

# 比較不同電刺激模式對於經絡循經感傳的探討

陳錡瑜 許善華 劉德笙 許智傑 翁清松  
中原大學醫學工程研究所

## 摘要

本實驗利用可產生不同頻率、強度及可設定輸出正負波形的可程式穴位電刺激器，以同心圓電極的方式刺激，來探討不同電刺激模式對於經絡循經感傳的影響。

結果分問卷、良導絡值與肌電圖三方面來探討；在問卷上，發現在屬於低頻的模式中，受測者會感覺有單一直線傳遞的感傳現象，而在屬於高頻的模式中，受測者會感覺有大範圍傳遞的感傳現象。在良導絡值監測上，發現同心圓電刺激在負緣單相波的刺激上對於經絡穴位的影響比正緣單相波大，其造成感傳的能力也較強。此外，也發現在非經絡的選取點上，均無差異性的存在（ $p>0.05$ ），可知刺激時所造成之循經感傳應只會在經絡上產生，對於非經絡的部份則無此現象的存在。在肌電圖數據之分析結果，2Hz 電刺激所表現出的肌電振幅及頻譜分布普遍大於非經絡處，2Hz 電刺激正波與負波得到之頻譜集中在 5~200Hz 之間並沒有太大差異，與神經所控制造成肌肉收縮的頻率相符。而 100Hz 電刺激所呈現出的頻譜分布比 2Hz 電刺激廣，且在 100、200、300、400、...、1000Hz 之間都可發現有較高且集中的能量分佈，代表 100Hz 電刺激是屬於人體深層組織細胞的作用，與細胞核中的染色質及線粒體在高頻電流作用下發生活動現象，以及脂肪細胞膜所發生的共振現象有關。另外，100Hz 電刺激循經傳導現象比 2Hz 電刺激明顯且強烈。

**關鍵詞：**肌電圖、循經感傳、電刺激

## 一、前言

中國古代醫學視人體為一有機體，體表、體內、各臟器、各組織間都密切地連接聯繫著，是以在長期的醫療實踐中便逐漸形成了穴位經絡的概念。經絡，即人體氣血運行的通道，經脈與絡脈的總稱，並以臟腑為基礎，分布於周身，通達表理，貫徹上下，互相聯繫，將人體的內在與外在聯成統一的有機整體。經絡的作用，總體來說，它溝通內外，外在經絡系統受病能夠定向傳變於相關的臟腑中；而內在臟腑受病必然定向地反映於相關經絡上來。

也就是說，當發生病變的情況時，它能反映出若干病理現象，同時又是在治療上發揮藥物性能、感受器械等刺激的通路。自 50 年代初開始，有學者開始在人的屍體及動物身上，分別用層次、斷面解剖及組織學觀察等手段，對經絡進行了觀察，發現經絡與周圍神經、血管、肌肉、肌腱等關係密切。國外學者則多傾向於經絡與神經系統功能最為密切的看法[1-2]。

循經感傳，為當前已被公認的經絡現象之一，意指當刺激人體皮表上某一點時可有一種異常感覺，從該點開始以一定的寬度和速度循著古典的經絡路線走行，並

且同時同步地伴行著相應淺深組織器官的功能活躍，稱之。其規律性包括有普遍性、潛在性（隱匿性）、趨病性、效應性、可控性、可激性、變異性和循經性等。其傳導速度大多在每秒 10 釐米左右；傳導特性有迴流及雙向傳導性[2]。

電刺激在臨床應用上，具有方便、安全等特性，數年來在電針的研究方面，不論是在慢性下背痛、胃電圖、乃至肝硬化的影響，均有正面的治療效果[3-5]。電刺激作用機體時，處於直流電場中的組織內可引起正負離子的定向移動及電極表面發生化學反應的電解，帶電膠粒的電泳和水分子的電滲，因而引起組織興奮性，細胞膜結構與通透性，酸鹼度和組織含水量的變化。而不同的極性也會對人體產生不同的療效[6]。

肌電圖是記錄神經肌肉生物的電活動，藉以判定神經肌肉所處功能狀態的檢測方法。正常肌肉是受神經支配的，而各種病理過程都可使神經支配受到不同程度的損害，表現為部分或完全去神經支配，從而出現各種異常肌電圖[7]。而近年來有許多學者研究出人體經絡循經感傳現象往往伴隨著循經肌電現象的發生，加以證實了經絡線處的肌電圖振幅大於非經絡處，故肌電圖也被廣泛利用在測量循經感傳的效應上[8]。

## 二、方法

本實驗利用可產生不同頻率、強度及可設定輸出正負波形的可程式穴位電刺激器，以同心圓電極的方式刺激，左手曲澤穴與右腳足三里穴為電刺激點，分別接受四種模式的電刺激，各模式每次電刺激五分鐘，各模式間休息十五分鐘，以消除肌肉適應性；過程中並記錄各量測點（左手：曲澤、曲澤下 10cm 處、內關、大陵、

曲澤下 10cm 處左右旁開 1 寸為選取點 1 與 2；右腳：陽陵泉、足三里、足三里下 10cm 處、解谿）於各模式電刺激前、中、後的相關生理參數。實驗對象是以 10 位健康的中原大學學生為對象。受測者於實驗前作充分休息，並將實驗場所隔絕相關噪音及固定周圍的溫濕度，待受測者生理狀況穩定後即開始進行實驗。實驗中除使用良導絡儀、肌電圖儀來擷取電刺激前、中、後的生理參數值外，尚使用問卷的方式來瞭解電刺激在循經感傳上的效應。

### A、對照組（電刺激前）

1. 請受測人員於實驗中不進行任何運動與盡量保持穩定情緒，待受測者生理狀況穩定後即開始進行實驗。
2. 於電刺激前分別記錄量測點的良好導絡電流值，以及利用肌電圖儀記錄其肌電圖數據。

### B、實驗組

以左手曲澤穴與右腳足三里穴兩電刺激點，分別接受下列四種電刺激。

四種模式的電刺激分別為不同頻率及不同極性的脈衝波刺激，如以下所示：

- ◆ 2Hz 強度 50V 正緣單相波刺激。
- ◆ 2Hz 強度 50V 負緣單相波刺激。
- ◆ 100Hz 強度 50V 正緣單相波刺激。
- ◆ 100Hz 強度 50V 負緣單相波刺激。

1. 於 2Hz 強度 50V 負緣單相波電刺激一分鐘後，先給予問卷訪問。
2. 訪問完後，利用肌電圖儀在其刺激的過程中分別記錄量測點的肌電圖數據。
3. 刺激後再利用肌電圖儀記錄量測點之肌電圖數據，並使用良導絡儀記錄量測點的良好導絡電流值。
4. 休息十五分鐘後，按 1~3 步驟完成

其餘 3 模式之記錄。

### 三、實驗結果與討論

本實驗結果以問卷、良導絡值與肌電圖數據三方面來討論。

在問卷之結果顯示，在屬於低頻的電刺激模式中，受測者會感覺肌肉中有單一直線傳遞的感傳現象；而在屬於高頻的電刺激模式中，受測者會感覺肌肉中會有大範圍傳遞的感傳現象。

肌肉的收縮係由神經所控制；當肌肉收縮的信號由運動單元傳來時，運動神經的刺激引起肌肉細胞膜的電位發生變化，電解質離子也就隨著電位的變化而進出肌肉細胞，這種離子的流動促發細胞內 ATP 能量的分解，在分解的過程之中，肌動蛋白的橫橋會帶動肌凝蛋白的互相滑動，因此便達成了肌肉的收縮[9]。

根據上述的機制來探討此實驗時所發現之現象：低頻的同心圓電刺激，由於刺激的頻率較低，所以只會引發成直線分佈且較少的運動神經單位產生變化，也因此產生單一直線傳遞的感傳現象。在高頻方面，因為頻率較高，所以會同步刺激著較大規模的運動單位一起動作，以致於會有大範圍傳遞的感傳現象。此外，不論低頻或高頻，隨著刺激強度的變大，其感覺也會越明顯。最後由此實驗，我們亦可以略觀高頻與低頻對於人體的影響會產生差異性，由模擬人體皮膚電阻的等效電路可以得知，人體可以視為一串電阻與電容的並聯系統，因此在使用高頻刺激時所造成的阻抗會越低，因此組織間的電流量亦跟著提升，所影響的範圍也就越廣。

在良導絡值之分析結果顯示上，於整個實驗中連續多次監測良導絡值時，由表一可以發現同心圓電刺激在負緣單相波的刺激上對於經絡穴位的影響比正緣單相波

大，其造成感傳的能力也較強。此外，也發現在非經絡的選取點上，均無差異性的存在 ( $p>0.05$ )，故由此可知刺激時所造成之循經感傳應只會在經絡上產生，對於非經絡的部份則無此現象的存在。此外，也可發現在陽陵泉的部份有統計上之差異的存在 ( $p<0.05$ )，由於此穴位與足三里並非屬同一經絡，但卻也有差異的產生，經討論後發現這可能是因為兩穴位太近，故電刺激也相對影響著陽陵泉所致。

在肌電圖數據之分析結果顯示上，在 2Hz 電刺激的同時，所表現出的肌電振幅及頻譜分布普遍大於非經絡處，這與 1984 年中國學者研究 10 位有循經感傳人士心包經的肌電圖，發現經絡線處的肌電圖振幅大於非經絡處的結論相吻合[10]；其正波與負波所得到之肌電振幅和頻譜分布沒有太大差異，得到之頻譜集中在 5~200Hz 之間，與由神經所控制造成肌肉收縮的頻率相符。另外，100Hz 電刺激正波與負波所表現出的肌電振幅及頻譜分布沒有太大差異，但與 2Hz 電刺激相比較，100Hz 電刺激所呈現出的頻譜分布比 2Hz 電刺激廣，且在 100、200、300、400、...、1000Hz 之間都可發現有較高且集中的能量分佈，代表著 100Hz 電刺激與 2Hz 電刺激作用於人體的方式不同，2Hz 電刺激於人體的作用集中於肌肉表層纖維部分，而 100Hz 電刺激則是於人體深層組織細胞的作用，這是因為細胞核中的染色質及線粒體在高頻電流作用下發生活動現象，脂肪細胞膜所發生的共振現象[11]。另外，由表三可發現，經 100Hz 電刺激後所殘存的肌電現象比 2Hz 電刺激明顯，代表 100Hz 電刺激循經傳導現象比 2Hz 電刺激明顯且強烈。

### 四、結論

在此次的研究中，可以發現高頻、負緣單相波之同心圓電刺激對於經絡循經感傳的影響比低頻、正緣單相波來的大，且對於經絡也才有循經感傳的現象。所以藉著這此的研究不僅可以證實的循經感傳存在，也定義出較為有效的電刺激模式，對於未來的相關研究提供了一個依據。此外，由於本實驗所使用之肌電圖電極裝置為表面電極，此種電極片用以量測皮膚下方之肌肉電位，適用於淺層肌群。而另一種的電極裝置為針狀電極，其記錄原理是利用具導電性之探針插入皮膚下之肌肉組織，用以量測特定的肌肉絲或深層肌肉；再加上有學者主張循經感傳的現象雖可藉體表肌電圖測知，但卻是中樞神經系統激發而起，他們假設神經衝動由某個部位傳至脊髓，再由脊髓上傳至腦幹及大腦皮層，才產生氣感意識[10]。故在未來之相關研究上，建議可以使用針刺電極與遠紅外線儀等來探討更深層的組織、生理現象與經絡循經感傳的關係。

## 五、參考文獻

1. 木下晴都，代田文彥，經絡與穴道，台北，培琳出版社，2：3，1994。
2. 中國大百科全書出版社，中醫大百科全書，台北，遠流出版公司，159：162，2002。
3. 劉定明，張永賢，林昭庚，邱創乾，以心率變異性分析探討針刺與自律神經功能，中國醫藥學院中國醫學研究所博士論文，89學年度。
4. 張永賢，高低頻率電針手足三里穴對人體胃電圖和胃腸道激素之影響，行政院衛生署中醫藥年報，2001。
5. 張光遠，低高頻率電針刺激足三里穴對人體生理功能之影響：脈搏、血壓、皮溫、腋溫，中國醫藥學院，1997；69。

6. 江西省大余縣人民醫院，康復治療，網頁上資訊，  
<http://www.dyhp.com.cn/lcyx/qtkx/khyx/038.htm>。
7. 中華骨外科網，網頁上資訊，  
<http://www.guwaike.com/dh/dh011.htm>。
8. 祝總驤，郝金凱，針灸經絡生物物理學，北京，北京出版社，344:346，1997。
9. Arthur Vander, James Sherman, Dorothy Luciano，Human Physiology：The Mechanisms of Body Function, eighth edition，台北，藝軒圖書公司代理進口，291：331，2001。
10. 到底什麼是經絡，孫茂峰醫師，網頁上資訊，  
<http://www.cgmh.com.tw/new1/new8808-301.htm>
11. 37度C醫學網，網頁上資訊，  
<http://www.37c.com.cn>。

表一：連續多次監測良導絡值

左手	刺激前	2Hz 正波	2Hz 負波	100Hz 正波	100Hz 負波
		刺激後	刺激後	刺激後	刺激後
曲澤	69.2 ± 11.6	74.3 ± 5.8*	75.1 ± 5.3*	72.8 ± 6.1	75.8 ± 6.5*
曲澤下 10cm 處	67.3 ± 24.1	78.6 ± 8.6	80.1 ± 6.27	79.2 ± 7.7	83.7 ± 0.48
內關	73.7 ± 8.5	72.9 ± 7.4	75.3 ± 4.7	72.6 ± 7.8	79.5 ± 6*
大陵	64.7 ± 21.3	66.2 ± 17	72.2 ± 17.7*	70.7 ± 17	75.5 ± 20.1*
選取點 1	68.7 ± 10.8	72.2 ± 10.6	74.6 ± 6.8	74.3 ± 7.3	77 ± 3.2
選取點 2	75.1 ± 6.6	73.5 ± 5.1	73.2 ± 5.3	73.5 ± 5.1	76.8 ± 5.3
右腳	刺激前	2Hz 正波	2Hz 負波	100Hz 正波	100Hz 負波
陽陵泉	57.4 ± 8.7	74.7 ± 10.2*	77.9 ± 6.2*	78.7 ± 5.3*	84.3 ± 3*
足三里	60.4 ± 9.2	70.1 ± 4.4*	69.7 ± 3.4*	70.9 ± 4.8*	72.5 ± 6.7*
足三里下 10cm 處	63.9 ± 8.2	67.9 ± 9.4	69.5 ± 9.4*	71.1 ± 9.9*	71.1 ± 9.9*
解谿	66.8 ± 14.6	72.1 ± 10.2*	76.5 ± 5.3*	78.5 ± 3.8*	78.9 ± 3.7*

\* 表 p&lt;0.05

表二：電刺激中肌電振幅與功率頻譜分布

		2Hz 正波		2Hz 負波		100Hz 正波		100Hz 負波	
		振幅	頻譜	振幅	頻譜	振幅	頻譜	振幅	頻譜
手部	曲澤下 10cm 處	2.38 ± 0.24	5~50	2.34 ± 0.19	5~50	0.62 ± 0.03	80~90	1.36 ± 0.15	400、500、...、1K
	內關	2.11 ± 0.24	10~150	2.48 ± 0.07	20~40	0.8 ± 0.14	100、200、...、2K	0.5 ± 0.14	400、500、...、900
	大陵	2.32 ± 0.18	10~90	2.58 ± 0.07	10~50	1.2 ± 0.25	200、300、...、1K	0.44 ± 0.1	400、500、...、1K
	選取點 1	3.8 ± 0.53	5~50	3.35 ± 0.27	10~50	0.9 ± 0.14	200、300、...、1K	2.03 ± 0.18	200、300、...、1K
	選取點 2	2.06 ± 0.14	5~50	2.46 ± 0.14	10~50	0.76 ± 0.08	180~190	1.48 ± 0.18	200、300、...、900
足部	陽陵泉	2.41 ± 0.06	0	3.1 ± 0.51	180	1.75 ± 0.1	100、200、300、...、1K	0.68 ± 0.07	0
	足三里下 10cm 處	4.98 ± 0.34	5~60	2.94 ± 0.2	5~150	1.98 ± 0.13	100、200、...、1K	1.25 ± 0.1	100、200、...、1K
	解谿	3.1 ± 0.24	5~90	2.6 ± 0.15	5~200	2.4 ± 0.14	100、200、...、1K	1.06 ± 0.3	100、200、...、1K

【註】振幅：mean ± SD(mV)，頻譜：Hz。

表三：電刺激後肌電振幅與功率頻譜分布

		2Hz 正波		2Hz 負波		100Hz 正波		100Hz 負波	
		振幅	頻譜	振幅	頻譜	振幅	頻譜	振幅	頻譜
手部	曲澤下 10cm 處	0.1	120~130	0.1	0	0.1	190	0.1	0
	內關	0.1	0	0.1	0	0.1	190	0.1	5、180
	大陵	0.1	0	0.1	0	0.1	180~190	0.1	0
	選取點 1	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.1	120
	選取點 2	0.1	0	0.1	0	0.1	120、180	0.1	120
足部	陽陵泉	0.1	80	0.1	180	0.1	0	0.1	5
	足三里下 10cm 處	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.1	5
	解谿	0.1	5	0.1	5	0.1	5	0.1	180

【註】振幅：mV，頻譜：Hz。

## **A Study of Propogated Channel Sensation in Meridian Arisen by Different Modes of Electrical Stimulations**

### **Abstract**

This research was to investigate propogated channel sensation of meridian arisen by different modes of electrical stimulations. The sensation was evaluated by subject's personal sensation, electromyography (EMG), and Ryodoraku. Four different stimulation modes of 2Hz and 100Hz with positive and negative electrical waves were used.

In the personal sensation of subjects, the results showed that the sensation arisen by low frequency was propogated along the meridian; while the sensation arisen by high frequency was propogated a wider range. In the Ryodoraku values monitoring, we found greater changes in the positive wave compared to negative wave during electrical stimulation ( $p < 0.05$ ). We also found that there was no change of Ryodoraku values on non-meridian points. It confirmed that stimulation propogated only on meridian, and not on non-meridian. The analysis of the values in electromyography (EMG) showed that the 2Hz electrical stimulation have greater electromyography amplitude and spectrum compared to non-meridian. The electromyography (EMG) spectrum (5~200Hz) showed no difference in 2Hz electrical stimulation with positive and negative waves. This frequency range was identical to the frequency of the neuron when controls the contraction of the muscle. The electromyography (EMG) spectrum from 100Hz electrical stimulation was broader than that from 2Hz electrical stimulation. Also the spectrum energy of 100Hz electrical stimulation was higher and more concentrated in 100, 200, 300, 400, ... , 1000Hz. Electrical stimulation of 100Hz represented the activity of the deep tissue of human. The activity is related to the nucleus when chromatin and mitochondrion are under interaction, and also related to the resonance in the lipid layers of the cells. The propogated channel sensation was more aggressive in the electrical stimulation of 100Hz than that of 2Hz.

**Key words: Electromyography (EMG), Propogated channel sensation, Electrical stimulation**