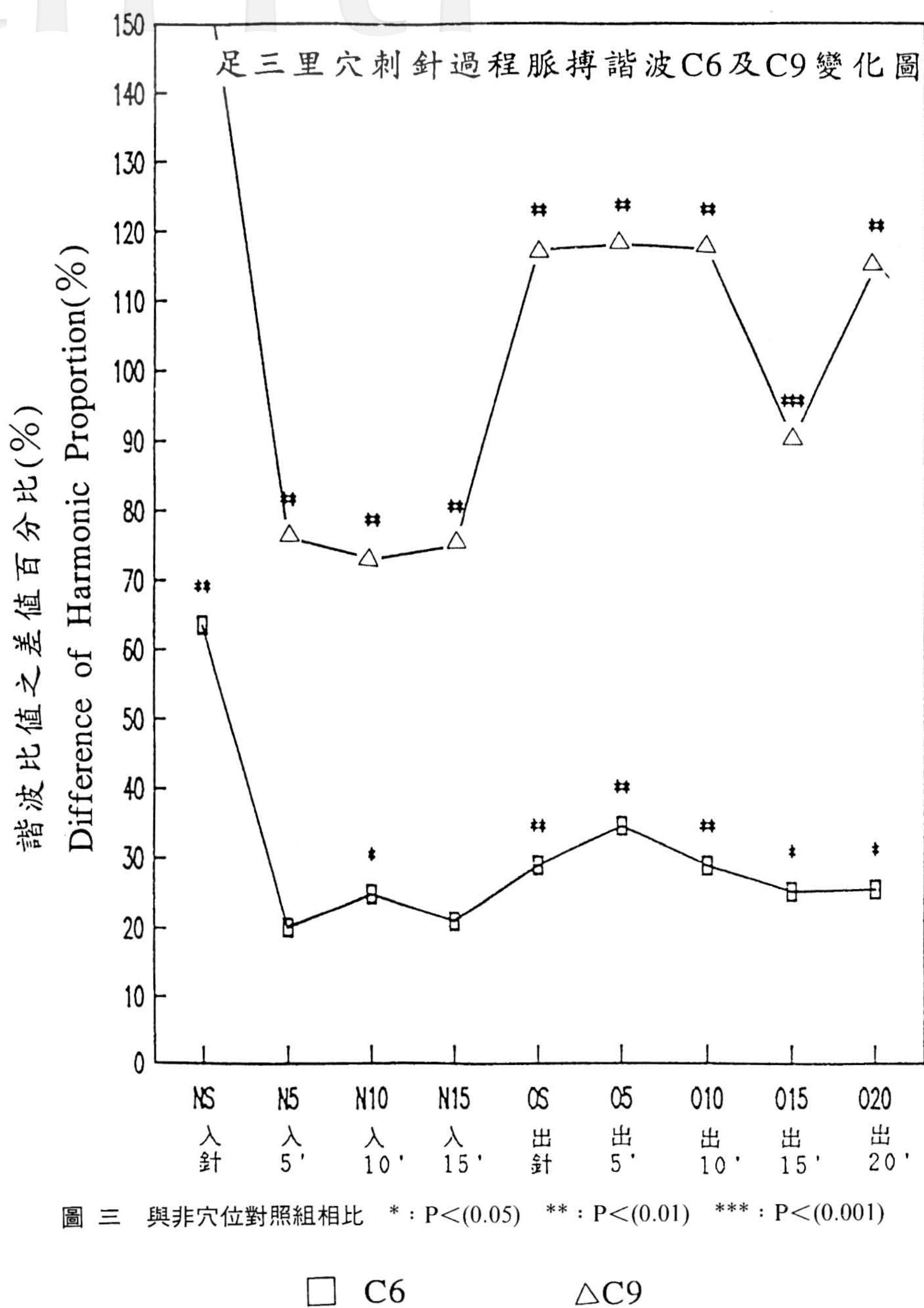
13. 孫德福，粗長針治療胃下垂 224 例臨床觀察，新中醫 8：26－28，1982.
14. 韓子鈺，直流感應電經穴刺激治療胃下垂 70 例，上海針灸雜誌 (4)：8, 1982.
15. 孟昭敏，針刺治療胃下垂 91 例的臨床觀察，中國針灸 6 (1)：18－19，1986.
16. 王治強，針刺治療急性黃疸型傳染性肝炎 121 例，遼寧中醫雜誌 (6)：48－50，1981.
17. 邱茂良，針刺治療急性病毒性肝炎 111 例的臨床分析，上海針灸雜誌 (2)：1－6，1983.
18. 高國巡，針刺治療急性細菌性痢疾 192 例臨床療效觀察，中國針灸 2 (4)：6－7，1982.
19. 陳倉子，針刺治療急性菌痢 30 例的體會，福建中醫藥雜誌 15 (4)：23，1984.
20. 周德宜，針灸治療急性菌痢 55 例療效分析，雲南中醫雜誌 6 (3)：30－31，1985.
21. 林景明，針刺治療心律失常的研究，針刺研究 5 (1)：29－30，1980.
22. 高鎮五，針灸治療心律失常 160 例臨床觀察，中國針灸 3 (6)：7－8，1983.
23. 武保發，針刺治療頻發室性早搏，上海針灸雜誌 3：37－38，1983.
24. 高鎮五，針灸治療竇性心動過緩的臨床觀察，浙江中醫學院學報 8 (4)：20－22，1984.
25. 陳作霖，艾灸治療高血壓 61 例，上海中醫藥雜誌 7：30－31，1981.
26. 熊新安，七星針配合針灸治療體質性低血壓症，湖北中醫雜誌 (5)：48－49，1981.
27. 彭悅，針刺足三里穴對高脂血症的臨床觀察，針刺研究 11 (4)：312－314，1986.
28. 焦新民，針刺降低血脂 82 例臨床觀察，新中醫 17 (6)：31－32，1985.
29. 何金森，針刺對甲亢患者體內激素代謝活動的影響，陝西中醫 5 (10)：31－32，1984.
30. 何金森，不同針刺療法治療甲狀腺機能亢進症的臨床療效分析，中國針灸 6 (5)：15－16，1986.
31. 張濤，針刺治療膝關節骨性關節炎 82 例臨床療效分析，中國針灸 2 (2)：8－9，1982.
32. Wang WK，Wang Lin YY, Hsu TL and Chiang Y. Some foundation of pulse feeling in Chinese medicine. In Young WJ (ed.)：Advance in Biomedical engineering. Hemisphere, Washington D.C. pp.268－275, 1989.
33. Wang WK, Wang Lin YY. Biomedical engineering basis of traditional Chinese Medicine. Med. Prog. Thro. Techn. 18:191－197, 1992.
34. Wang WK，中國醫學之現代觀，中央研究院物理所年報，16：269－275，1986.
35. Wang Lin YY, Chang SL, Wu YE, Hsu TL and Wang WK. Resonance-the missing phenomenon in Hemodynamics. Circ . Res. 69：246－249，1991.
36. Young ST, Wang WK, Chang LS and Kuo TS. The spectrum study of blood pressure during the disturbance of organic vascular beds. J Chin. Instit. Eng. 12：651－657，1989.
37. 黃維三，針灸科學，正中書局，台北，p.5，1985.

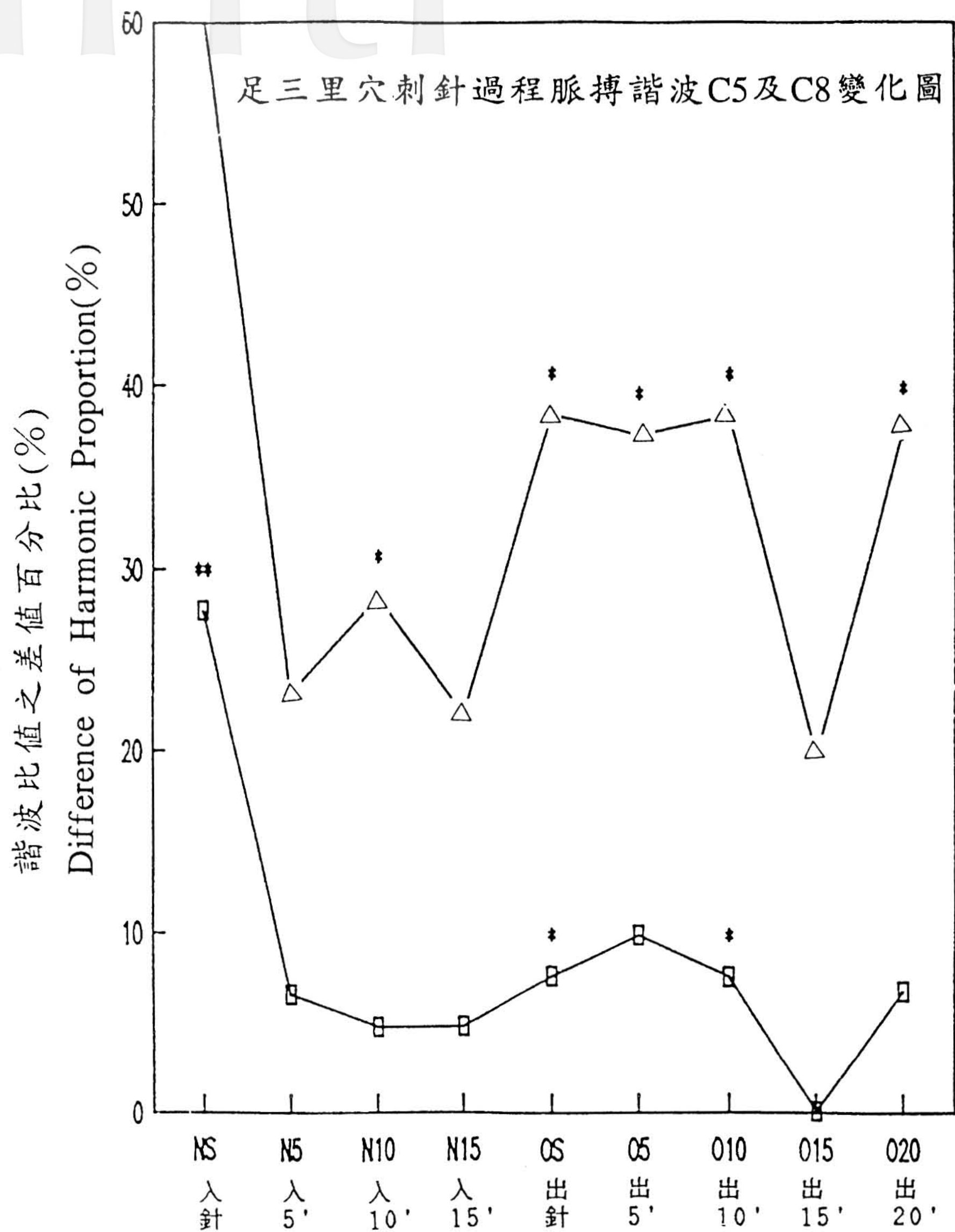


圖一：足陽明胃經及足三里穴



圖二：非穴道位置





圖四 與非穴位對照組相比 * : $P < (0.05)$ ** : $P < (0.01)$
 □ C5 + △ C8

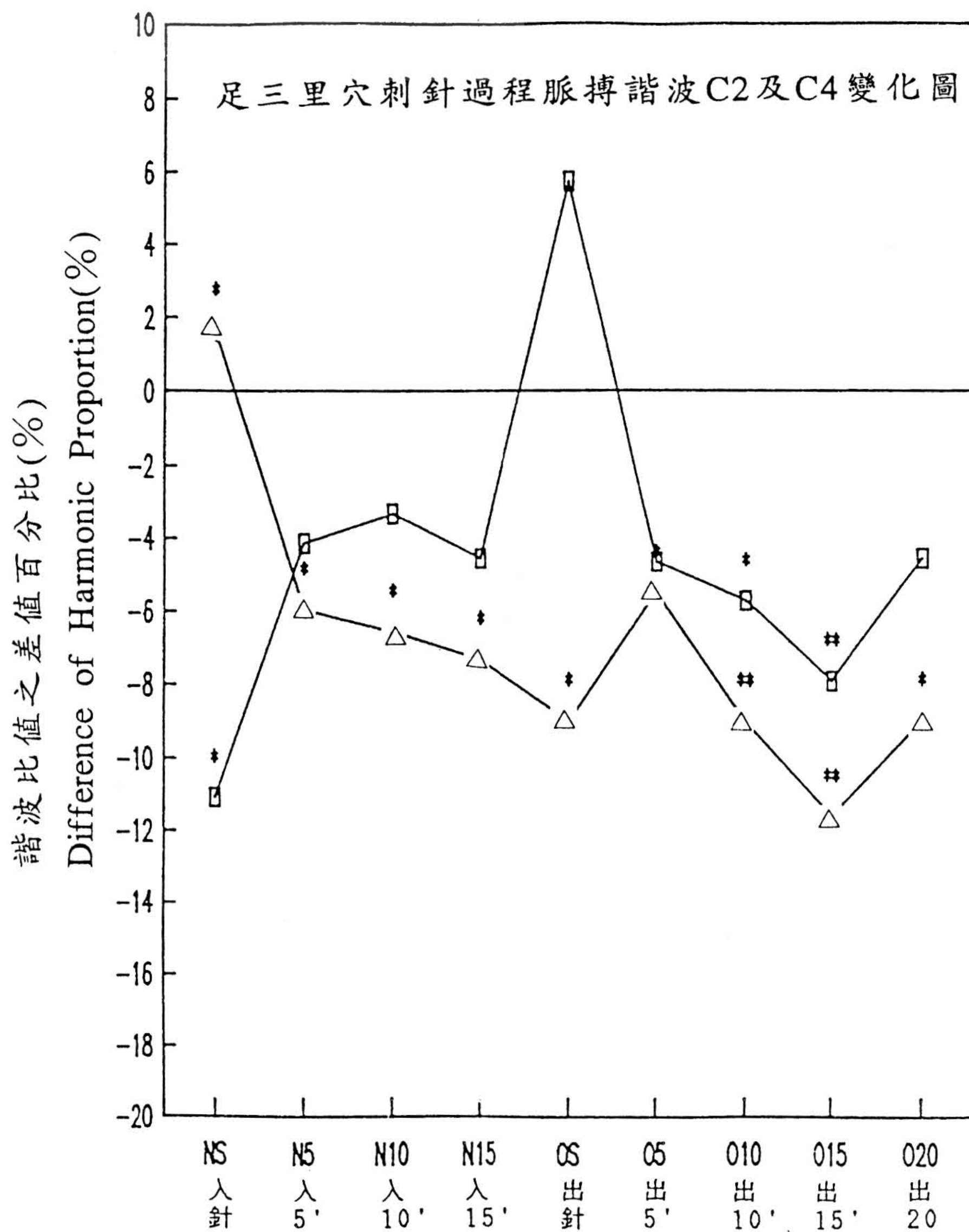
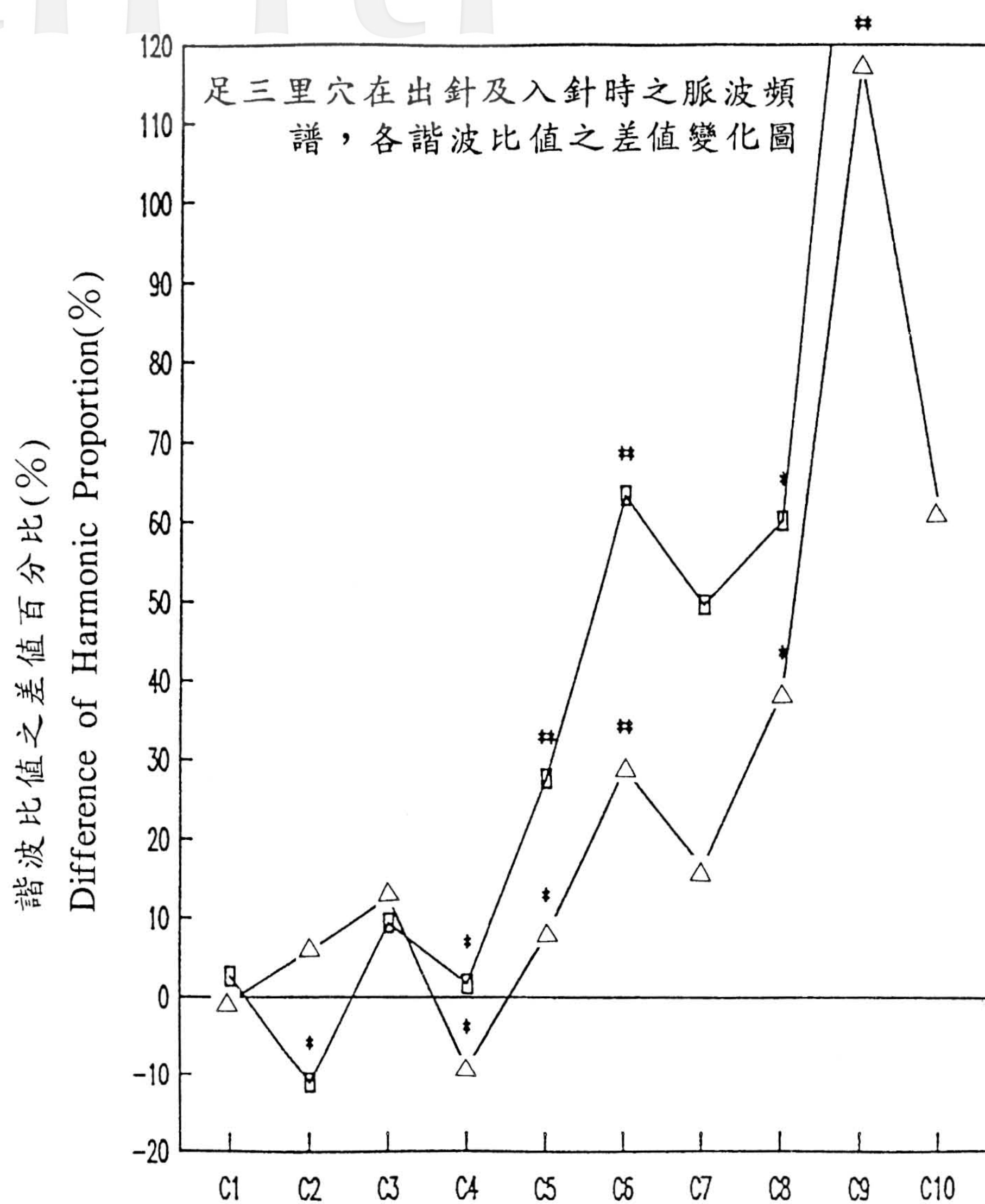


圖 五 與非穴位對照組相比 * : $P < (0.05)$ ** : $P < (0.01)$

□ C2 + △ C4



圖六 與非穴位對照組相比 * : $P < (0.05)$ ** : $P < (0.01)$
 □ NS 入針 △ OS 出針

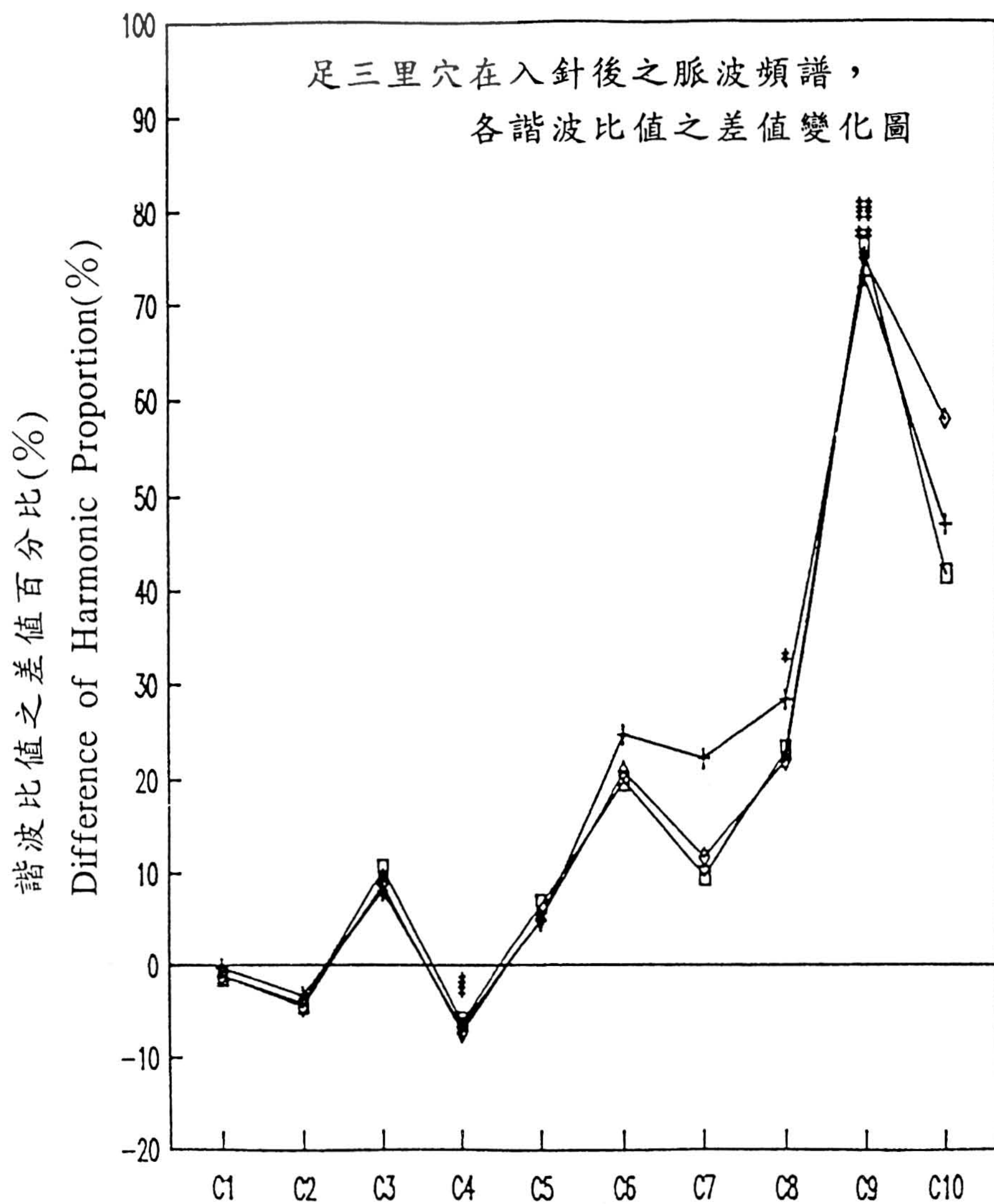


圖 七 與非穴位對照組相比 * : $P < (0.05)$ ** : $P < (0.01)$

□ N5 + N10 ◇ N15
入針5' 入針10' 入針15'

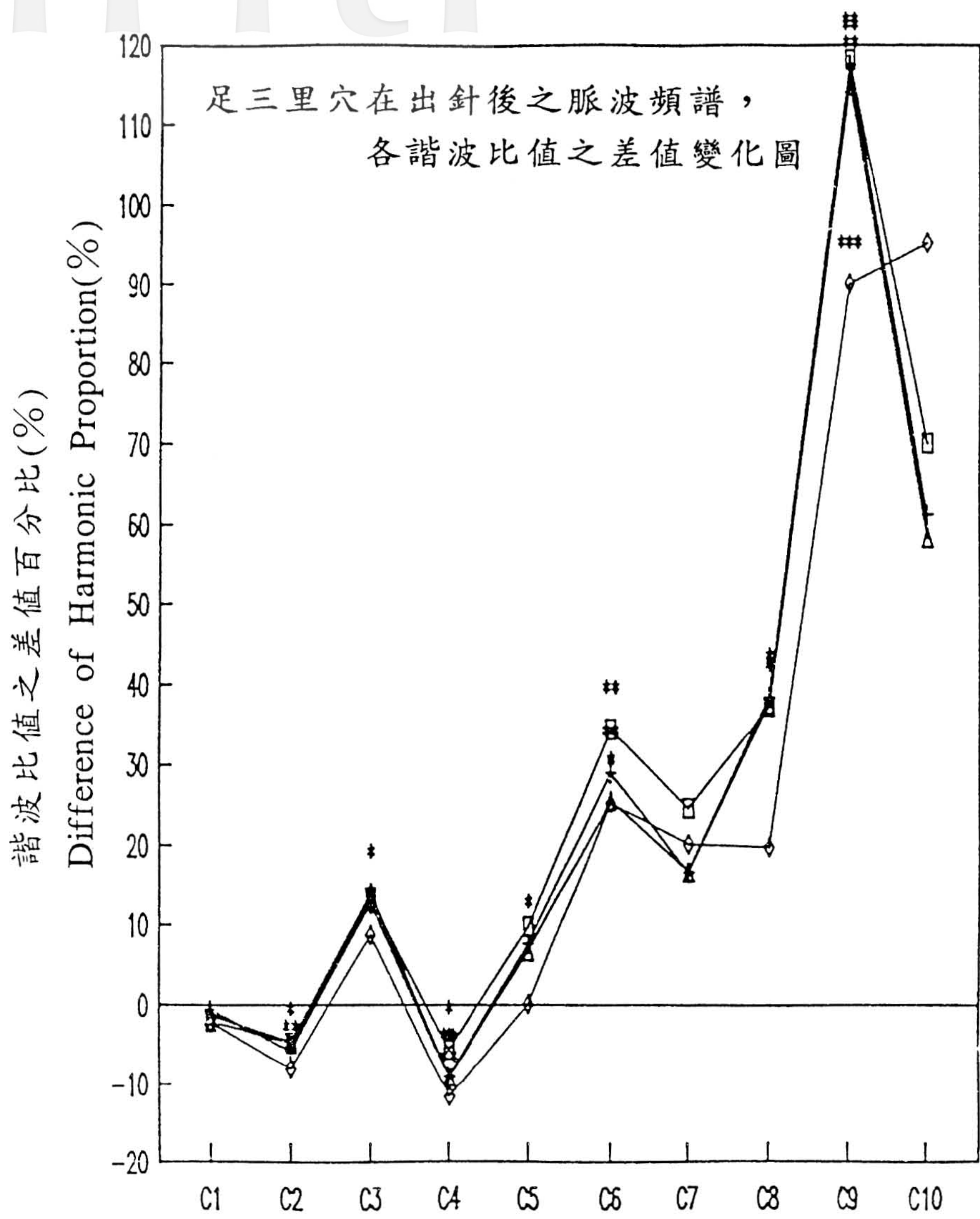
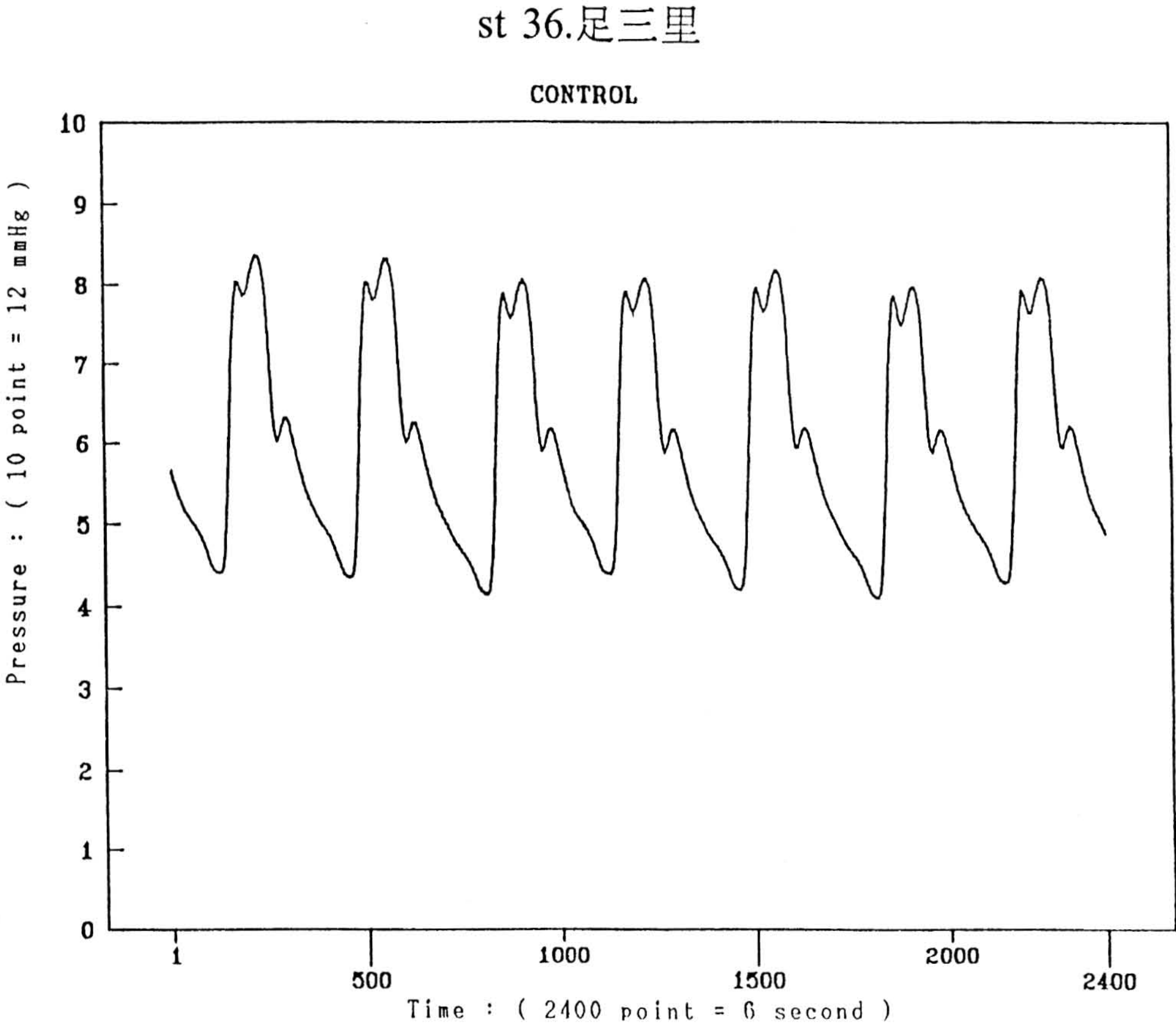


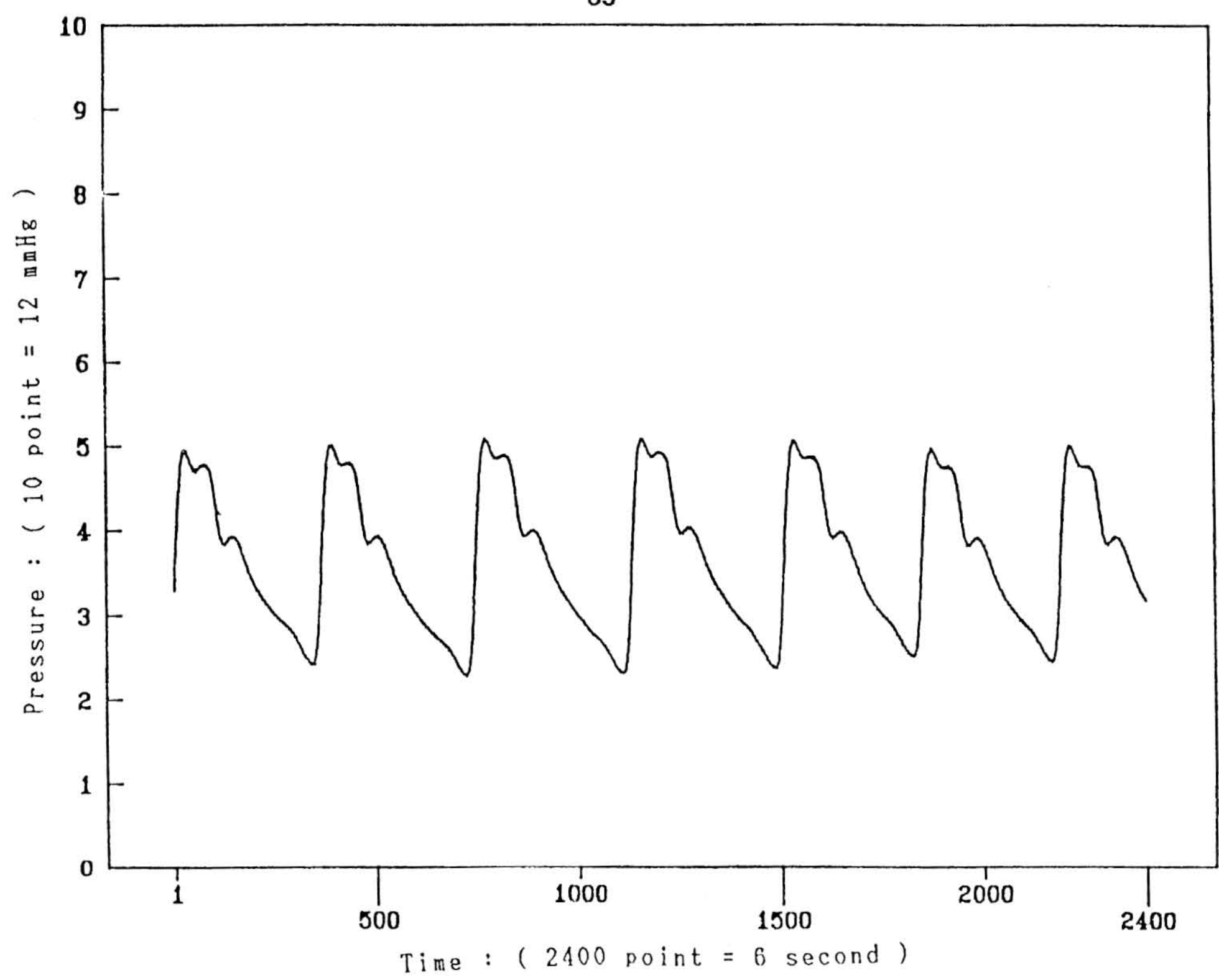
圖 八 與非穴位對照組相比 * : $P < (0.05)$ ** : $P < (0.01)$ *** : $P < (0.001)$
□ 05 + 010 ◇ 015 △ 020
出針5' 入針10' 出針15' 出針20'



圖九：針刺足三里穴前橈動脈脈搏壓力波圖形

st 36.足三里

05



圖十：針刺足三里穴出針 5 分鐘後橈動脈脈搏壓力波圖形

THE EFFECT OF ACUPUNCTURE STIMULI AT ZUSANLI(ST36) ON PULSE SPECTRUM VARIATIONS

H.C. Chang,¹ W.K. Wang², W. S. Huang¹ and T. L. Hsu²

¹*Institute of Chinese Medical Science, China Medical College*

²*Biophysics Lab. Institute of Physics, Academia Sinica
Taipei, Taichung*

Since it is known that the meridians of the body correspond to no known morphological entity, they can only exist as functions. We established the hypothesis that their existence might be found in the resonance between the tissues lying on their trajectory and the harmonics of the heartbeat.

At 72 heartbeats per minute, the heart's first harmonic is 1.2 Hz, the second harmonic is 2.4 Hz, the third harmonic is 3.6 Hz, and the fourth harmonic is 4.8 Hz, etc. In terms of hemodynamics, every organ's blood flow resistance to different low-frequency pulses is different. Each organ resonates with a different harmonic of the heart. For example, the kidney resonates with the second harmonic (2.4Hz), while the lung resonates with the fourth harmonic (4.8Hz). When each organ resonates at the right rate, the pushing force is proportional to the amplitude of the harmonics (Cn) that is the resonant frequency of the organ, blood flows freely into it, and hence it functions properly. According to this assertion, qi is the resonance of tissues with the heartbeat. " Qi is the commander of the blood; when qi moves, the amount of blood that flows into the organ will be proportional to the amplitude of the resonant harmonic." The better the resonance, the lower the blood flow resistance, the greater the supply of blood, and the better the cell metabolism is. If this assertion is correct, each meridian is a channel operating on a specific frequency (or frequencies) identical to that of its associated organ. Acupuncture would thus be a method of adjusting resonance in which Chinese medicine traditionally speaks, are to be seen in terms of energy transfer rather than actual input and release.

In order to prove this hypothesis, we needled Zusanli ST36 (foot yang-ming stomach meridian) and then compared the changes in the pulse spectrum. We found that the amplitude of the ninth, eighth, sixth, and fifth (C9,C8,C6,C5) harmonics rose, and that that of the fourth and second (C4,C2) harmonics fell. These preliminary findings show that energy is redistributed in the channel, and that this redistribution is intimately related to the Zusanli's traditionally stated functions of freeing the channels and connecting vessels, harmonizing qi and blood, and rectifying the spleen and fortifying the stomach.

Key Words : Meridian, Resonance, Pulse Spectrum, Fourier.