

南華大學
自然醫學研究所
碩士論文

超音波刺激申脈、照海穴與自律神經
系統關係之研究

Effect upon the autonomic nervous system after ultrasonic
stimulations on the Shenmai (BL 62) and Zhaohai (KI 6) acupoints

指導教授：辜美安 博士

研究生：尤俊響

中華民國九十六年六月

南 華 大 學

自然醫學研究所

碩 士 學 位 論 文

超音波刺激申脈、照海穴與自律神經系統關係之研究

Effect upon the autonomic nervous system after ultrasonic stimulations on the Shenmai (BL 62) and Zhaohai (KI 6) acupoints

研究生： 尤俊賢

經考試合格特此證明

口試委員： 陳建宇

余哲仁

蔡鈞

指導教授： 蔡鈞

系主任(所長)： 蔡鈞

口試日期：中華民國 九十六年 六 月 一 日

謝辭

南華大學自然醫學研究所兩年的求學歷程，可謂入寶山沒有空手而回。尤其是本論文的完成，實踐了當初進入自醫所的初衷，將物理治療因子學、能量醫學、傳統醫學整合，作了進一步的研究，實驗設計、實驗過程進行、乃至於論文的撰寫過程，讓我有機會一窺學術殿堂之美，特別感謝指導教授 辜美安所長一路悉心教導，辜所長對學問的認真與執著讓我體認到「玩」學問的快樂。所上老師默默的關心與諄諄教導也是本論文完成幕後重要的推手，感謝 余哲仁教授提供諸多見解與協助， 陳森和教授在中醫學上的啟蒙，讓我有更多元的思考面向；也感謝 陳建宇教授對論文細心的逐字斧正與指導。

此外，也要感謝每一位曾經參與實驗的受試者，為自然醫學研究所做的貢獻，對於 陸毓明院長、 趙芬芬副院長對本論文研究計畫的支持與關心也是點滴在心頭。論文撰寫期間所有一起奮鬥打拚的同學、與不斷為我加油打氣的可愛學弟妹，實在可謂患難見真情。最後要感謝年邁父母親一路的鼓勵，要感謝的人實在太多，無法一一列舉，獻上我誠摯的感恩與祝福，願大家時時平安、喜樂、諸事圓滿。

尤俊響 謹誌於

南華大學自然醫學研究所

中華民國九十六年六月

中文摘要

本研究以中醫學運用陰陽對立及調和的觀點來探討自律神經功能活動，利用超音波改善傳統針刺針灸弱點，以改變不同參數刺激穴位，經由心率變異度分析、觀察超音波刺激左腳申脈與照海穴 5 分鐘後的時域、頻域與基本生理指數改變情形，以解釋經由照海或申脈穴位超音波刺激後，調整自律神經功能平衡的相關性，並藉此探索超音波的最佳參數。

本試驗共有 110 位自願受試者參加，以隨機分組方式分配到照海組 55 位，平均年齡 37.1 ± 11.4 歲，申脈組 55 位，平均年齡 39.2 ± 10.5 歲，兩大組內依抽籤有六種不同的參數分組進行試驗，包括旋轉按摩組、假性超音波輸出組、1MHz 連續波式超音波組、3MHz 連續波式超音波組、1MHz 脈衝波式超音波組、3MHz 脈衝波式超音波組、每位受試者相隔一天以上可分別參加照海或申脈穴 1 至 6 次不同參數組試驗。

以成對樣本 t 檢定或無母數分析比較組內前後的差異、並以共變數分析與標準化百分比改變量比較組間差異，結果顯示使用不同的參數刺激之後，對於基本生理指數如收縮壓、舒張壓、平均心跳並無明顯改變。在心率變異度時域、頻域分析方面，照海與申脈穴在 SDNN、

TP、HF在六個參數分組標準化百分比改變量均呈現增加趨勢，但在參數組間無明顯差異。LF部份則是照海組在六個參數分組低頻功率標準化百分比改變量均呈現增加且有顯著組間差異($p=0.013$)，申脈組LF則是下降，但無顯著組間差異。照海組間百分比改變量在常規化低頻功率(normalized LF, nLF) (交感神經系統活性定量指標) ($p=0.023$)與低高頻功率比LF/HF (自律神經系統活性平衡指標) ($p=0.009$)，呈現顯著組間差異。

整體而言，照海組較申脈組在頻譜功率標準化百分比改變量有效，不同的參數中，旋轉按摩組出現安慰劑效應的可能性，3MHz較1MHz效果明顯，連續波產生的效果類似針灸中「補」的手法，脈衝波產生的效果類似針灸中「瀉」的手法。顯示照海與申脈穴經超音波刺激後，可影響自律神經系統的平衡性，本研究可作為未來進一步探討超音波刺激穴位如何調整自律神經活動的基礎。

關鍵詞：自律神經、自主神經、心率變異度分析、經絡、照海、申脈、

超音波

Abstract

A randomized controlled clinical trial was conducted to assess the change of autonomic nervous system (ANS) by ultrasonic stimulations of the acupoints. Specifically, ultrasound frequencies of 1 and 3 MHz associated with different duty cycles of the tone burst wave at different acoustic power were employed to stimulate the Shenmai (BL 62) and Zhaohai (KI 6) acupoints on subjects' left foot according to the yin-yang theory in the Chinese medicine meridian system. Blood pressure (BP) and parameters of heart rate variability (HRV) were measured to evaluate the change before and after the stimulation. A total of 110 healthy volunteers were randomly allocated to two acupoint groups, each with six subgroups of different treatments which include circular massage (no ultrasound wave), sham (no ultrasound wave), 1MHz continuous wave ultrasound, 3MHz continuous wave ultrasound, 1MHz pulsed wave ultrasound, and 3MHz pulsed wave ultrasound.

Results from paired t-test or Wilcoxon signed-rank test, ANCOVA and standardized percentage change showed that the physiological effect such as systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and mean heart rate (MHR) were not significantly different between

subgroups in the Zhaohai and the Shenmai group. In time-domain and frequency-domain analyses, the Standard Deviation of Normal to Normal Interval (SDNN), Total Power (TP) and high frequency power (HF) were not significantly different between subgroups in the Zhaohai and the Shenmai group. When analyzing with standardized percentage change, significant differences were found in Lower Frequency Power (LF) ($p=0.013$), normalized lower frequency (nLF) ($p=0.023$), and LF/HF ($p=0.009$) between subgroups within the Zhaohai group.

Overall, the 3MHz wave ultrasound groups were more effective than the 1 MHz groups. Contrast to the acupuncture reinforcing effect of continuous wave ultrasound, the pulsed wave ultrasound showed the possibility of reducing effect. The circular massage group (without ultrasound wave) seemed to exhibit placebo effect in heart rate variability. In conclusion, this study demonstrated that ultrasonic stimulation on Zhaohai and Shenmai acupoints could lead to a beneficial effect on the autonomic nervous system. The findings can provide leads for further investigations of using ultrasonic acupuncture.

Keywords: Heart rate variability, Autonomic nervous system (ANS), Zhaohai acupoint, Shenmai acupoint, Ultrasound

目次

中文摘要.....	i
英文摘要.....	iii
目次.....	v
表次.....	viii
圖次.....	x
中英文術語對照表	xii
第一章 緒論.....	1
1.1 前言	1
1.2 研究背景	2
1.3 研究動機	4
1.4 研究目的	6
第二章 文獻探討	7
2.1 自律神經	7
2.2 中醫理論與自律神經	23
2.3 超音波	43

2.4 超音波針灸	60
2.5 心率變異分析	66
第三章 研究材料與方法	76
3.1 研究設計	76
3.2 研究材料與工具	83
3.3 研究步驟與方法	84
3.4 研究限制	92
第四章 研究結果	93
4.1 各組基本資料	93
4.2 照海穴與自律神經系統之相關性	97
4.3 申脈穴與自律神經系統之相關性	128
第五章 討論.....	153
5.1 受試者之基本資料討論	153
5.2 超音波刺激對於基本生理指數影響討論	154
5.3 超音波刺激照海穴與自律神經系統相關性討論	155
5.4 超音波刺激申脈穴與自律神經系統相關性討論	157

5.5 照海申脈穴與自律神經系統相關性討論	158
5.6 安慰劑效應	162
第六章 結論與未來展望	164
參考文獻.....	167
附錄.....	180

表次

表 2.1 藍斑-交感-腎上腺髓質與下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統 比較表.....	13
表 2.2 超音波、雷射、經皮神經電刺激組織吸收深度比較表	62
表 2.3 心律變異度時域分析測量指標、定義及臨床意義	68
表 2.4 心律變異度頻域分析測量指標、定義及臨床意義	72
表 4.1 受試者基本資料	94
表 4.2 照海穴組受試者基本資料	95
表 4.3 申脈穴組受試者基本資料	96
表 4.4 照海穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化	107
表 4.5 照海穴組間基線調整後超音波刺激反應之血壓與心率 變異度.....	127
表 4.6 照海穴組間超音波刺激反應之血壓與心率變異度標準化 百分比改變量	128
表 4.7 申脈穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化	139
表 4.8 申脈穴組間基線調整後超音波刺激反應之血壓與心率	

變異度.....	150
表 4.9 申脈穴組間超音波刺激反應之血壓與心率變異度標準化	
百分比改變量	151
表 4.10 試驗結果總結	
	152

圖 次

圖 1.1 壓力與免疫、疾病的關係	3
圖 2.1 自律神經系統	9
圖 2.2 神經-免疫-內分泌網路.....	11
圖 2.3 壓力的生理反應	18
圖 2.4 鬱證病機圖	30
圖 2.5 陰蹻脈經筋圖	37
圖 2.6 陽蹻脈經筋圖	39
圖 2.7 超音波進入組織內行進的方式	46
圖 2.8 超音波強度分佈圖	50
圖 2.9 組織成份與超音波吸收率	52
圖 2.10 超音波刺激波形	59
圖 2.11 心率變異的頻譜分析區域	70
圖 3.1 研究設計流程	77
圖 3.2 隨機分配操作	80
圖 3.3 實驗流程圖	85

圖 3.4 超音波不同種類的強度	89
圖 4.1 照海穴六組間低頻功率自然對數值共變異數分析之比較	113
圖 4.2 照海穴六組間常規化低頻功率自然對數值共變異數分析之 比較.....	115
圖 4.3 照海穴六組間常規化高頻功率自然對數值共變異數分析之 比較.....	117
圖 4.4 照海穴六組間低高頻功率比自然對數值共變異數分析之 比較.....	119
圖 4.5 照海穴六組間低頻功率標準化百分比改變量之比較	122
圖 4.6 照海穴六組間常規化高頻功率標準化百分比改變量之比較	124
圖 4.7 照海穴六組間低高頻功率比標準化百分比改變量之比較	126

中英文術語對照表

中文術語	英文術語	英文縮寫
自律神經系統	Autonomic Nervous System	ANS
連續波式超音波	Continuous wave Ultrasound	C_ US
脈衝波式超音波	Pulsed wave Ultrasound	P_ US
心率變異度	Heart Rate Variability	HRV
收縮壓	Systolic Blood Pressure	SBP
舒張壓	Diastolic Blood Pressure	DBP
平均心跳速率	Mean Heart Rate	MHR
正常竇性心搏 間期之標準差	Standard Deviation of all Normal to Normal interval	SDNN
總功率	Total Power	TP
低頻功率	Low Frequency power	LF
高頻功率	High Frequency power	HF
常規化低頻功率	Normalized Low Frequency	nLF
常規化高頻功率	Normalized High Frequency	nHF
低高頻功率比	Ratio LF/HF	LF/HF
自然對數	Nature logarithm	ln

第一章 緒論

1.1 前言

自律神經系統可分為交感神經系統與副交感神經系統。兩者生理功能表現，正好應合了中醫學上的「陰陽理論」(印會河、張伯納，2003)。功能上相反而相輔相成，無意識的調節與控制身體系統，與體溫、睡眠、飲食、情緒等有關(羅彥宇，2005)，並且參與架構神經-免疫-內分泌網路，提供身體內部恆定(homeostasis)的基礎(佟琳、劉廣益、李作孝，2003；邵楓、林文娟、肖健，2003)。

當遇到刺激、壓力的時候，生理會有共通的反應，有些是直接的生理作用過程，有些則是透過認知和情緒作用的機轉而左右反應。例如：恐懼、緊張時則心跳加速、冒冷汗、瞳孔放大；遇冷則血管收縮、起雞皮疙瘩，一般而言，壓力去除後，自律神經系統會調整回到原來的平衡狀態，但是若壓力過大或是形成慢性長期的壓力，持續地影響個體的時候，原先的平衡狀態就會改變，甚至有可能演變成令人不舒服的症狀，或是惡化潛在的身體疾病(徐斌，1993)。

1.2 研究背景

現代人經常處於忙碌與壓力的生活型態，緊張、焦慮或因不良的飲食與生活作息習慣，包括情緒、考試、熬夜、晝夜顛倒、菸酒咖啡過量都可能在無形當中使自律神經中樞調節、控制紊亂，造成自律神經失衡，還可能影響內分泌系統與免疫系統對人體內部環境穩態維持的運作，危害健康，衍生疾病，如圖 1.1 所示。金元四大家之一的朱丹溪提出相火論，「陽常有餘，陰常不足」的論述強調養陰，切勿妄動相火(趙昆霞，2005)，與現代醫學理論不謀而合，因此後人養生之道應重視清心寡慾，滋陰潛陽，以確保健康。對於現代人而言，面對緊張、壓力所可能衍生的自律神經失衡的問題、症狀治療與預防之道應予以正視，不可輕忽。

此外老化與疾病都會導致自律神經整體的活性下降(陳高揚、郭正典，2001)，因此如何藉由各種療法提升自律神經活性是學者們努力的目標。整體自律神經活性提升有助於用來治療與預防各種疾病，就健康促進的觀點而言，不僅可以延緩老化，也可減少慢性病的發生，還可以促進老年人的健康，對於逐步邁入老年化的臺灣社會有降低醫療成本的正面貢獻。

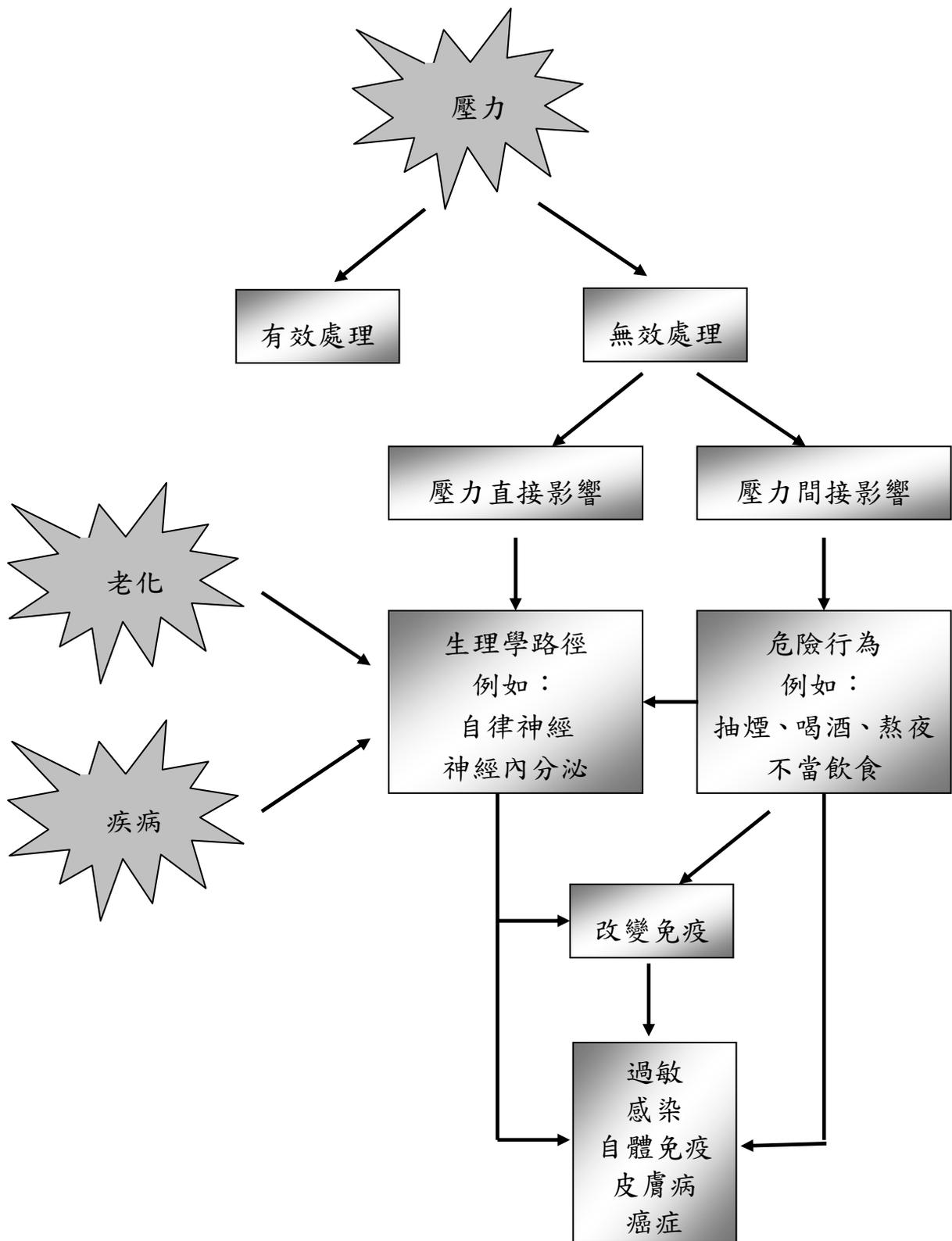


圖 1.1 壓力與免疫、疾病的關係

Figure 1.1. The effects of stress on immune system and diseases

資料來源：圖片整理自醫學的人性面：情緒與疾病(頁 51)，李明濱，
2003，臺北市：國立臺灣大學醫學院出版

1.3 研究動機

中醫對於自律神經失調在辨證施治上，既有自然療法的精髓，使身體產生自然的調節與抵抗能力，又無西醫療法的副作用，中醫理論主張臟腑氣血調和，陰陽平衡。這理論正可以等同於平衡交感與副交感神經方足以使其所支配的內臟與腺體，表現正常功能與維持人體內部環境的穩態，所以不論就預防或治療，最適合做為整合醫學療法的主要架構。

中國傳統醫學主張「一針、二灸、三用藥，針之所不宜，灸寥也；灸之所不寥，藥寥也。」針灸治療簡便、效速(黃維三，1985)。是一種發展歷史久遠的自然療法，也是被西方國家所重視與接受的中醫療法(呂建喬、吳靜麗、林建邦，2006)，1979年世界衛生組織(world health organization, WHO)認可四十三種針灸適應症，1996年提出六十四種針灸適應症(林昭庚，2001)。針灸透過補瀉手法刺激經絡調和陰陽與氣血，既不會造成人體生理機能上的不良影響，又可迅速產生療效。但是，傳統針灸的治療方式，大多是以金屬針刺入人體的腧穴部位，腧穴為人體臟腑經絡之氣，川流而聚集於體表之位置(王聯慶、宮麗莉、張銳，2006)。利用針刺微創(micro-lesion)傳遞機械能量，產生體液相(化學傳遞物質)及神經相(神經反射)如交感神經的作用，達到調整體內平衡來治療的效果(陳重關，2007；Moffet, 2006)，此種

侵入式的治療方法，過程難免會穿刺到神經或血管造成患者疼痛或麻木的不適感，甚且造成折針、感染、出血或神經損傷(林昭庚，2001)，因此使患者心生畏懼或造成暈針或加以排斥，而在應用上有一定程度的限制(王士豪，2000)。

在腧穴理論基礎上發展其他非侵入式的無痛針灸，是中醫界一直努力的方向(王士豪，2000；翁清松、胡威志、莊朝欽，2004)，藉此使可傳統中醫針灸療法更為普及並可降低不當針刺的危險性，讓患者可以輕鬆安全的接受針灸治療，目前所使用的針灸取代法有經皮神經電刺激(Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, TENS)、銀錐極電刺激器(Silver Spike Point, SSP)、雷射(laser)、微波(microwave)、超音波(ultrasound)，其中以超音波針灸最有發展潛力，原因是因為它可以利用人體組織特性調控穿透深度與強度以適應不同深淺的人體穴位，又具音波傳遞能量產生微按摩的作用足以刺激人體的腧穴。

過去對於超音波針灸研究多在單一穴位如合谷、足三里，並利用良導絡為其驗證工具(Wang et al., 2003; 陳彥廷，2003)，本試驗針對陰蹻脈照海與陽蹻脈申脈這組常用以治療失眠與嗜睡的對穴進行研究，現代醫學則認為睡眠活動與自律神經功能有密切的關係(Kalia, 2006; Shinar, Akselrod, Dagan, & Baharav, 2006) 因此照海與申脈穴可能與自律神經功能調控有關，值得我們去探討。另一方面，西方醫學

已證實心率變異分析可用於檢測自律神經功能(Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)，藉由心率變異分析來協助中醫對於自律神經系統診斷與療效評估，並建立診斷標準與治療流程則將是中醫科學化與診斷上之一大突破，值得好好重視、研究與發展。

1.4 研究目的

本研究以中醫學運用陰陽對立及調和的觀點來探討自律神經功能活動，經由心率變異分析提供自律神經系統活動的探討，觀察超音波刺激申脈或照海穴後的交感神經及副交感神經時域與頻域改變情形，包括正常竇性心搏間期之標準差(SDNN)、總功率(TP)、高頻功率(HF)、低頻功率(LF)、常規化高頻功率(nHF)、常規化低頻功率(nLF)、低高頻功率比(LF/ HF)，及基本生理指數如收縮壓、舒張壓、平均心跳，藉以解釋經由照海或申脈穴位超音波刺激後，調整自律神經功能平衡的相關性，並藉此探索穴位超音波刺激的最佳參數及單一穴位推廣到未來兩個或多個穴位配穴使用的方向，提供日後發展無痛針灸治療自律神經失調的理論基礎與針灸治療相關疾病如失眠、嗜睡的科學根據。

第二章 文獻探討

2.1 自律神經系統

2.1.1 簡介

自律神經系統(autonomic nervous system)又稱自主神經系統，其初級控制中樞位於下視丘(hypothalamus)、脊髓及腦幹，高級中樞如邊緣系統(limbic system)皮質區、海馬回(hippocampus)及杏仁體(amygdala)等，可以經由初級中樞影響自律神經系統活動，自律神經系統主要分布於平滑肌、心肌和各種腺體。支配著人體維持它的生命所必要的各種內臟器官組織的機能，主要功能是管制內臟的不隨意的動作和內臟的反射(羅彥宇，2005)。

依據部位和功能，自律神經系統可再分為交感神經系統和副交感神經系統。交感神經系統的全身分佈廣泛，幾乎所有內臟器官都受它支配；而副交感神經系統的分佈較局限，某些器官不具有副交感神經支配。例如：皮膚和肌肉內的血管、一般的汗腺、豎毛肌、腎上腺髓質、腎臟就只有交感神經支配。一般組織器官都有交感和副交感神經的雙重支配(dual innervation)。在具有雙重支配的器官中，交感和副交感神經系統的作用往往具有拮抗的性質，如圖 2.1 所示。拮抗作用的對立是自律神經系統對內臟活動調節的特點，提高交感神經的興奮

性的時候，副交感神經的興奮性相對地會被抑制，反之亦然(介頓、霍爾，1995/林佑穗、袁宗凡譯，2005)。

(一) 交感神經系統 (sympathetic nerve system)：

起源於第一胸脊髓至第二或第三腰脊髓外側柱 (lateral column)，亦「稱胸腰神經(thoracolumbar nerve)」，負責「攻擊或逃走(fight or flight)」之需，啟動時心跳加速、血壓升高、血糖增加、代謝增加、體溫升高、胃腸蠕動減慢、排汗增加、瞳孔放大、呼吸加促、排尿減少、口乾舌燥，讓人保持警覺、提高專注力，使全身處於戰備狀態。

(二) 副交感神經系統 (parasympathetic nerve system)：

起源於腦幹和第二至第四薦脊髓，亦稱「頭薦神經(craniosacral nerve)」，負責「休息或安逸」之需，啟動時心跳變慢，血壓降低，使全身處於安逸狀態。它的作用大致上與交感神經相反，因此人體才得以維持動態的平衡。

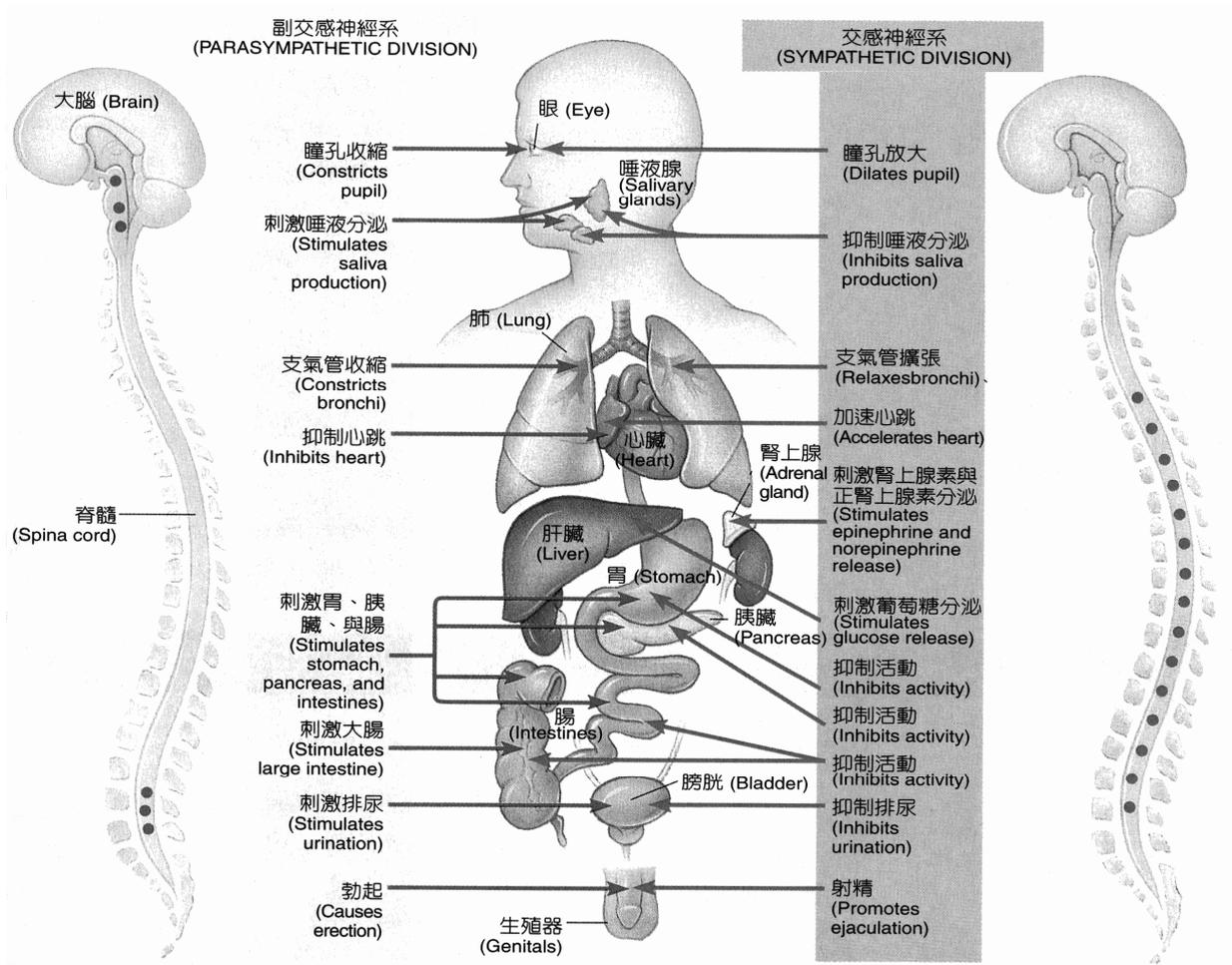


圖 2.1 自律神經系統

Figure 2.1. Autonomic nervous system

資料來源：彩色圖說生物學概念與關聯性(頁 578) N.A. Combell et al., 原著，楊怡真等譯，2003，臺北市：合記出版社

2.1.2 自律神經系統與健康

1977 年 Besedovsky 首次提出體內存在神經-免疫-內分泌 (neuro-immuno-endocrine) 的假說，現已證實神經、內分泌與免疫系統之間存在著雙向調節作用 (Kelley, Weigent, & Kooijman, 2007)，透過彼此之間共有的資訊分子（神經肽、激素和細胞因子）構成了複雜的神經-免疫-內分泌網路，如圖2.2所示。這三個系統各自以特有的方式在人體內在環境中發揮著調節作用。神經內分泌系統通過釋放神經傳遞物質或激素作用於免疫系統，調節免疫系統的功能；而免疫系統則通過釋放多種細胞因子如干擾素 (interferons)、腫瘤壞死因子 (tumor necrosis factor, TNF)、白介素 (interleukin, IL) 與產生神經肽和激素兩條途徑作用於神經內分泌系統 (王玢、遲華基、袁方曜，2006)。神經肽、激素和細胞因子等第一信使通過與細胞膜上的受體結合，產生跨膜資訊傳導，啟動細胞內 cAMP、cGMP 等第二信使 (second messenger)，引發一系列細胞反應，使人體的調節系統間形成完整的調節網路，同時內在環境的穩態得以維持 (伯恩、萊維，2002/陳世涓等譯，2003)。

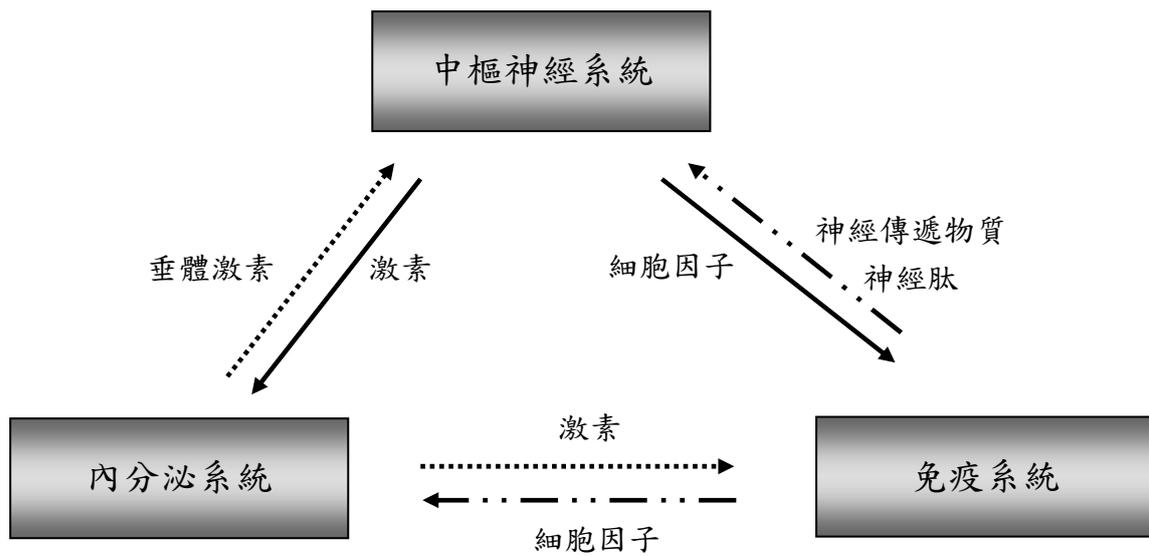


圖 2.2 神經-免疫-內分泌網路

Figure 2.2. Neuro-immuno-endocrine network

資料來源：圖片整理自

彩色圖解生理學原理 R. M. Berne et al., 原著，陳世洵等譯，2004，臺北市：合記出版社。

新編醫用生理學 A. C. Guyton et al., 原著，林佑穗等譯，2005，臺北市：合記出版社。

垂體胸腺軸在精神神經內分泌免疫中的作用，王卉，2005，*中國神經免疫學和神經病學雜誌*，12(5)，頁315-318。

神經、內分泌、免疫網路的通用生物學語言，陳曉萍、徐遠揚，2002，*自然雜誌*，24(4)，194-197。

刺激、壓力與自律神經系統的交互影響會使個體經由神經-免疫-內分泌網路產生共通的生理反應，使人面對且應付壓力。主要包括二個系統(佟琳等，2003)，如表 2.1、圖 2.3 所示：

表 2.1

藍斑-交感-腎上腺髓質與下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統比較

Table 2.1

Locus coeruleus-sympathetic-adrenal medulla system versus
hypothalamus-pituitary-adrenal cortex system

比較	藍斑-交感-腎上腺髓質系統	下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統
組成	<p>中樞整合部位：</p> <p>腦幹藍斑(locus coeruleus,LC)</p> <p>相關的正腎上腺性神經元 (noradrenergic neuron)</p> <p>周邊參與作用部位：</p> <p>交感神經-腎上腺髓質系統</p> <p>共同組成藍斑-交感-腎上腺髓質軸 (locus coeruleus- sympathetic -adrenal medulla axis, LCSA)</p>	<p>中樞整合部位：</p> <p>下視丘的室旁核 (paraventricular nucleus, PVN)</p> <p>腦垂體</p> <p>周邊參與作用部位：</p> <p>腎上腺皮質</p> <p>共同組成下視丘-垂體-腎上腺皮質 軸 (hypothalamus- pituitary - adrenal cortex axis, HPA)</p>
作用	<p>一、藍斑的中樞整合調節效應</p> <p>1.引起相關的情緒反應</p> <p>藍斑-交感-腎上腺髓質系統的上 行纖維投射到大腦邊緣系統，引 起警覺、興奮、緊張、焦慮等情 緒反應。</p>	<p>一、下視丘-垂體的中樞調控效應</p> <p>1.室旁核下行纖維透過激素調控腦 垂體和腎上腺皮質反應</p> <p>(1)室旁核的促腎上腺皮質激素釋 放激素神經元合成並釋放促腎 上腺皮質激素釋放激素 (corticotropic releasing hormone, CRH)。</p>

表 2.1 (續)

藍斑-交感-腎上腺髓質與下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統比較

Table 2.1 (continued)

Locus coeruleus-sympathetic-adrenal medulla system versus
hypothalamus-pituitary-adrenal cortex system

比較	藍斑-交感-腎上腺髓質系統	下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統
作用	<p>2. 調控交感-腎上腺髓質、</p> <p>藍斑-交感-腎上腺髓質系統的下行纖維投射到脊髓側角，調節交感-腎上腺髓質反應。</p> <p>3. 啟動下丘腦-垂體-腎上腺皮質軸</p> <p>藍斑-交感-腎上腺髓質系統與下丘腦室旁核促腎上腺皮質激素釋放激素神經元直接聯繫，啟動下丘腦-垂體-腎上腺皮質軸(HPA)對壓力的反應。</p> <p>二、交感-腎上腺髓質的周圍作用</p> <p>1. 交感神經興奮主要釋放正腎上腺素。</p> <p>2. 腎上腺髓質興奮主要釋放腎上腺素。</p> <p>3. 血漿正腎上腺素和腎上腺素濃度可迅速升高，兒茶酚胺(catecholamines)分泌增加。</p>	<p>(2) CRH 通過垂體門脈系統到達腦垂體，刺激垂體合成、釋放促腎上腺皮質激素(adrenocorticotrophic hormone, ACTH)。</p> <p>2. 上行纖維投射到大腦邊緣系統調控情緒行為反應</p> <p>(1) 適量的 CRH 增多使個體興奮或有欣快感，促進適應反應。</p> <p>(2) 大量的 CRH 使個體出現焦慮、抑鬱、食慾與性慾減退，造成適應障礙。</p> <p>二、腎上腺皮質的周圍作用</p> <p>ACTH 作用於腎上腺皮質中層之束狀帶及內層之網狀帶合成並釋放糖皮質激素 (glucocorticoids, GC)，其中包含最主要的壓力賀爾蒙(stress hormone) — 皮質醇(cortisol)。</p>

表 2.1 (續)

藍斑-交感-腎上腺髓質與下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統比較

Table 2.1 (continued)

Locus coeruleus-sympathetic-adrenal medulla system versus
hypothalamus-pituitary-adrenal cortex system

比較	藍斑-交感-腎上腺髓質系統	下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統
意義	<p>緊急動員而處於喚起狀態，交感-腎上腺髓質興奮、兒茶酚胺釋放：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.提高中樞神經興奮性及機體警覺性。 2.心跳加快、心輸出量增加，改善組織器官血液供應。 3.皮膚、內臟血管收縮及冠狀血管擴張而保證心、腦血液供應。 4.支氣管擴張及改善肺通氣狀態而增加攝氧。 5.胰島素分泌減少、升糖激素分泌增多，促進糖原與脂肪分解，使組織得到更多的能量。 6.抑制胰島素分泌，促進促腎上腺皮質激素、糖皮質激素、生長激素和甲狀腺素分泌，加強各激素間的協同作用。 	<p>壓力時糖皮質激素增加有利個體抵抗有害刺激：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. GC 透過蛋白質分解和糖質新生，抑制組織對葡萄糖的利用，使血糖增高，以保證能量供應和肝糖儲存。 2. GC 可提高心血管對兒茶酚胺的敏感性。 3. GC 調節兒茶酚胺和升糖激素，動員、分解脂肪，因而血中游離脂肪酸和酮體有不同程度的增加。同時組織對脂肪酸的利用增加。 4. GC 抑制白三烯素、前列腺素、血栓素、5-羥色胺等介質合成與釋放，因此發揮抗發炎抗過敏作用。 5. GC 穩定溶酶體(lysosome)膜，防止溶酶體酶外漏，減輕組織損傷。

表 2.1 (續)

藍斑-交感-腎上腺髓質與下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統比較

Table 2.1 (continued)

Locus coeruleus-sympathetic-adrenal medulla system versus
hypothalamus-pituitary-adrenal cortex system

比較	藍斑-交感-腎上腺髓質系統	下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統
影響	<p>過強的交感-腎上腺髓質系統興奮：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 周邊小血管長期收縮可使血壓升高。 2. 心肌耗氧量增加、能量消耗過多，導致心肌缺血。 3. 嚴重時引起致死性心律異常。 4. 脂質過氧化增強、損害細胞膜、器官組織自由基損傷。 5. 皮膚與腹腔臟器缺血、胃腸道粘膜炎、出血、潰瘍。 6. 兒茶酚胺可使血小板數目增多及黏附聚集性增強，也可使白血球數及纖維蛋白原濃度升高，從而增加血液黏滯度，促進血栓形成。 7. 緊張、焦慮、抑鬱、憤怒等情緒反應及行為改變。 	<p>慢性壓力時糖皮質激素持續增加對個體不利：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 蛋白質大量分解導致負氮平衡。 2. 抑制免疫炎症反應導致個體抵抗力降低。 3. 抑制生長激素作用導致生長發育遲緩。 4. 抑制性腺軸，促性腺素釋放激素 (gonadotropin-releasing hormone, GnRH)、黃體生成素 (Luteinizing Hormone, LH) 的分泌，減少導致性功能減退、月經失調、哺乳期婦女泌乳減少。 5. 抑制甲狀腺軸：GC 可抑制甲狀腺釋放激素 (thyroid releasing hormone, TRH) 及甲狀腺刺激激素 (thyroid stimulating hormone, TSH) 的分泌，並阻礙 T4 轉化為活性更強的 T3。

表 2.1 (續)

藍斑-交感-腎上腺髓質與下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統比較

Table 2.1 (continued)

Locus coeruleus-sympathetic-adrenal medulla system versus
hypothalamus-pituitary-adrenal cortex system

比較	藍斑-交感-腎上腺髓質系統	下視丘-腦垂體-腎上腺皮質系統
影響		6.引起物質代謝障礙導致血糖增高、血脂增高。 7.引起行為改變如抑鬱、異食癖、自殺傾向。

資料來源：表格整理自

彩色圖說生物學概念與關聯性 N. A. Combell et al., 原著，楊怡真等譯，2003，臺北市：合記出版社。

彩色圖解生理學原理 R. M. Berne et al., 原著，陳世洵等譯，2004，臺北市：合記出版社。

新編醫用生理學 A. C. Guyton et al., 原著，林佑穗等譯，2005，臺北市：合記出版社。

心理應激的生物學機制研究進展，李婷，2005，*中國行為醫學科學*，14(9)，頁862-863。

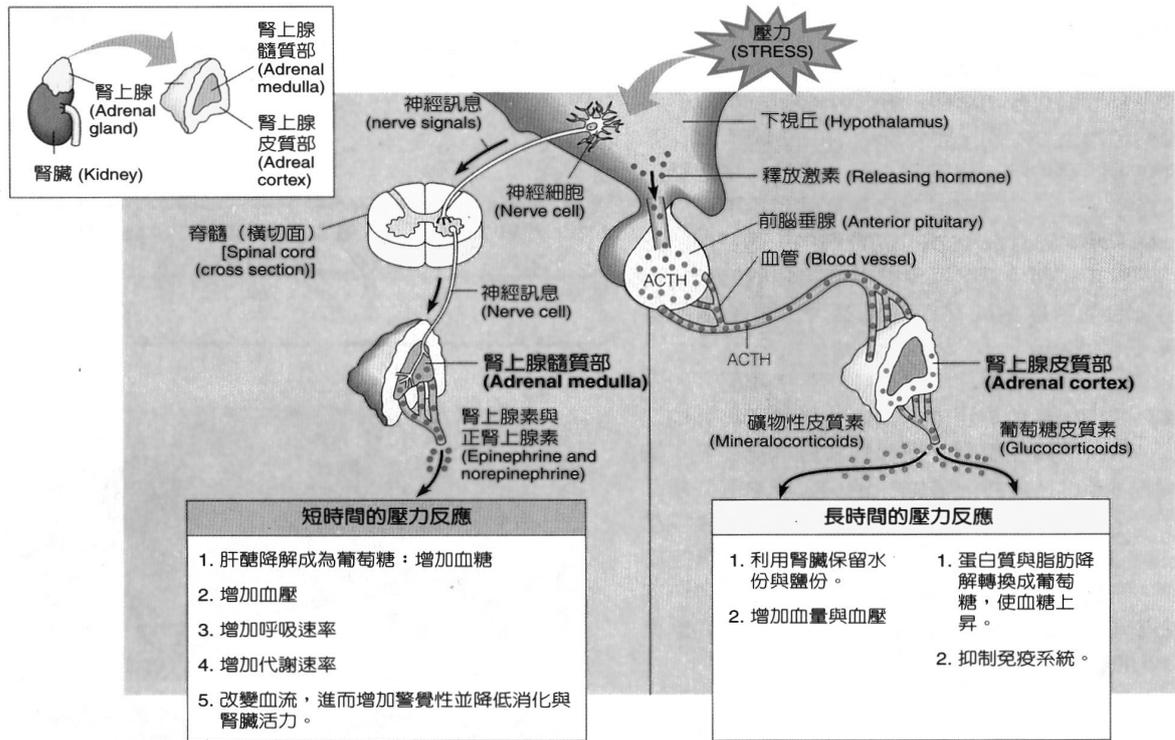


圖 2.3 壓力的生理反應

Figure 2.3. Physiological responses to stress

資料來源：彩色圖說生物學概念與關聯性(頁 528) N. A. Combell et al.,

原著，楊怡真等譯，2003，臺北市：合記出版社

長期壓力會引發與自律神經系統相關的自律神經失調症(dysautonomia)、慢性疲勞症候群(chronic fatigue syndrome, CFS)與各種的身心反應(somatopsychic responses)，如果壓力未適當因應或因身心反應未適當調節，內在環境因神經-免疫-內分泌網路失衡，久而久之將危及健康，傷害神經、內分泌、免疫、消化、呼吸、循環、泌尿生殖、肌肉骨骼疾病系統，出現症狀、導致生病或惡化潛在疾病(李明濱，2003；敖海清、徐志偉、嚴燦，2004)。

一般與壓力有關的疾病如：

- (一) 神經系統疾病：偏頭痛、失眠、焦慮症、憂鬱症。
- (二) 內分泌系統疾病：肥胖症、甲狀腺機能亢進、糖尿病、發育遲緩。
- (三) 免疫系統疾病：系統性紅斑狼瘡、類風溼性關節炎、癌症、溼疹、蕁麻疹、乾癬、過敏症(Hoglund et al., 2006; 楊寧波、吳愛勤，2006)。
- (四) 消化系統疾病：潰瘍、腸道發炎、腹痛、腹瀉、便意或便秘、神經性厭食症(孫燕、侯曉華，2006)。
- (五) 呼吸系統疾病：氣喘病、花粉熱。

(六) 循環系統疾病：高血壓、中風、冠狀動脈心臟病(田英，2005；李春躍等，2006)。

(七) 泌尿生殖系統疾病：過敏性膀胱、頻尿、陽萎、月經紊亂或閉經。

(八) 肌肉骨骼系統疾病：緊張性頭痛、背痛。

2.1.3 自律神經失調之療法

一、西醫療法

西醫對於自律神經失調的治療，通常以身心科藥物為主，常用藥物為ativan、lexotan、xanax、serenal、stilnox等精神安定劑，用以舒緩焦慮、安眠。其它則採症狀療法，例如Inderal用於緩解心跳、血管性頭痛，腸胃症狀則加Gascon、Buscopan、Primperan、MgO、Strocaine等腸胃用藥。甚至有迴饋療法、行為療法、星狀神經節阻斷術等。但無可避免的是藥物的副作用，以ativan為例，常引起副作用包括嗜睡、眩暈、虛弱及情緒不穩等(陳長安，2005)，遑論自律神經失調及相關疾病的全身性症狀用藥治療後的結果及藥物所產生的心因性與生理性的成癮性。

二、自然醫學療法

自然療法本就在有醫學史的前期，就已被人們所採用，後來西方採用的所謂正統醫學(orthodox medicine)，利用積極性治療手段，化學合成藥物及症狀依歸觀念作為治病的主要手段，抗生素的發現有效的控制了威脅人類數千年的感染疾病，加上近代生物醫學的蓬勃發展，似乎更加確認了正統醫學的地位，自然醫學漸形式微。但自18、19世紀以來至今，發現許多病症，已無法單單使用西方主流醫學的對抗療法來解決，且藥物與外科手術的副作用有時比疾病本身還可怕，人口老化和慢性疾病的增加更嚴重的挑戰了正統醫學的地位，在對正統醫學存疑之餘，人們開始尋求其他的輔助與另類醫學療法 (complementary and alternative medicine , CAM)。目前世界各國CAM的使用率在8~83%，世界衛生組織(WHO)在2002年調查報告，有62.1%過去一年使用過輔助與另類醫學療法(許煌汶，2005)，2002年一項針對臺灣民眾對於補充與另類療法使用狀況的調查發現75.5%的民眾於受訪前一年使用了至少一種樣式的補充與另類療法(丁志音，2003)，不論是東方社會或是西方社會，愈來愈多人使用輔助及另類療法(蔡甫昌、黃獻樑、陳彥元，2007)，因此，自然療法的潮流勢不可擋。

自然療法精神之一強調預防乃是最好的治療，主張平日均衡營養的飲食，以確保充足的營養素來源；規律的生活習慣。禪坐、瑜珈、

氣功(陳金城、鄭宗芥、張永賢，2004)、太極拳(林順萍、黃國禎、陳俊忠、郭博昭，2006)均有助於調整自律神經系統，進而達到身、心、靈的放鬆。藉此可以避免或改善自律神經失調症狀，其他還有溫泉療法(王保琳、陳偉立、張煥禎，2006)、按摩療法(Field, Diego, & Hernandez-Reif, 2007; Sharpe, Williams, Granner, & Hussey, 2007)、芳香療法(Davis, Cooke, Holzhauser, Jones, & Finucane, 2005)、音樂療法(Urakawa & Yokoyama, 2005)、催眠療法(Batty, Bonnington, Tang, Hawken, & Gruzelier, 2006)、生物回饋(Nolan, et al., 2005)、肌肉鬆弛或冥想(許煌汶，2004)、禱告等，目的都是希望達到放鬆交感神經系統、提振副交感神經活動的功能。

CAM 的效果及安全，部份至今並沒有嚴謹之科學證實，仍需要後續的研究加以確認。近年來，由於使用替代性與輔助性醫療的人數急遽增加，探討 CAM 的如何結合到主流醫學正統治療，是一個重要的探討議題。

三、中醫療法

中醫有數千年的歷史，整體觀念與辨證論治在自律神經失調的治療方面有很大的優勢。首先是能調節整體內在機制，對於自律神經失調的治療注重整體，調整五臟陰陽、氣血為主來達到「陰平陽秘，精神乃治」、「填五臟之精，養五臟之神」之功(印會河、張伯納，1984；

鄭鐵濤，1984)，實現調節人體神經、內分泌與免疫系統的內在生理機制平衡，其次根據自律神經失調不同表現，辨證分型、隨證施治。讓失去調控的自律神經系統恢復正常運作。

中醫學同時重視養生防病，《素問·四氣調神大論》說：「聖人不治已病，治未病，不治已亂，治未亂。」「治未病」的觀點，包括未病先防與既病防變(張伯臾，2002)。這種防重於治，強調早期治療的思想，與現今主流醫學思想契合。

2.2 中醫理論與自律神經

2.2.1 陰陽學說

《素問·陰陽應象大論》說：「陰陽者，天地之道也，萬物之綱紀，變化之父母，生殺之本始。」陰陽的矛盾對立統一運動規律是自然界一切事物運動變化固有的規律，「陰陽學說」是中醫藥學核心理論及其臨床辨證論治的基礎思想(印會河、張伯納，2003)，與自律神經系統相呼應，其中交感神經系統屬陽；副交感神經系統屬陰(陳華，1992)。基本內容包括：

- (一) 陰陽對立：自然界一切事物或現象都存在著相互對立的陰陽這兩個方面是相互制約和互相轉化。通過相互消長取得了統一維

持動態平衡，所以《素問·生氣通天論》說「陰平陽秘，精神乃治。」《素問·陰陽應象大論》指出「陰盛則陽病，陽盛則陰病。」

(二) 陰陽互根：是陰陽轉化的內在基礎。指事物或現象中對立著的兩個方面，是相互依存、相互為用的。陰依存于陽，陽依存于陰。無陽則無陰可辨。雙方各以對方作為自己存在的前提，任何一方都不能脫離對立的一方而單獨存在。孤陰不生，孤陽不長，《素問·生氣通天論》說「陰陽離決，精氣乃絕。」

(三) 陰陽消長：陽(陰)消陰(陽)長，或是陽(陰)長陰(陽)長，以保持著動態平衡。陰陽消長是一個量變過程。例如日夜的轉換，四季的變化陽盛則熱，陰盛則寒。

(四) 陰陽轉化：在特定條件下陰陽兩氣可互相轉化，陰陽轉化是一個質變的過程，物極必反。《靈樞·論疾診尺篇》指出「四時之變，寒暑之勝，重陰必陽，重陽必陰。故陰主寒，陽主熱。故寒甚則熱，熱甚則寒。故曰：寒生熱，熱生寒，此陰陽之變也。」超過陰陽正常的消長限度，事物必然向著相反的方面轉化，即陽證可以轉化為陰證，陰證可以轉化為陽證。這可以解釋何以長期壓力會導致慢性疲勞症候群。

2.2.2 陰陽學說於疾病的應用

辨證論治是中醫診斷與治療疾病的基本原則，也是中醫學基本特點之一。辨證是決定治療的前題與依據，論治又稱為施治，是治療疾病的手段與方法(鄧鐵濤，2003)。

(一) 疾病的診斷

《素問·陰陽應象大論》說：「善診者，察色按脈，先別陰陽。」中醫以辨證的方法為病人診斷疾病，將望、聞、問、切四診得來的資料，根據人體正氣的盛衰，病邪的性質，疾病所在的部位深淺等情況，進行分析歸納為陰、陽、表、裏、寒、熱、虛、實八類證候，稱為「八綱辨證」，是中醫辨證最基本的方法，《內經》已經奠定了八綱辨證的基礎。張仲景更具體地運用於傷寒與雜病的診療。《景岳全書》中有《陰陽》、《六變辨》等篇，對八綱更有進一步的闡發。明代張三錫於《醫學六要》明確提出此八大綱要：「曰陰曰陽，曰表曰裏，曰寒曰熱，曰虛曰實，而氣血痰火盡在賅其中。」後世醫家們綜合各種說法，創立八綱辨證之說，並沿用至今。「陰陽」是八綱辨證的總綱，包括其他三對陰陽的類別，分別為表裏、寒熱、虛實，其中裏、寒、虛屬陰；表、熱、實屬陽(印會河、張伯納，2003；薛飛飛，2005)。

陰陽可作為八綱辨證的指引，在臨床的辨證中，首先要分別陰陽，才能掌握疾病的本質，做到執簡馭繁(俞海虹、周紅橋，2006)。

臟腑之精所化之氣的陰陽兩部份，具有溫煦、推動、興奮、升騰、發散等作用 and 趨向的部份屬陽，稱為陽氣；具有涼潤、寧靜、抑制、沉降、凝聚等作用 and 趨向的部份屬陰，稱為陰氣。陰氣與陽氣對立、互根、制約、協調統一，則臟腑之氣沖和暢達，臟腑功能得以正常發揮，陰陽失調，則是寒熱性與動靜性病證的病機(孫廣仁，2006)。

(二) 疾病的治療

中醫學認為疾病的根本原因在於陰陽失調，很多因素會導致陰陽失調，而它們都與身體的正氣及邪氣的平衡協調有關。正氣是指人體的機能活動包括臟腑、經絡、氣血等功能和抗病能力(身體健康的免疫力)及復原的能力；邪氣則泛指各種的致病因素，包括了任何影響身體平衡狀態及致病的物質或元素，如氣候，飲食及勞累。因此中醫認為疾病主要有兩種原因，其一為正氣的不足，其二為外邪的過盛，正氣及外邪的衝突解釋了疾病的不同變化。《素問·遺篇·刺法論》說：「正氣存內，邪不可干」《素問·評熱病》也說：「邪之所湊，其氣必虛。」(印會河、張伯納，2003)

疾病的發生、發展、變化的過程中，由於外感六淫（風、寒、暑、濕、燥、火）、五志（怒、喜、思、憂、恐）、七情（怒、喜、憂、思、悲、恐、驚）、飲食勞倦、房勞外傷，許多致病內外因子均會造成人體內部的陰陽平衡機制損傷，導致陰陽消長失去相對的平衡，使陰陽的比例出現不平衡及不平均的問題，形成陰陽偏勝、偏衰、或陰不制陽、陽不制陰的病理狀態，因而臟腑生理功能不協調，疾病或健康便會發生問題。同時陰陽失調又與臟腑、經絡、氣血、營衛等相互關係失調，以及表裏出入、上下升降等氣機失常有關(鄧鐵濤，2003)。

《素問·至真要大論篇》說：「謹察陰陽所在而調之，以平為期。」因此，調整陰陽，補其不足，損其有餘，恢復陰陽的協調平衡，促使陰平陽秘，使其達到一種動態的平衡，是為治療疾病的根本原則。透過陰陽的智慧，中醫為人體提供了一個整體的架構，並以陰陽之間的和諧維持著身體的健康(俞海虹、周紅橋，2006)。

2.2.3 自律神經失調之中醫觀

一、病因病機

中醫學認為自律神經失調應屬鬱證範疇，一般辨證當屬肝氣鬱滯(魏鳳菊、宋書江、楊光福，2006；滕晶、王玉來、劉子旺，2006)。

鬱證是由於情志不舒，氣機鬱滯而引起的病症的總稱。所謂鬱，是指

鬱而不散，滯而不通之義。所以凡臟腑氣機阻滯、氣血津液運行紊亂、失其通暢調達的病症皆屬鬱證範疇。鬱證有廣義和狹義之分，廣義的鬱證為外感六淫或內傷七情引起的臟腑機能不和，從而導致六鬱（氣、血、痰、濕、火、食）等病理產物的滯塞和鬱結，如圖 2.4 所示；狹義的鬱證為情志不舒氣鬱引起的性情抑鬱，情緒不寧，悲傷喜哭，胸脅脹滿，咽中如有異物梗阻等多種複雜症狀(李楊，2000；張伯臾，2002)。

鬱證的病機主要為肝失疏泄，脾失健運，心失所養，臟腑陰陽氣血失衡(胡素敏，2003；吳先哲，2004)。多因長期承受過度壓力、精神緊張，致使肝氣鬱結，心（腦）神失養所引起的一類病症(殷明偉、劉敏，2006)。肝氣鬱結交感-腎上腺髓質功能偏亢(滕晶等，2006)，鬱證患者肝氣鬱結日久，可導致母病及子，損害心臟功能，使 HRV 降低、LF 升高、HF 降低、LF/HF 升高(侯慶、楊阿根、石學敏，2006)。鬱證病初以肝氣鬱結或痰氣交阻（實證）為主，氣血鬱滯日久可變生他證，如氣滯化火傷陰，肝陰不足（肝陰虛），肝腎同源，腎水不能涵養肝木或腎本虛，日久而成肝腎陰虛之證。憂思氣結傷心，致心陰不足（心陰虛），心火亢盛，日久及腎或腎陰本虛，水火失濟，心腎不交，諸症叢生。肝氣鬱滯，肝木克伐脾土，脾失健運，加重氣機鬱滯，加之素體腎虛或脾虛日久不能充養先天，日久致脾腎兩虛等。因

此病久則傷及心、脾、腎，則由實轉虛，呈虛實間雜之證，如圖 2.4 所示。所以明代名醫徐春甫《古今醫統大全·鬱證門》指出說：「鬱為七情不舒，遂成鬱結，既鬱之火，變病多端。」(魏鳳菊等，2006)。

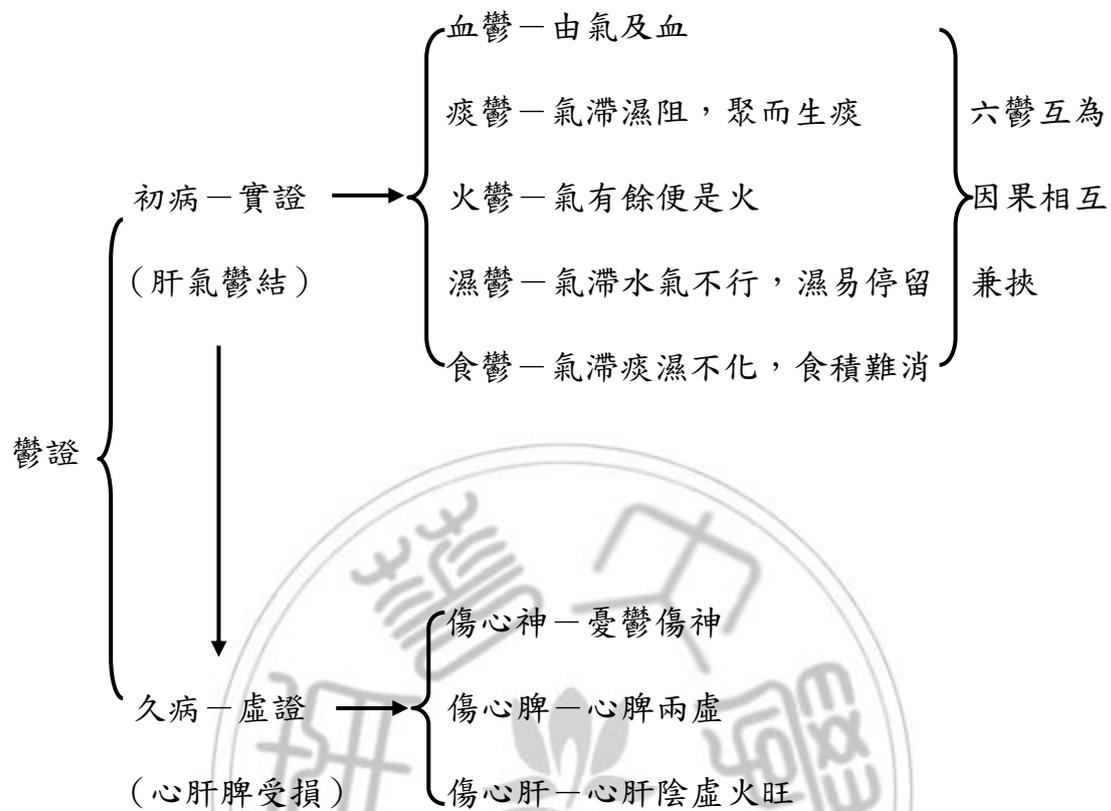


圖 2.4 鬱證病機示意圖

Figure 2.4. Exploration on the relationship of Liver-qi depression syndrome

資料來源：圖片整理自中醫內科學(頁241)，張伯臾，2003，臺北市，
知音出版社

二、辨證論治

自律神經系統是身體應對內外環境壓力的一個系統，周邊自律神經病變以虛證為主，分為交感和副交感神經系統紊亂。以五臟虛損，陰陽氣血虧虛為主要病機，治宜調補五臟陰陽氣血(王進，2000)。自律神經系統失調所產生的症狀主要與陰虛(表現陽證)或陽虛(表現陰證)兩大類有關(印會河、張伯納，2003)：

(一) 陰虛：

陰虛是人體臟腑之陰氣虧虛及其涼潤、寧靜、抑制等功能減退而陽氣相對亢盛的一類病症，表現為虛熱內生或虛性亢奮的病理狀態，並非臟腑陰陽所指之臟腑精、血、津液不足(精虛、血虛、津液虧虛)(孫廣仁，2006)。陰虛整體主症多見咽乾口渴、午後潮熱、兩頰潮紅、五心煩熱、心煩失眠、盜汗骨蒸、大便乾結、舌紅少苔、脈細而數等(李其忠，2004；董德河、胡久略、史桂榮、梁志忠，2006)，在陰虛共有主症的基礎上，不同臟腑陰虛還有特定的證候(梁月華，1999；李其忠，2004)。

1. 肝陰虛：頭暈耳鳴、兩目乾澀、脅肋灼痛、面部烘熱、手足蠕動。

肝陰虛損，陰不制陽，還可出現肝陽上亢的各種病理表現。

2. 心陰虛：心中煩熱、失眠多夢、舌紅少津。
3. 脾陰虛：實際上是脾氣陰虛兩虛。脾氣虛運化失職，可見納食不化、腹部脹滿、疲倦乏力。
4. 肺陰虛：乾咳無痰、或痰少而黏、或痰中帶血，聲音嘶啞等肺病症狀。
5. 腎陰虛：腰膝酸痛、眩暈耳鳴、男子陽強易舉、遺精，婦女經少閉經或見崩漏等腎病症狀。

(二) 陽虛

陽虛是人體臟腑之陽氣虧虛及其溫煦、推動、興奮等功能減退而表現為虛寒內生及遲滯的病理狀態，而非指一身氣之不足（氣虛）（孫廣仁，2006）。陽虛整體主症常見神疲乏力、形寒肢冷、面色暗淡、自汗、小便清長、大便溏泄、舌淡胖、苔白滑、脈沉遲無力等（董德河等，2006；李其忠，2004）。在陽虛共有主症的基礎上，不同的臟腑陽虛也還有一些特定證候。

1. 肝陽虛：胸脅悶脹、月經不暢、少腹冷痛、面白無華、舌淡滑潤、脈沉弦遲等症。

2. 心陽虛：心悸怔忡、胸悶氣短、自汗。
3. 脾陽虛：納少、腹脹、便溏、倦怠。
4. 肺陽虛：在肺氣虛的基礎上出現虛寒之象，畏寒肢冷、氣短、神疲、咳嗽不已、痰涎清稀或色白如泡沫、胸悶不適、面色白、虛浮或自汗、易感冒、唇舌色淡、脈沉細無力(楊容青，2005；張新芳，2006)。
5. 腎陽虛：陽虛症狀加上腰膝酸軟、陽萎早洩、大便久泄不止。

由於陰陽之間存在互根互用的關係，陰虛或陽虛到一定程度，均可累及另一方，形成「陽損及陰」或「陰損及陽」的病理狀態(李其忠，2004)，最終導致陰陽兩氣對等皆虛，此即為氣虛，使一身之氣推動、調控、防禦、固攝等功能減退的病理狀態，以體倦乏力、少氣不足以息、防禦與復原能力低下為主要臨床表現(孫廣仁，2006)。這種陰陽互損的病理最容易發生在腎。腎為先天之本，陰陽之根，腎氣充則全身臟腑之陰陽氣血調和，因此腎陰與腎陽為各臟腑陰陽的根本，而腎陰與腎陽又均以腎中精氣為物質基礎，腎的陰虛或陽虛均與腎中精氣不足有關(李其忠，2004)。

自律神經系統功能失調一般臨床多予以疏肝理氣為主的治療，清葉天士《臨證指南醫案·鬱》所載病例屬情志抑鬱，其治則多疏肝理氣、苦辛通降、平肝息風、清心瀉火、健脾和胃、活血通絡、化痰滌飲、益氣養陰諸法。結合病因病機諸臟損傷，久必及腎，所以頑固性自律神經系統功能失調多有腎虛表現，其治以腎為先(魏鳳菊等，2006)。從病因病機學的角度闡述(王進，2000)，臨床常見證型及治療如下：

1. 脾腎陽虛、胃失和降型：多見以副交感神經偏亢引發病證，治宜溫補脾腎、和胃降逆，方用附子理中湯加味。
2. 心腎陰虛、肝陽上亢型：多以交感神經偏亢為發病基礎，治宜滋養心腎、平肝潛陽，方用補心丹加味。
3. 氣陰兩虛型：發病基礎是自律神經功能紊亂，治宜益氣養陰，方用生脈散加味。

2.2.4 照海與申脈穴

照海與申脈穴如同內關與外關穴是一組對穴，照海與申脈為八脈交會穴，照海通陰蹻脈，申脈通陽蹻脈，臨床上用以治療失眠與嗜睡，

補照海、瀉申脈治療失眠；反之，瀉照海、補申脈卻治療嗜睡(陳志元，2005；楊志新，2002)。由此推論此二穴與自律神經的調節有關。

(一) 照海穴

照海穴又稱陰蹻、漏陰，為足少陰腎經穴，如圖 2.5 所示，位於內髌尖直下 1 寸凹陷處中，當內踝與距骨之間，脛骨後肌腱處；後下方為脛後動、靜脈分佈；佈有小腿內側皮神經、深部為脛神經本幹。本穴既屬足少陰腎經，又為陰蹻脈所生，與陰蹻脈氣相通，通貫五臟，主持諸裏，為陰氣會歸之所，故針刺照海穴有調理足少陰腎經與陰蹻脈氣血的作用。大凡陰證、裏證、虛證，涉及足少陰腎經、陰蹻脈者，均可用之，有滋陰降火、協調陰陽、利咽明目、開竅利機之功效。文獻記載其主治有目痛引眦、少腹偏痛、咽喉幹痛、偏枯癱瘓、癃閉、便秘、月經不調、帶下、陰挺、陰癢、胎衣不下、失眠等症。《針灸大成》：「馬癩：照海、鳩尾、心俞。」《玉龍賦》：「照海、支溝、通大便之秘。」《席弘賦》：「若是七疝小腹痛，照海、陰交、曲泉針，又不應時求氣海，關元同瀉效如神。」《針灸大成》：「潔古曰：癩病夜發，灸陰蹻，照海穴也。」《八脈八穴治症歌》：「喉塞小便淋澀，膀胱腸鳴，食黃酒積腹臍並，嘔喧胃番便緊，難產昏迷積塊，腸風下血常頻，膈中央氣氣核侵，照海有功必定。」操作針法直刺

0.5~0.8 寸。艾炷灸或溫針灸 3~5 壯，艾條溫灸 5~10 分鐘，臨床單取照海或加配穴，廣泛應用於治療多種疾病，療效顯著(莊育民，2000；楊甲三，2003)。

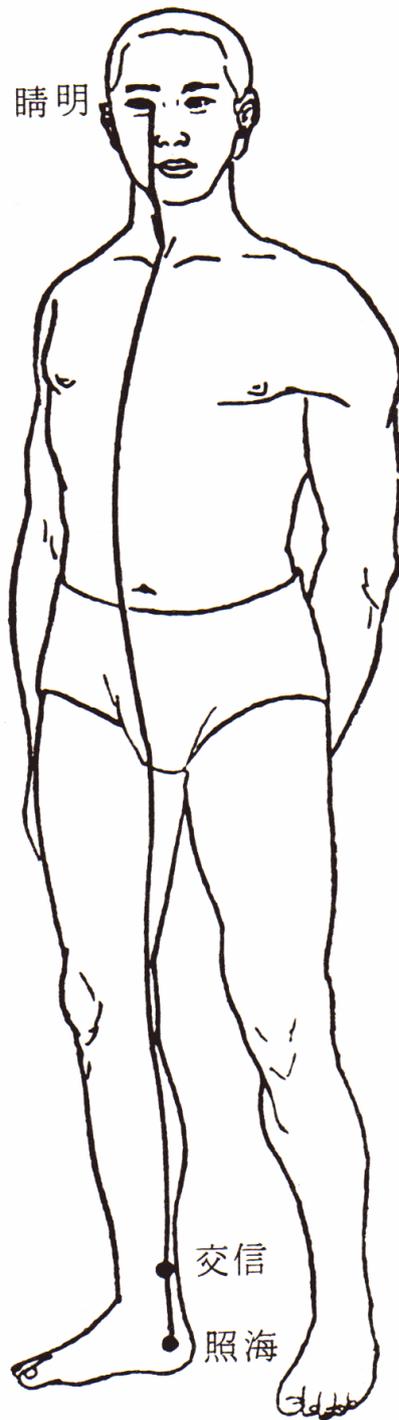


圖 2.5 陰蹻脈經筋圖

Figure 2.5. Yin Qiao Mai

資料來源：針灸學(上)(頁76)，楊三甲，2003，臺北市，知音出版社

(二) 申脈穴

申脈穴又稱陽蹻，鬼路，為足太陽膀胱經穴，如圖 2.6 所示，位於外踝直下凹陷處中，在腓骨長短肌腱上緣；有外踝動脈網及小隱靜脈；佈達有腓腸神經的足背外側皮神經分支。功能鎮靜止癇、安神寧心，主治頭痛，眩暈、目赤痛、項強、癲狂癇、失眠；腰腿酸痛、足脛寒、不能久立。操作針法直刺 0.3~0.5 寸。灸 3~5 壯，《資生經》：「申脈、後谿、前谷、治癲疾。」《標幽賦》：「頭風頭痛，刺申脈與金門。」《針灸大成》：「潔古曰：癇病晝發灸陽蹻。」（申脈為陽蹻脈所生，又為八脈交會穴之一，通于陽蹻，故陽蹻即指申脈穴。）

《八脈八穴治症歌》：「腰背屈強腿腫，噁心自汗頭疼，雷頭目赤痛眉棱，手足麻攣臂冷，吹乳耳聾鼻衄，癲癇肢節煩憎，遍身腫滿汗頭淋，申脈選針有應。」（莊育民，2000；楊甲三，2003）

大陸一項利用功能性磁共振造影研究針刺申脈穴腦功能變化的規律和啟動腦區的定位資訊發現針灸申脈穴，主要啟動邊緣系統 (limbic system) 如丘腦、扣帶回、海馬旁回和額葉、顳葉等腦區(王愛成等，2005)。由此可知，針灸申脈穴可以啟動自律神經的高階控制中樞。

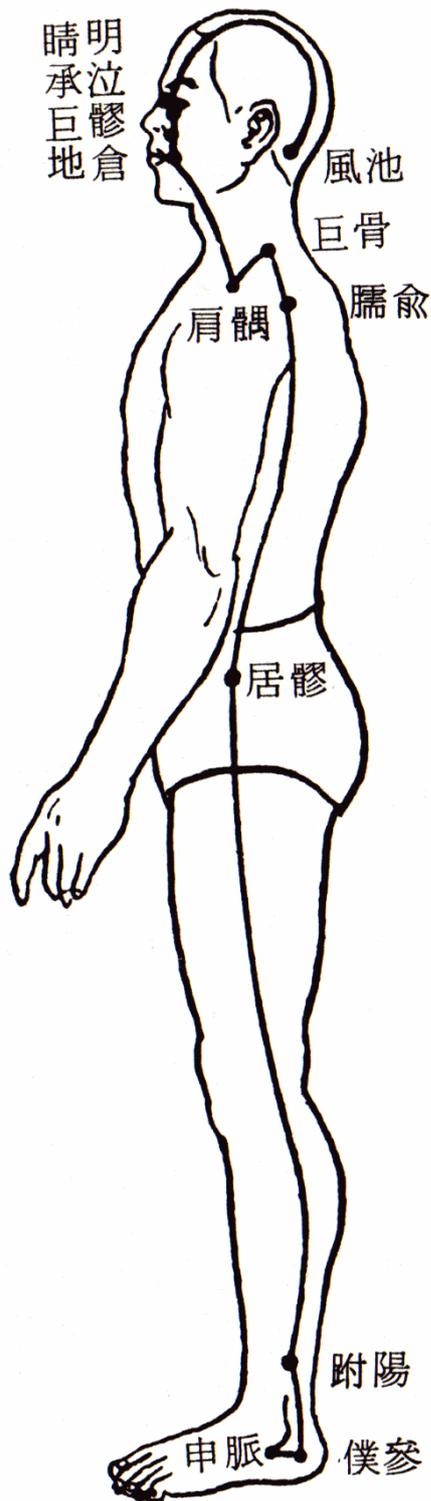


圖2.6 陽蹻脈經筋圖

Figure 2.6. Yang Qiao Mai

資料來源：針灸學(上)(頁79)，楊三甲，2003，臺北市，知音出版社

(三) 蹻脈

陰蹻脈從內踝下照海穴上行下肢內側，主要伴足少陰腎經上行，至目內眥與陽蹻脈會合，如圖2.5所示。陽蹻脈起於足跟外側申脈穴，上行下肢外側，主要伴足太陽膀胱經上行，至目內眥與陰蹻脈會合，再沿足太陽經、上額至項後入足少陽經風池，在項中兩筋間入腦，如圖2.6所示。《靈樞·寒熱病》中記載：「足太陽有通項入於腦者，正屬目本，名曰眼系....在項中兩筋間，入腦乃別。陰蹻、陽蹻，陰陽相交，陽入陰，陰出陽，交於目銳眥。」陰蹻脈和陽蹻脈主一身左右之陰陽，共同調節肢體的運動和眼瞼的開合；運行衛氣和營氣，調節人體活動和睡眠。照海穴為陰蹻脈在足少陰腎經之交會穴；申脈穴為陽蹻脈在足太陽膀胱經之交會穴，兩穴相配既可調節陰陽蹻脈之平衡又可調整足少陰腎經及足太陽膀胱經(趙輝，2006)。

「蹻」有足跟和蹻捷的含義，因蹻脈從下肢內、外側上行頭面，具有交通一身陰陽之氣，調節肢體運動的功用；蹻脈交會於目內眥，入屬於腦，故能調整陰陽而治失眠、頭痛、目疾，衛氣的運行主要是道過陰陽蹻脈而散佈全身，《靈樞·口問》曰：「衛氣晝日行於陽，夜半則行於陰，陰者屬夜，夜則主臣....陽氣盡，陰氣盛則目瞑，陰氣盡而陽氣盛則寤矣。」《靈樞·寒熱病》曰：「陰蹻、陽蹻，陰陽相交，陽入陰，陰出陽，交於目銳眥。陽氣盛則瞋目，陰氣盛則瞑目。」

衛氣行于陽則陽蹻盛，主目張不欲睡，衛氣行於陰則陰蹻盛，主目閉而欲睡。說明蹻脈的功能關係到人的睡眠與活動(王磊、穀世哲、馬惠芳，2001)。

2.2.5 傳統醫學理論現代觀

依據傳統醫學的理論，中醫學的功能性和解剖性結構，包括：五臟（肝、心、脾、肺、腎）、六腑（膽、小腸、胃、大腸、膀胱、三焦）、營衛、氣血、津液和七情（怒、喜、憂、思、悲、恐、驚）、七藏（心藏神、肝藏魂、脾藏意與智、肺藏魄、腎藏精與志）和經絡系統（十二經、奇經八脈、三百六十五絡）等的生理作用是相互調控，共同組合成綿密的生命網絡，這種中醫的生理理論和現代西醫生理學的精神「神經-免疫-內分泌網絡」有不謀而合之處(趙益業、鄒旭、吳煥林、林曉忠、李健，2006)。

在中醫學所稱「腎」可能與下視丘-垂體-腎上腺皮質軸和下視丘-垂體-甲狀腺軸、下視丘-垂體-性腺軸的生理功用有關(趙益業等，2006)。故中西醫學均稱「腎」在調整和維持免疫平衡及其穩定方面，有著重要的作用。下視丘-垂體-腎上腺皮質軸功能紊亂與腎陽虛發病原理有關，陰虛心火旺，與交感-腎上腺髓質活動增強有關，陰虛肝火旺，與垂體-腎上腺皮質活動增強有關(印會河、張伯納，2003)。

腎對免疫的調節作用不僅表現在整體方面的調節，同時與細胞內

的調節也有關。近年生物學上發現許多神經傳遞物質、激素及一些生物活性物質對標的細胞(target cell)發揮生理效能是通過細胞內的第二信使(second messenger)介質—環核苷酸(cAMP、cGMP)。美國生物學家Goldberg首先發現cAMP與cGMP對細胞雙向(dual)調節作用，且指出此二種物質是一對拮抗物質，故其在細胞中的濃度是相反的，正好成一對，所以又稱cAMP/cGMP為雙向控制系統。1973年Goldberg把上述自成系統的雙向控制現象和中醫的「陰陽學說」作了解釋，認為cAMP和cGMP的雙向控制系統是統一許多不同生物調節現象的陰陽學說的基本原理所在，此是陰陽學說的基礎(俞海虹、周紅橋，2006)。1975年Elliott更直接提出cGMP即「陰」，cAMP即「陽」(印會河、張伯納，2003)。

近幾年來對cAMP、cGMP與中醫陰陽關係進行不少研究。證明陽虛者cGMP升高於正常值，cAMP/cGMP比值下降，陰虛者cAMP升高cAMP/cGMP比值升高（兼有氣虛者例外）。cAMP、cGMP與交感神經系統、副交感神經系統同為陰陽對立、又互相平衡的例子。進一步分析cAMP、cGMP與陰虛、陽虛的關係，可見陽虛者，主要表現副交感神經系統活動加強的臨床證候，而陰虛者，主要表現為交感神經系統活動加強的臨床證候(趙國求、童忠良，2003；印會河、張伯納，2003)。

陰虛者由免疫系統網路功能可見細胞因子TNF α 濃度升高，這一結果支持中醫陰虛證本質可能與IL和TNF等的細胞因子有關(韓美君、宮曉虹、王善利、張丹、趙彩虹，2005)。

中醫利用針灸治療多種不同性質的複雜疾病，並且用來養生保健及預防疾病，這些功效可能就是透過調控交感神經或副交感神經的功能來平衡自律神經系統(Moffet, 2006)，然後經由神經-內分泌-免疫的相互調節網絡來改善身體功能(王家有、潘三強、宿寶貴，2003)；鑒古知今，未來可能可以發展更多領域的新療法。

2.3 超音波

人類可聽到的聲波頻率範圍在16Hz到20KHz之間，超音波是指頻率在20KHz以上的音波(Michlovitz, 1996)，超音波做為治療因子已超過五十年，醫學上對超音波的研究起源更早，治療性超音波可分為兩類，一為低能量超音波(0.125~3 W/cm²)，另一為高能量超音波(>5 W/cm²)，目前醫療用途依其強度(intensity)高低可分為三方面(廖文炫、張梅蘭、蔡美文、王淑芬，2003)：

- (一) 診斷(diagnosis)：診斷用超音波強度最低，主要用以顯示內部臟器組織的影像，以判別組織、器官是否有病變(Whittingham, 2007)。近年來用在肌骨系統(musculoskeletal system)中的軟組織

檢查逐漸被重視，可供醫學界使用作為一種有效的診斷工具 (Joshua, Edmonds, & Lassere, 2006)。部分診斷其便利性與經濟性更具有磁振照影(Magnetic Resonance Imaging, MRI)所無法取代的地位(Rutten, Maresch, Jager, Blickman , & van Holsbeeck, 2007)。

(二) 組織破壞(tissue destruction)：用為破壞組織所需超音波強度最高。利用高能量所產生的熱效應，可應用在外科手術(surgery) 或腫瘤高熱療法等方面 (ter Haar, 2006; Foley, Vaezy, & Crum, 2007)。

(三) 物理治療(physical therapy)：超音波療法在物理治療的使用範圍相當廣泛，超音波可減少關節攣縮、減少疤痕沾黏、減少痙攣、降低疼痛、消炎功能、加速傷口癒合修復、將藥物導入組織等，這些都是超音波常用的適應症。近來的研究更發現超音波可促進骨折的癒合(Michlovitz, 1996; Maddi, Hai, Ong , Harris, & Meghji, 2006; Qin et al., 2006)以及神經的再生(Raso, Barbieri, Mazzer, & Fasan, 2005)。本研究即是使用物理治療用的超音波刺激穴位。

2.3.1 超音波治療基本原理

超音波的性質除頻率較音波高外，一般的物理性質與音波並無不同，皆屬於波動之機械波（mechanical wave），必須依靠介質傳遞能量。由於超音波具有非常短的波長，可以聚集成狹小的發射線束而呈束狀直線播散，故傳播具有一定的方向性。通過不同性質的介質，依粒子運動的方向可區為縱波(longitudinal waves)與橫波(transversal waves) 超音波向周圍介質傳播時，產生一種疏密的波形。這種連續的壓縮層和稀疏層交替形成的彈性波和聲源振盪的方向一致，如圖 2.6所示，粒子振動的方向與波行方向相同者稱縱波，超音波在人體軟組織中主要以縱波行進，對於剛性的物質如骨骼而言，超音波除以縱波行進外，還可能引發垂直方向的振動，也就是橫波，又稱剪波（shear waves），剪波是骨骼表面產熱的主因(Kitchen, 2002)。

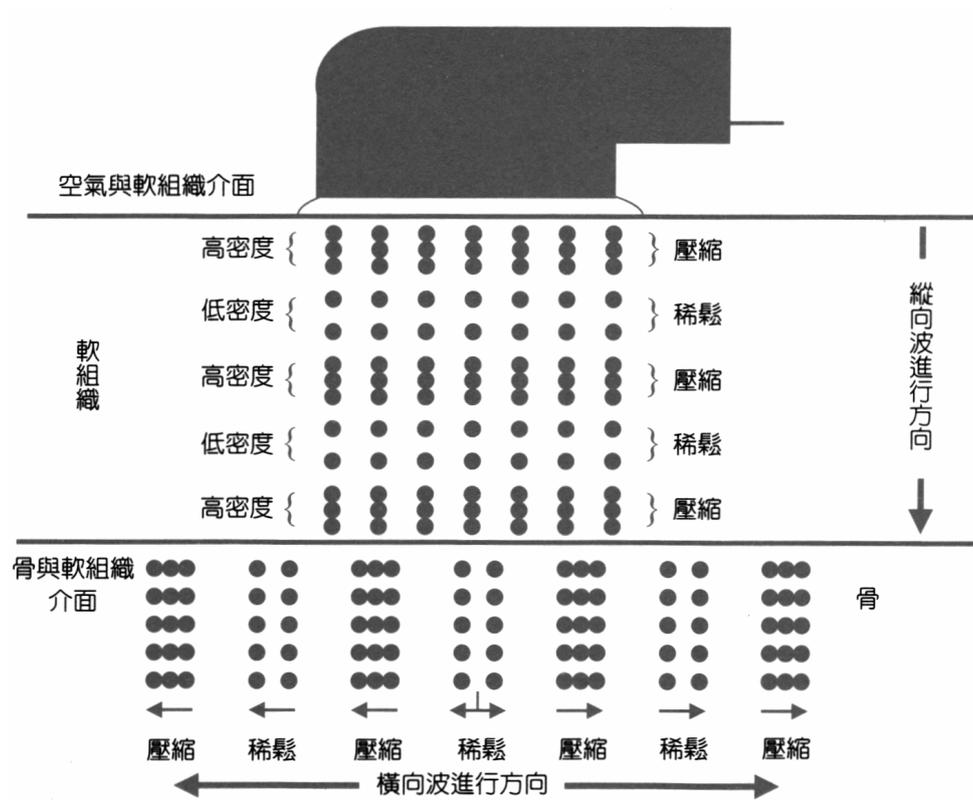


圖 2.7 超音波進入組織內行進的方式

Figure 2.7. Schematically depicted types of ultrasound waves

資料來源：物理因子治療學：冷、熱光、水療及機械性治療(頁116)，

廖文炫等編著，2002，臺北市：合記出版社

(一) 超音波的產生

超音波的產生原理，主要是利用壓電材料所發生的壓電作用 (piezo-electric effect)，用以產生壓電作用的天然物質是石英，合成的陶製晶體如鈦酸鋇 (barium titanate)、鈦酸鋯酸鉛 (lead-zirconate-titanate)、亞鐵鎳鈷 (nickel-cobalt ferrite) 的特性更佳，現今多以它們做成轉換器 (transducer)，合成的晶體的特性是晶格不對稱，經特殊處理後，其表面會帶有電荷分佈，若外加快速變化極性之電壓訊號，會使晶體快速振動而產生超音波。相對的，若在晶體上施以機械式振動，會改變晶體內的電場，導致電訊號上的變化。因此超音波轉換器不僅可以用來產生超音波，也能作為超音波的接收器 (吳毓敏，1988)。

(二) 有效發射區

超音波轉換器表面實際有音波產生的部份視為有效發射區 (Effective Radiating Area，簡稱 ERA)，ERA 依晶體的面積而定，ERA 的測定是距轉換器發射 5mm 處掃描，記錄所有輸出達對大功率 5% 以上的表面區域。因此 ERA 通常比轉換器表面積小 (廖文炫等，2003)。

(三) 波束不均勻比值

從轉換器表面發射出來的超音波束沿著它們的縱軸並非一致，有些點強度特別高，在音波束中的差異量可以波束不均勻比值(Beam Nonuniform Ratio 簡稱 BNR)表示，此值即轉換器發出強度最大點的強度與轉換器橫截面上的平均強度之比值。低 BNR 轉換器可以減少超音波尖峰強度熱點發生(廖文炫等，2003)。

(四) 超音波的音域

超音波波束的形成是轉換器各晶體或晶體上各點所產生的音波相互干涉的結果，波束中最狹窄的位置稱為聚焦區域(focal zone)。發出的有效音波範圍稱為音域，當超音波產生時，音域有遠近之分；介於探頭與聚焦區域間之波束範圍為近域(near field)又稱Fresnel zone；過了聚焦區域，散開程度較大的波束範圍稱為遠域(far field) 又稱Fraunhofer zone，如圖2.8所示。在近域內超音波波束有干擾現象(interference phenomena)，造成音域內截面的超音波強度明顯分布變化不均；在遠域幾乎沒有干擾現象，所以超音波強度分布較均勻。近域的長度由超音波頻率與轉換器的有效發射區(ERA)決定，可由方程式(2.1)決定。 Z_0 為超音波的聚焦深度，即近域的長度，其中 r 為轉換器的有效發射區(ERA)半徑， λ 為轉換器所發射的超音波波長。在遠場中超音波的能量會隨距離增加而逐漸衰減，波束也會以 θ 的角度發

散， θ 可由方程式2.2求得(吳毓敏，1988)。

$$Z_0 = \frac{r^2}{\lambda} \quad (2.1)$$

$$\sin\theta = \frac{0.61\lambda}{r} \quad (2.2)$$

在人體多數組織中，超音波的強度減弱主要在最初組織深度 2 至 5 公分內發生，對於多數轉換器的頻率及尺寸而言，此深度均在音波之近域內 (廖文炫等，2003)。

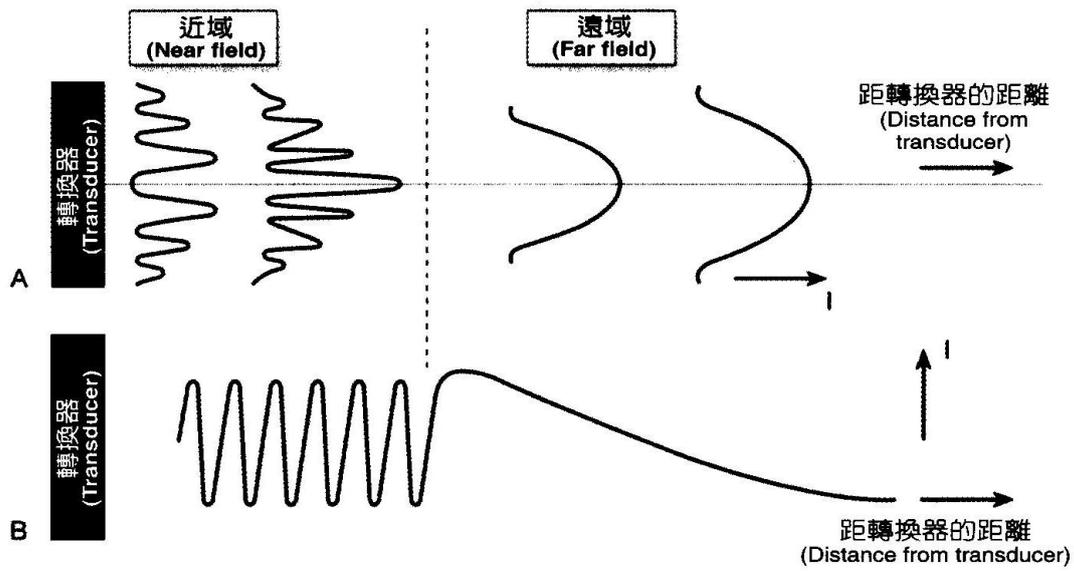


圖 2.8 超音波強度分佈圖解 A 距離轉換器不同的距離下橫向強度的分佈。B 軸上強度的分佈。

Figure 2.8. Conceptual illustration of intensity distribution of ultrasound. A. the ultrasound intensity distribution along the beam in relation to the transducer. B. the on-axis intensity distribution.

資料來源：電療學臨床實證(頁23) S. Kitchen原著，許怡婷等譯，2004，

臺北市：合記出版社

2.3.2 超音波特性

(一) 音波的弱化作用

超音波行經不同組織時會有弱化作用(attenuation)，亦即能量強度有衰退現象，這是因為一方面能量被組織吸收，另一方面音波通過不同音阻抗介面時，產生反射(reflection)、折射(refraction)結果造成音波分散(dispersion)或散射(scattering)的後果所致(吳毓敏，1988)。

1. 組織吸收：組織吸收超音波的係數是取決於超音波頻率與所經組織的特性，穿透深度與被吸收量成相反關係，音波頻率增加，被吸收能量也增加。組織含水量高，音波的吸收率較低，組織含蛋白質愈高則吸收率愈高，組織吸收超音波能力由高至低的順序是：骨骼、軟骨、肌腱、皮膚、肌肉、神經、脂肪、血液、及水。如圖 2.9 所示，由此可知，臨床上超音波通過水和脂肪相當容易，僅有少許能量被吸收，肌腱(tendon)、韌帶(ligament)、筋膜(fascia)、關節囊(joint capsule)、疤痕組織(scar tissue)有較多能量被吸收，組織產熱和超音波能量被吸收相關(廖文炫等，2003)。

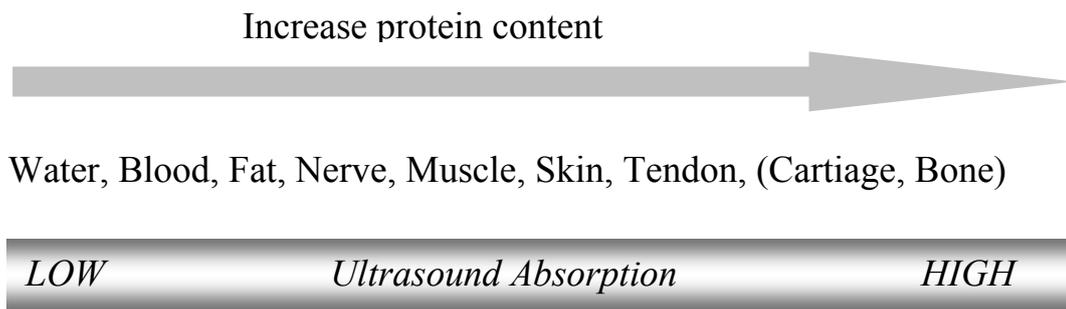


圖 2.9 組織成份與超音波吸收率

Figure 2.9. Ultrasound absorption in the tissues

資料來源：圖片整理自物理因子治療學：冷、熱光、水療及機械性治療(頁117)，廖文炫等編著，2002，臺北市：合記出版社

2. 反射(reflection)與折射(refraction)：如果反射現象發生在表面不均勻的介面時，就容易有散射作用產生。另一種散射的狀況，是當超音波在傳遞過程中，遇到比超音波波長要小的粒子，會使反射波朝四面八方散去，故稱為散射(scatter)。在人體中，反射、折射及弱化作用大都在組織介面產生，包括脂肪與肌肉、肌肉與筋膜、肌腱與骨膜、韌帶與骨膜。波能量被反射或傳遞至深層組織，其量之多寡取決於介面兩邊物質的音波阻抗差異，音波阻抗大小由物質密度與音波通過時的速率乘積決定，可由方程式(2.3)、方程式(2.4)決定(I =超音波強度； p =超音波壓力振幅； e_0 =介質密度； c_0 =超音波於介質中傳遞速度)(廖文炫等，2003；吳毓敏，1988)。

$$I = \frac{p}{e_0 c_0^2} \quad (2.3)$$

$$\text{音波阻抗(acoustic impedance)} = e_0 \times c_0 \quad (2.4)$$

超音波能量在通過介質的過程中，會因為反射、散射及吸收等因素產生的弱化作用可由方程式(2.5)表示。在組織中某點的超音波強度以 I_0 表示， μ 為組織的衰減係數， $I(x)$ 為距離之函數(吳毓敏，1988)。

$$I(x) = I_0 \times e^{-\mu x} \quad (2.5)$$

當超音波能量僅剩表面強度 10%，仍有治療效果時的組織深度定義為超音波的穿透深度(depth of penetration)；當音波能量被吸收至僅餘表面強度的半值強度時的組織深度，定義為半值深度(half-value depth, $D_{1/2}$)，事實上因為無法找到任何一點是音波能量完全被吸收的點，因此以半值深度作為計算組織吸收的係數，與臨床治療考量選擇參數的依據(廖文炫等，2003)。

(二) 駐波(standing wave)

超音波的能量在不同音波阻抗的組織介面會被反射，當反射波能遇到新傳送波能，當其波的相位(phase)相同時將增加波的強度，即產生所謂的駐波，或熱點(hot spot)。這種能量的增加可能造成組織傷害，可能造成血球鬱滯及血管內壁受損。施用超音波頻率1至5MHz、強度低至 $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ 、並且暴露時間僅0.1秒，即可產生此副作用。雖然超音波停止使用後，血球鬱滯現象即可回復，但內皮損傷仍然存在，治療時移動超音波的轉換器，或使用脈衝擊式輸出的超音波將可減少駐波、熱點的發生(Kitchen, 2002)。

2.3.3 超音波生物效應

一般來說，超音波對生物組織所產生的效應，可分為熱效應與非熱效應兩大部分：

(一) 熱效應

超音波行進通過組織時，能量經組織吸收後，其間的小分子會因振動而產生摩擦，部分能量轉換成熱能，使組織溫度升高，導致熱效應發生。若適度控制加諸於生理組織的超音波強度與作用時間，超音波的熱效應有助於組織的治療。研究發現，生理組織在 40~45°C 的環境下，至少 5 分鐘後，組織即可產生熱效應，有助於減輕疼痛、增進膠原組織的延伸性、減低關節僵硬、緩解肌肉痙攣及增加血液流量、改變神經傳導速度、降低慢性發炎等(Bradley et al., 2004; Draper, Harris, Schulthies, Knight, 1998; Kitchen, 2002; ter Haar, 2006)。

(二) 非熱效應

由於超音波疏密壓力的特性，在組織內膨脹與膨脹會導致組織液體的壓力改變，形成充滿氣體或水汽的微小氣泡，此即空泡作用(cavitation)的產生，它是對生物組織影響最大的一種非熱效應。空泡可分為穩定性空泡(stable cavitation)與不穩定性空泡(unstable cavitation)，又稱為暫時性空泡，僅有穩定性空泡能產生治療效應。不穩定性空泡崩陷所產生的壓力與高熱可能造成局部組織傷害。一般使用低頻、較高強度的超音波較易產生不穩定性空泡，因此選擇 0.1 W/cm²~0.2 W/cm² 區間平均強度的超音波有其益處。除了空泡作用外，超音波的傳遞過程中也會對組織產生振動(vibration)、壓力

(pressure) 及聲波流 (acoustic streaming) 等作用，聲波流產生高的黏滯性壓力，造成細胞膜滲透性及擴散速率改變，在治療上，這些機械作用會對組織進行週期性或非週期性的治療，可以調節細胞周圍的液體流動，並改變細胞內外的鈉、鈣、鉀等離子分佈及其他代謝產物進出細胞(廖文炫等，2003)。

當音波在組織內振動時，造成組織以相同頻率壓縮與膨脹，導致組織內的壓力各異，使身體內液體與組織產生微小的動作 (microscopic movement) 或振盪 (oscillations) 的微細按摩 (micromassage) 作用，微細按摩作用與超音波非熱效應與熱效應 (摩擦熱) 均有關(廖文炫等，2003)。

2.3.4 超音波操作方法

超音波針灸的治療方法主要是轉換器與體表直接接觸進行治療。轉換器與皮膚之間要用有一定黏滯性的介質膠。治療時根據轉換器操作固定或移動，分為固定法和移動法。

(一) 固定法：用於穴位或痛點的治療。轉換器固定在治療部位，所用劑量雖較小，一般在 0.5 W/cm^2 以下。固定式操作法容易發生熱點 (hot spots) 有引起組織過熱的可能，如引起骨膜疼痛，則是臨界強度的信號，應減少劑量。學者及美國衛生福利部均主張以

移動式操作來補償固定法波域不均勻的特性，固定法的缺點是容易形成駐波，造成血球鬱滯、血管壁內皮細胞損傷及血栓形成(廖文炫等，2003)。

(二) 移動法：用於較大面積的治療，是超音波治療最基本、最常用的方法。轉換器在治療部位作緩慢的直線往返式移動，或作圓圈式移動，移動速度為每秒 4 公分。移動法所用劑量較大，故治療時不可停止移動，並應保持對體表的均勻壓力(Kitchen, 2002; 廖文炫等，2003)。

2.3.5 超音波的參數

超音波運用在穴位刺激上，有兩種刺激方式：連續波(continuous wave)和脈衝波(pulsed wave)，使用不同電訊號激發轉換器，可調整以下四種刺激參數：

(一) 頻率(frequency)：超音波轉換器的輸出頻率，單位是 Hz。治療用超音波的頻率介於 0.75 至 3MHz 之間，最常被使用的是 1MHz 與 3MHz 的超音波，1MHz 產生的超音波能量可通過較表淺層的組織，主要在深層 2~5cm 的深層組織吸收，3MHz 超音波能量大多在深度 1~2cm 的表淺層組織被吸收。超音波的能量隨著音波行經組織愈深入而能量遞減，即弱化作用。弱

化作用中的吸收率隨超音波的頻率增加而增加。3MHz 的超音波不僅在較表淺層組織即被吸收，其吸收時間也較 1MHz 的超音波快 3 倍，導致組織高溫較易到達 (廖文炫等，2003；吳毓敏，1988)。

(二) 工作週期(duty cycle)：連續式超音波治療過程中，音波強度維持不變，能量全程 100 %輸出，脈衝式超音波的強度是週期性間斷，全部時間內的輸出平均強度將會減少，如圖 2.10 所示。在一脈動週期中，超音波輸出時期(pulse duration)佔整個週期時間的百分比，稱為工作週期(duty cycle)單位是% (廖文炫等，2003；吳毓敏，1988)。如方程式(2.6)所示：

$$\text{工作週期(duty cycle)} = \frac{\text{脈動時間(輸出時間)} \times 100}{\text{脈動週期(輸出時間 + 靜止時間)}} \quad (2.6)$$

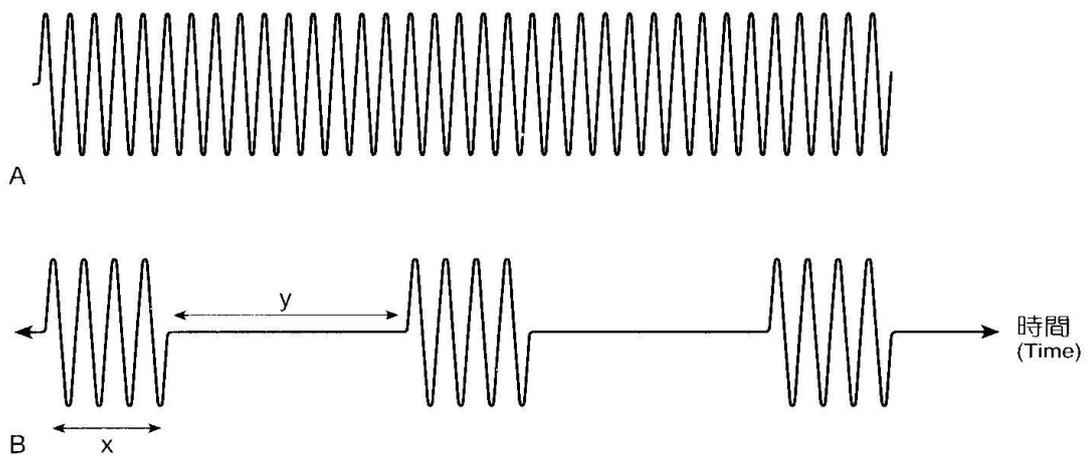


圖 2.10 超音波刺激波形 A 連續波式超音波。B 脈衝波式
超音波。

Figure 2.10. Waveform of ultrasound. A. Continuous wave
ultrasound. B. Pulsed wave ultrasound. The duty cycle of pulsed
wave mode illustrated is $x \div (x + y) \times 100\%$

資料來源：電療學臨床實證(頁 22) S. Kitchen 原著，許怡婷等譯，

2004，臺北市：合記出版社

(三) 脈波重複週期(pulse repetition period)：每個相鄰脈波的起始時間差(廖文炫等，2003)。

(四) 強度(intensity)：功率(power)是波束中所含的超音波能量總數，以瓦特(Watt)表示，強度是功率除以單位面積所得的比值，單位是 Watt/cm^2 (Kitchen, 2002; 廖文炫等，2003)。

本研究將藉著調控頻率、強度與工作週期對穴位進行刺激，比較刺激後的效果差異，期望找出較佳的超音波刺激參數。

2.4 超音波針灸

隨著醫學工程科技的進步，許多人試圖利用其他的刺激方式代替傳統針刺治療的方式，並改善其弱點(weakness)，使針灸更為安全與普及，其中以超音波最具發展上潛力，傳統上，超音波被認為是深層熱療中的一種型式，與短波、微波均可達到深層加熱的目的，由於超音波是一種機械能，非游離化輻射，不需擔憂電磁波所產生游離化輻射致癌、染色體變異的危機，因此物理治療臨床上使用遠超過短波、微波等熱療形式，當其穿過生物組織時可同時產生熱效應與非熱效應，近年來非熱效應更逐漸為人所研究與重視 (Michlovitz, 1996; 廖文炫等，2003)。

以穿過生物組織深度而言，超音波穿透深度較雷射、經皮神經電刺激為深，如表2.2所示，且超音波頻率越低，穿透組織深度越深，可依不同腧穴組織深度，調控音波頻率、ERA大小，以達最佳能量吸收位置(Kitchen, 2002; 廖文炫等，2003)。

表2.2

超音波、雷射、經皮神經電刺激組織吸收深度比較表

Table 2.2

Absorption depth of ultrasound, laser, and TENS in tissues

儀器	組織吸收深度
超音波 Ultrasound	1MHz： 2~5cm的深層組織 3MHz： 1~2cm的表淺層組織
雷射 Laser	(一) 氦氖雷射(He-Ne laser)：波長632.8nm 紅光 直接作用 ^a ：2~5mm 間接作用 ^b ：8~10mm (二) 鎵砷雷射(Ga-As laser)：波長904 nm 近紅外線 直接作用：1~2cm 間接作用：至(up to)5cm
經皮神經電刺激 TENS	(一)針灸式經皮神經電刺激(acupuncture-like TENS, AL-TENS)：作用於肌肉 GⅢ類A δ 神經纖維 (二)傳統經皮神經電刺激(convetional TENS)：作用於表皮A β 神經纖維 (三)強刺激經皮神經電刺激(intense TENS)：作用於表皮A δ 神經纖維

註：^a直接作用(direct effect)：淺層組織直接吸收雷射能量所產生作用。

^b間接作用(indirect effect)：淺層組織雷射能量吸收在深層組織所催化的代謝作用。

資料來源：表格整理自物理因子治療學：冷、熱光、水療及機械性治療，廖文炫等編著，2002，臺北市：合記出版社

超音波因具有傳遞能量的特性，過去就曾有學者萌生以超音波代替針刺的構想，著手進行初步的研究。1975 年 Khoe 使用超音波針灸手法治療梨狀肌痙攣(spasm)所造成的下背痛與坐骨神經痛，患者病情獲得改善，1984 年中國大陸方面則有金完成等人針對扭、挫傷患者進行超音波穴位刺激，結果顯示有療效者佔 94%，顯著療效者佔 56%，並觀查到超音波能提高皮膚溫度，降低皮膚電阻，1985 年金完成等針對超音波足三里穴位刺激顯示原本亢進腸鳴音會減弱，平均腸鳴音頻率下降，證實超音波作用於特定穴位上具有抑制腸蠕動的效果。1990 年白耀輝等對超音波針、脈衝電針、雷射針、微波等四種針灸替代法進行比較並有針刺組與空白組對照，使用 126 隻雄性大白兔分組進行鎮痛效果的評估。結果發現四種儀器都具有鎮痛作用，在統計學上具有統計意義，其中以超音波針的鎮痛效果最好。1996 年張果忠等人使用穴位針刺、艾灸、超音波針等三種不同刺激方法對實驗性胃痛大鼠進行治療，治療穴位為足三里穴。其中三種不同的刺激方法皆會產生明顯的鎮痛效果。其中超音波針和穴位針刺的鎮痛效果都能持續至停止刺激後 30 分鐘，且超音波針的鎮痛效果優於穴位針刺(轉引自王士豪，2000；陳彥廷，2003)。

台灣王士豪(2000)提出超音波系統之研發及其可行性研究報告，探討並評估不同超音波刺激於傳統針刺穴位的反應，作為發展非

侵入性超音波針灸的依據。研究方法使用不同的刺激時間與不同頻率（頻寬涵蓋 0.5~5 MHz）、工作週期、與功率的超音波，傳入針灸之穴位（左手的合谷穴），量測穴位刺激前後左右手十二原穴的經絡良導絡值（阻抗值），以 ANOVA 分析，評估穴位受不同超音波刺激作用的效果，來探討超音波刺激較佳的參數與應用於針灸的可行性。結果顯示，各種不同參數波形的超音波的刺激可明顯變化良導絡值（ $p < 0.05$ ），且左右手受刺激後的反應無顯著的差異（ $p > 0.05$ ）。初步結果顯示超音波刺激穴位確實會影響經絡上的良導絡值（阻抗值）。使用 5MHz 與 60% 工作週期的超音波刺激合谷穴超過 5 至 6 分鐘，即可使左右手穴位的良導絡值增加至穩定的飽和值，後續實驗時間可以此作參考。停止刺激後約 15 分鐘，不論左右手，穴位良導絡值都回復到刺激前的初始值。由此可知為避免經絡累積效應影響結果，每次實驗的刺激間隔至少要 15 分鐘以上。在 20% 至 70% 工作週期的超音波刺激下，穴位的良導絡值與超音波的工作週期幾乎成正比增加，而且不同頻率超音波刺激下，也都得到一致性的結果。使用不同頻率的超音波刺激，其穴位無較明顯的反應差別，此結果可能與每個轉換器音場的變異以及傳遞到穴位的超音波能量有關。此研究所使用的最大刺激超音波功率為 230 mW/cm^2 ，這個功率遠小於一般治療用超音波的功率（ $1 \sim 2 \text{ W/cm}^2$ ）。以確保研究刺激的安全性，同時也

隱含超音波刺激穴位的機制是非熱效應(non-thermal effect)，而非以熱效應為主，超音波的非熱效應比較可能接近傳統針刺的手法。超音波確實對穴位有刺激作用，證實超音波運用於穴位刺激的可行性。

Wang 等(2003)使用不同頻率（1和3 MHz）、功率及工作週期的超音波來施行於受試者右腳的足三里穴，共有67名健康志願者與60名高血壓患者分別接受10分鐘的刺激評估，實驗中並安排假刺激組作為對照組，以探討心理因素的影響。量測穴位超音波刺激前後左右手十二原穴的經絡良導絡值（阻抗值）變化與血壓、脈搏的生理變化量。結果顯示，高血壓病患與健康正常人經超音波刺激足三里穴後，左右手六原穴的經絡良導絡值均呈現明顯下降變化（ $p<0.01$ ）。頻率3MHz超音波刺激後的經絡良導絡值百分比變化比使用頻率1MHz刺激的變化大8%；使用0.77W（ $I_{SATA}=125.1\text{ mW/cm}^2$ ）超音波能量的刺激效果大於使用0.38W（ $I_{SATA}=61.7\text{ mW/cm}^2$ ）的刺激約6%；工作週期100%的刺激造成之平均變化量，較10%的刺激多7%。此外，高血壓病患經由超音波刺激之後，經Paired t-test統計分析，其收縮壓、舒張壓、脈搏都明顯下降（ $p<0.05$ ），平均生理量值的變化介於3%到7%。因此超音波穴位刺激確有降低高血壓患者血壓與脈搏的療效，這些結果更確定超音波針灸儀應用於未來臨床醫療與研究的可行性。

大陸許多對於超音波刺激虛里穴研究發現超音波刺激虛里穴，應用針灸學原理透過腧穴-經絡-藏腑可改善冠心病心絞痛患者臨床症狀、心電圖、缺血總面積(羅陸一、馮潤芬，2005)。

由上述的文獻可得知，人體的經絡與腧穴，確實具有生理及物理上的特性，因此在腧穴上進行刺激能達到不同的療效。常見的針刺替代法，目前有低頻電刺激、雷射、電磁波與超音波等。由過去的實驗中證明，超音波針在臨床治療上確實有比較顯著的療效，推測可是因為超音波對皮膚的穿透力比雷射與電脈衝強，而且能將聚焦後能量集中的超音波傳遞至穴位，相對於其他的針刺替代法，具備較佳的優勢與研究價值。

2.5 心率變異分析

2.5.1 心率變異分析原理與應用

人體的心跳並非以一固定的速率跳動，即使和平靜穩定的狀態下也會有相當程度的變化，稱之為「心率變異度(Heart Rate Variability, HRV)」。心率變異度是由自律神經系統所控制，藉以維持身體生理平衡，而心跳間距變化是受交感神經及副交感神經的統影響，因此可藉著分析心率變異度，作為自律神經系統活動的指標。

心律變異分析乃利用頻譜分析之原理，近來廣泛應用於自主神經系統活性的探討，具有非侵入性以及方便快捷等優點(羅彥宇，2005)，觀察調節心臟的交感及副交感神經的活動情形，提供自主神經系統平衡的訊息。1996年歐洲心臟學會(European Society of Cardiology)與北美心律及電生理學會(North American Society of Pacing and Electrophysiology)，對心率變異度分析訂定了統一的範圍、命名及測量的標準方法，並提出各種測量值所代表的生理意義(Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。心率變異度是將所有心跳間期作統計學或幾何學上的計算，所得到各種指標。分析的方法可分為時域(time domain)與頻域(frequency domain)兩種：

(一) 時域分析：

時域分析是以心電圖擷取正常心跳間相鄰R-R波之時間距離，以毫秒計算。時域分析中的指標如表2.3所示：(陳高揚、郭正典、駱惠銘，2000；陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭琪綺，2005)

表2.3

心律變異度時域分析測量指標、定義及臨床意義

Table 2.3

Time domain of heart rate variability

指標	單位	定義	臨床意義
SDNN	ms	全部正常心跳間期之標準差	整體心律變異度評估
SDANN	ms	全程依五分鐘分成連續的時段，先計算每五分鐘心跳間期的標準差，再計算標準差的平均值。	長時間心律變異度評估
SDNN Index	ms	全程依五分鐘分成連續的時段，計算每五分鐘心跳間期標準差的平均值	短時間心律變異度評估
RMSSD	ms	全部相鄰兩個心跳間期差異的均方根	與副交感神經活性有關
NN50	count	相鄰兩心跳間期差異大於50毫秒個數	與副交感神經活性有關
pNN50	%	相鄰兩心跳間期差異大於50毫秒個數之比例。	與副交感神經活性有關

Note. SDNN: Standard deviation of all NN intervals; SDANN: standard deviation of the averages of NN intervals in all 5 min segments of the entire recording; RMSSD: the square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent NN intervals; SDNN Index: mean of the standard deviations of all NN intervals for all 5min segments of the entire recording; pNN50%: NN50 count divided by the total number of all NN intervals

Note. From “Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use,” by Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996, *European Heart Journal*, 17(3), p.358.

資料來源：表格整理自心率變異度的簡介及護理上的應用，陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭琪綺，2005，*新台北護理期刊*，7(1)，頁4。

(二) 頻域分析：

頻域分析則是擷取正常心跳間相鄰R-R波之時間距離，以毫秒(ms)計算，將心跳間期對單位時間的變動訊號作快速傅利葉轉換(fast Fourier transform)，其強度為此頻率函數振幅的平方，把振幅的相對強度依單位時間量化，其頻譜下的面積即可代表該信號在信號頻譜下之功率頻譜密度(Power Spectral Density, PSD)，如方程式(2.7)所示。其中 $y(k)$ 為時間序數， Δt 為取樣時間， N 為取樣數目， $Y(f)$ 為 $y(k)$ 的離散時間傅利葉轉換。

$$P(f) = \frac{1}{N\Delta t} \left| \Delta t \sum_{k=0}^{N-1} y(k) e^{-j2\pi f k \Delta t} \right|^2 = \frac{1}{N\Delta t} |Y(f)|^2 \quad (2.7)$$

功率頻譜曲線下的面積可視為頻率反應的功率，個別頻帶區域下的面積可代表該頻帶頻率的功率，通常心率變異的頻譜分析區域在0-0.40 Hz間，在短時間的心率變異偵測中主要有三個區域範圍。高頻區(High Frequency, HF)，頻譜範圍在0.15-0.40Hz；低頻區(Low Frequency, LF)，頻譜範圍在0.04-0.15Hz；極低頻區(Very Low Frequency, VLF)，頻譜範圍 ≤ 0.04 Hz，曲線下面積的總和即為總功率(Total Power, TP)，如圖2.11、表2.4所示。

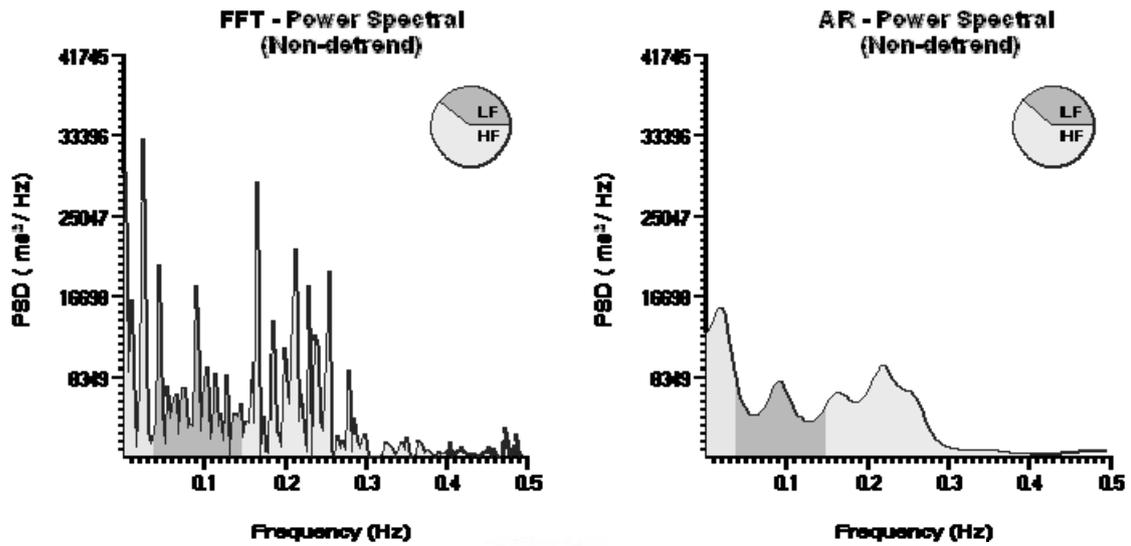


圖2.11 心率變異的頻譜分析區域

Figure 2.11. Spectral analysis of RR interval variability

資料來源：CheckMyHeart心律變異度分析軟體使用者介面截圖

極低頻功率成分的生理解釋較少被定義，低頻功率同時受到交感與副交感神經的調控，其絕對值或是與總功率的比率可以當作交感神經活性的定量指標，它會隨壓力接受器、溫度調節反應、週邊血管張力反射和腎素-血管張力素系統反應而改變，高頻功率反應副交感神經的活性，其絕對值或是與總功率的比率可以當作副交感神經活性的定量指標，它與呼吸有關。LF與HF 的功率也可以常規化單位 (normalized unit) 的值來表示，可由方程式(2.8)決定，LF 與HF 的功率在常規化後的表示強調自律神經系統中交感與副交感神經間活性的消長，以及作為評估LF(HF)功率對總功率的相對值。而低高頻功率比(LF/HF) 則可用以評估交感副交感神經的活性平衡指標(陳高揚等，2000；陳淑如等，2005)。

$$nLF (nHF) = \frac{LF(HF)power}{Total\ power - VLF\ power} = \frac{LF(HF)power}{HF\ power + LF\ power} \quad (2.8)$$

表2.4

心律變異度頻域分析測量指標、定義及臨床意義

Table 2.3

Frequency domain of heart rate variability

指標	單位	定義	頻譜範圍	臨床意義
TP	ms ²	總功率 全部正常心跳間期之變異數 高頻、低頻、極低頻的總和	≤0.4Hz	整體心律變異度評估
VLF	ms ²	極低頻範圍功率 極低頻範圍正常心跳間期之變異數	≤0.04Hz	生理意義不明
LF	ms ²	低頻範圍功率 低頻範圍正常心跳間期之變異數	0.04-0.15Hz	反應交感與副交感神經活性
HF	ms ²	高頻範圍功率 高頻範圍正常心跳間期之變異數	0.15-0.4Hz	反應副交感神經活性
nLF	n.u.	低頻功率常規化單位， LF/(TP-VLF)		交感神經活性 定量指標
nHF	n.u.	高頻功率常規化單位， HF/(TP-VLF)		副交感神經活 性定量指標
LF/HF		低、高頻功率的比值。		反應自律神經 活性平衡

Note. TP: Total Power; HF: High Frequency power; LF: Low Frequency power; VLF: Very Low Frequency power; nHF: HF power in normalized units; nLF: LF power in normalized units; LF/HF: ratio LF (ms²)/HF (ms²)

Note. From “Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use,” by Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996, *European Heart Journal*, 17(3), p.360.

資料來源：表格整理自心率變異度的簡介及護理上的應用，陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭琪綺，2005，*新台北護理期刊*，7(1)，頁4。

2.5.2 心率變異分析影響因子

臨床上影響心率變異分析的因素有：年齡、性別、晝夜、體位、職業、情緒行為、吸煙、疾病等因素，而其中對於體位、晝夜、年齡、性別等因素有較多學者提出報告。

- (一) 體位：姿勢由仰臥變為坐起時，總功率與高頻功率均會下降，低頻功率與仰臥時相仿，以高頻功率比與低頻功率可見比交感神經活性上升，副交感神經活性下降(陳高揚等，2000)。平躺與站立比較時，亦呈現交感神經活性上升，副交感神經活性下降(陳淑如等，2005)。
- (二) 晝夜變化：心率變異頻域的低頻值白天較高，而高頻值則夜晚增加，時域指標在夜晚增加(張保敏、郭藝芳，2004)。
- (三) 年齡：心率變異度由兒童隨年齡增加至成年，成年後隨著老化會使心率變異降低，研究呈現成人隨年齡增加副交感神經活性減弱，而交感神經活性增加(陳淑如等，2005；Zhang, 2007)。
- (四) 性別：女性有較佳的副交感神經活性，男性有較強交感神經活性，男性心率變異大於女性，但隨年齡老化，變異會縮小(陳淑如等，2005；Zhang, 2007)。

2.5.3 心率變異分析的應用

臨床的研究發現老化與疾病都會導致副交感神經活性下降(陳高揚、郭正典, 2001), 而且下降的程度與疾病的嚴重度或預後有關。例如高血壓病人所表現自律神經調控的異常(Thayer & Lane, 2007; Terathongkum & Pickler, 2004), 其低頻功率(反應交感神經活性)上升, 而高頻功率(反應副交感神經活性)下降。而自律神經病變則是糖尿病常見的併發症(蔡孟書、吳英黛、詹曉龍、賴金鑫、戴東原, 2003; Thayer & Lane, 2007), 慢性腎衰竭血液透析患者會造成低頻功率與高頻功率同時下降的現象(Karayaylali, et al., 2003)。因此, 臨床上頻域指標常被用於早期診斷自律神經病變、監測疾病進展、評估危險因子、以及用藥參考(Gang & Malik, 2003)。

近年來有許多研究是藉由心率變異信號的時域與頻域分析結果探討自律神經的穩態與中醫體質陰陽虛實的關係, 陳靜修等(2002)研究結果發現「陽」主要是交感神經表現作用, 屬於低頻帶 0.04~0.15Hz, 「陰」主要是副交感神經表現作用, 為高頻帶 0.15~0.4Hz, 認為可用心率變異參數中 LF 代表中醫的陽; HF 代表中醫的陰, 陰陽俱虛時, 自主神經功能則相當低下, 心率變異參數中之 LF 與 HF 功率較大時代表中醫之實證, LF 與 HF 功率較小時代表中醫之虛證, 林郁甯(2004)研究結果則發現 LF%及 LF/HF 可代表陽證強

弱；交感副交感平衡可代表陽陰平衡；LF 可代表實虛體質之強弱。
體質調理變化與自主神經改變有相關。

國內自然養生保健相關的研究也運用到心率變異分析，如研究太極拳對自主神經之影響 (林順萍等，2006；黃國禎、郭博昭、陳俊忠，1998)、靜坐數息(陳高揚、郭正典，2001) 與臥姿(陳高揚、郭正典，2001) 對自主神經之影響，傳統認為可以改善嘔吐、噁心內關穴，也有中醫利用心率變異性研究出針刺，可增加副交感神經功能，抑制交感神經功能。另有以心率變異探討針刺對周邊性顏面神經麻痺患者之影響(李育臣等，2003)，發現青壯年男性顏面神經患者LF較正常男性為低，利用Mann-Whitney檢定， $p < 0.05$ ，青壯年女性顏面神經患者pNN50%、TP、LFP、HFP均較正常女性低，男女性顏面神經患者針後較針前心跳N beat減緩，可見心率變異度分析應用於中醫或針灸領域與自然醫學方面日漸普及。

第三章 研究材料與方法

3.1 研究設計

本研究利用平行試驗(parallel trial)與隨機對照試驗(randomized controlled trial)之設計比較不同組別間的個體治療前後的結果，試驗設計流程如圖 3.1 所示：

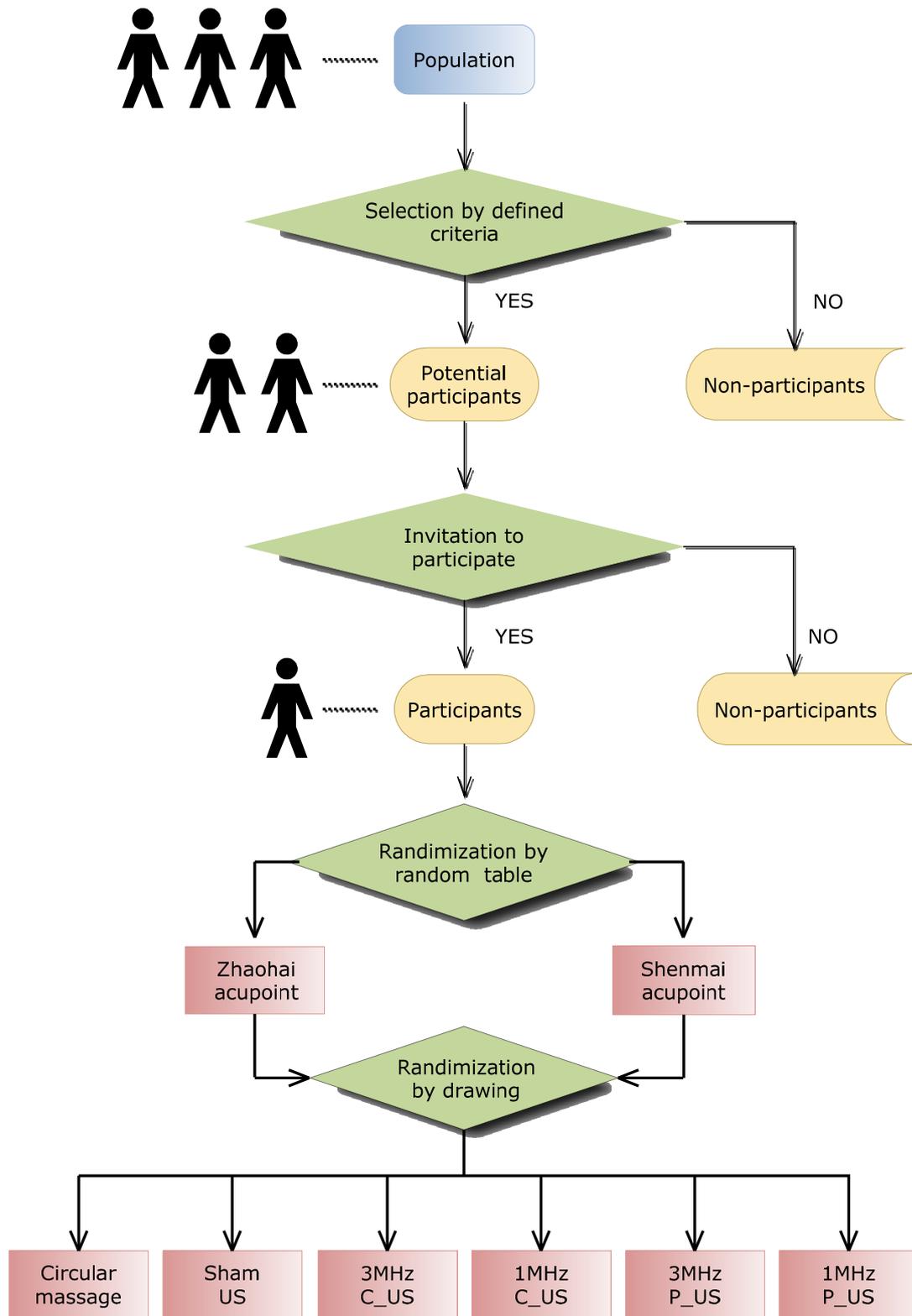


圖3.1 研究設計流程

Figure 3.1. Workflow of research design

US: ultrasound; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

3.1.1 研究對象

本試驗研究對象為15至55歲的一般民眾，受試者包含高雄市某地區醫醫院門診病患家屬及醫院同仁，同意參與本試驗並願意配合者。參與者在進行研究前先填寫受試者須知與同意書（如附錄一）、個人資料、自覺健康調查表（如附錄二）。未成年者（20歲以下）尚需取得監護人同意並填寫同意書，本試驗採自願性質，其權利義務均如附錄一之受試者須知所述，並可隨時退出本研究計畫。試驗排外條件包括：

1. 有足部傷口者
2. 足部感覺異常者
3. 服用影響自律神經藥物者
4. 受測前有喝刺激性飲料者
5. 受測前二小時有進食者
6. 受測當日激烈運動者
7. 受測日前一晚熬夜者
8. 呼吸速率不正常者
9. 醫師確定診斷之心血管疾病、糖尿病、睡眠障礙、肝病者
10. 身體嚴重疼痛者
11. 懷孕者

3.1.2 試驗分組

本試驗研究對象分組分成兩階段，第一階段為照海與申脈穴位分組，第二階段為超音波參數分組，

(一) 穴位分組：採用 GraphPad Software 網站 (URL : <http://graphpad.com/quickcalcs/randomize1.cfm>) 上所使用的隨機分配表，設定欲試驗人數分成兩組後即得如圖 3.2A，圖 3.2B 所示，再複製至 Microsoft Excel 備用，以 A 代表申脈穴，以 B 代表照海穴，並依此建立受試者編號及基本資料，如 A001 代表申脈穴第一位受試者，B001 代表照海穴第一位受試者，依此類推。分配至申脈組則不能交叉至照海組試驗，反之亦然。

Randomly assign subjects to treatment groups

Randomly choose a group for each subject

Assign subjects to each of groups. Repeat times.

A

Subject #	Group Assigned	
1	A	A-001
2	B	B-001
3	A	A-002
4	A	A-003
5	B	B-002
6	A	A-004
7	B	B-003
8	A	A-005
9	B	B-004
10	A	A-006

B

圖 3.2 隨機分配表操作 A 步驟一。B 步驟二。

Figure 3.2 Allocation by random table on line. A Step1. B Step2

資料來源：URL：<http://graphpad.com/quickcalcs/randomize1.cfm>

(二) 參數分組：穴位分組後依抽籤決定 6 種不同試驗參數的組，

同一個受試者可以個人意願與時間參加 1 至 6 組，每人最多完成照海或申脈穴六種不同參數的試驗，兩次試驗需相隔一天以上，藉以防止殘留效應影響測試結果，六種試驗參數包含三種主要目的：

1. 調控頻率、強度與工作週期對穴位進行刺激，比較刺激後的效果差異，照海與申脈這組對穴位於腳踝處，周遭組織以骨骼、韌帶主，有別於合谷、足三里周遭組織以肌肉為主，因此對於過去合谷、足三里超音波研究所使用的參數有重新驗證的必要。參數包 1MHz 的連續波組、1MHz 的脈衝波組、3MHz 的連續波組、3MHz 的脈衝波組合計共 4 組，採固定式操作。
2. 固定式操作超音波特別是使用連續波被某些學者認為即使在很低的劑量也有產生駐波的可能，宜採用移動式操作超音波，特別是照海、申脈周圍都是骨骼組織的穴位，依超音波學理更應注意這一點，但過去並無研究顯示單單在穴位上移動操作超音波，而無能量輸出是否就足以產生對自律神經平衡的影響，因此在尚未驗證之前，上述超音波能量輸出的 4 組仍採固定式操作以確定產生結果是由超音波能量而來，同時設計一組以圓圈式旋轉移動且無超音波能量輸出的試驗其對自律神經平衡的影響，採單一方向順時針方向，

每秒約一圈移動。本組試驗亦等同於穴位按摩的影響，也可作為未來超音波能量移動式輸出結合的參考。在其效應未充分了解之前，圓圈式旋轉移動的方向、力道、速度應盡量維持一致，以利進行研究。

3. 安慰效應組即使用假性超音波(sham ultrasound)輸出，由於超音波操作除皮膚接觸外本身並無感覺，相較於傳統針灸的實驗設計相當容易達成並且不易被受試者察覺，以了解超音波穴位刺激是否有安慰效應，特別是過去諸多研究指出傳統針灸效果本是安慰效應，也有研究認為超音波效果是安慰效應(廖文炫等，2003)，因此更有驗證必要，並可作為能量輸出組與旋轉按摩組效果的相對比較。

3.1.3 試驗時間

95年12月至96年3月合計約4個月每日上午8時至晚間8時，並記錄當時早、中、晚三時段溫度及濕度，晝夜時間是心率變異分析的干擾因子(張保敏、郭藝芳，2004)，但基於所面對的研究對象很多因為求學、工作或家務無法在同一時段內如早上進行測試，故本試驗開放三個時段供受試者選擇參加。

3.1.4 試驗地點

本試驗研究地點選擇在醫院內偏角落的獨立空間，約9平方公尺，以空調與溫濕度計控制每日的溫度在攝氏 $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 左右，濕度42%

±5% ，環境維持簡單、整潔、安靜。

3.2 研究材料與工具

研究材料與工具包括：

- (一) 超音波(ultrasound)：超音波熱療機 ULS-1000，傑邁電子公司，台製。衛屬醫器製字第 000984 號，BNR=1.0~5.0，如附圖 4.1 所示。
- (二) 介質膠(gel)：以管灌筒量計，每次使用 1~2c.c.。
- (三) 穴位探檢儀：Electronic acupuncture therapeutic generator WF-316r，台製，如附圖 4.2 所示。
- (四) 心率變異分析儀 (Heart Rate Variability Analyzer)：Daily Care CMH 3.0 型，達楷生醫科技股份有限公司，產品認證 FDA 510(K)，台製，如附圖 4.10 所示。
- (五) 心電圖電極貼片：Kendall Meditrace 200 Series ， $1\frac{3}{16}$ " × $1\frac{5}{16}$ " ，美國製。
- (六) 血壓計：OMRON HEM-705C，日製。
- (七) 數字式溫濕度計：CTH-5 勝利特電子，台製。
- (八) 計時器：Timer Clock GP-5，台製。

3.3 研究步驟與方法

3.3.1 研究步驟

本試驗於九十五年十二月通過院內人體試驗核准，核准函如附錄三，由復健科物理治療部門診與院內員工選擇符合研究條件的對象，且有意願參加試驗的受試者，試驗計劃主持人簡介自律神經於人體的角色與其重要性並同時解釋整個試驗流程，使受試者充分了解後，填寫受試者同意書問卷，接著採前述兩階段隨機分配，以不同參數的超音波刺激左腳踝下的照海或申脈穴，並以心率變異分析儀比較超音波操作前後自律神經平衡的改變，步驟如圖 3.3 所示：

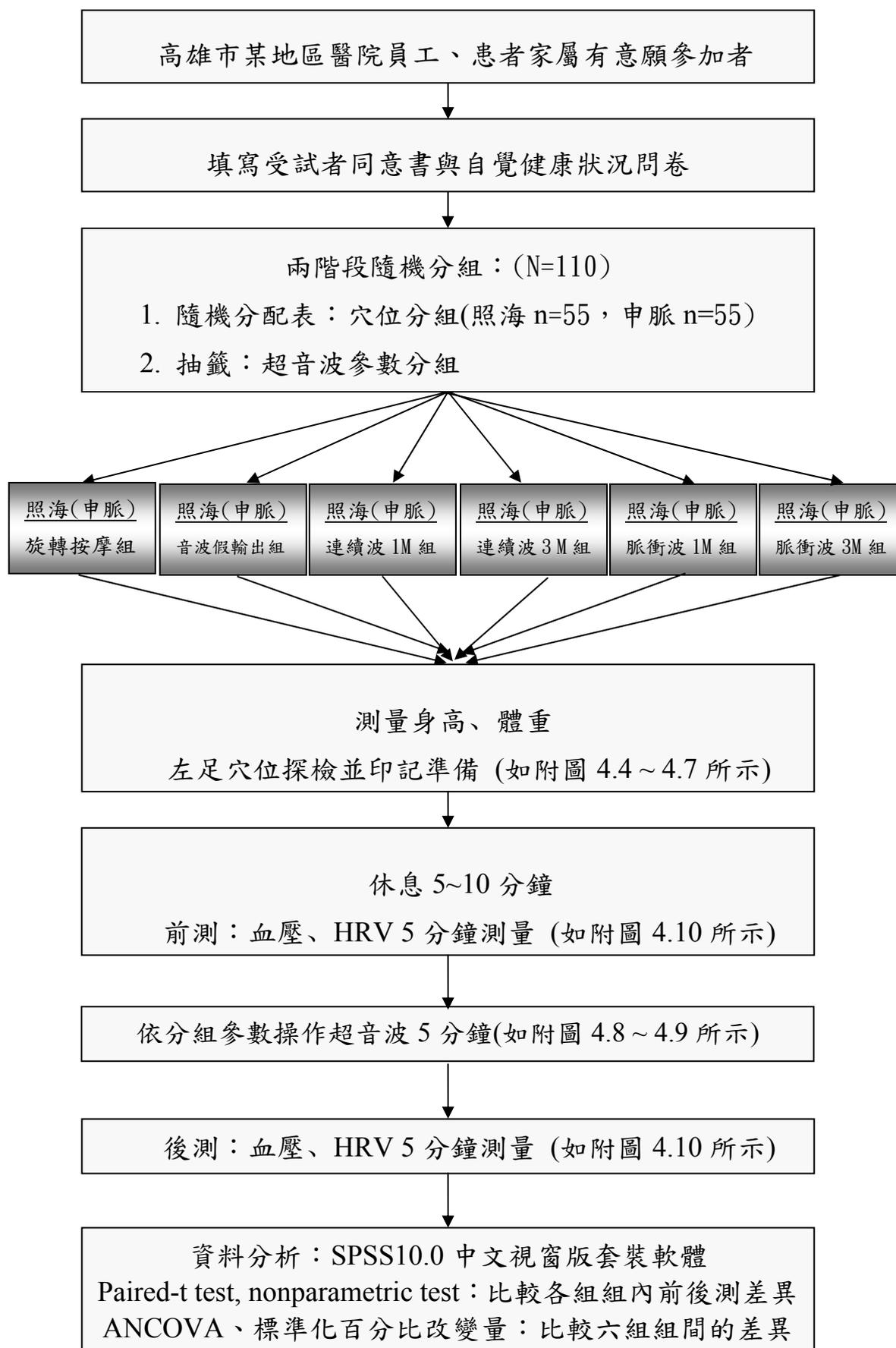


圖 3.3 實驗流程圖

Figure 3.3. Flowchart of the experiment

3.3.2 研究方法：

- (一) 姿位：採長坐姿(long sitting)，如附圖4.3所示，方便超音波的操作，並以病房用餐桌支撐受試者雙手，背部以舒適枕頭倚靠，使髖部維持約90至110度彎曲，以方便心率變異分析儀的測量，坐姿相較於仰臥姿的測量，受試者較不容易產生睡意而影響心率變異分析的數值。
- (二) 擺位：過去對於超音波針灸的研究多集中在肌肉組織較豐富的穴位如手部的合谷與部足的足三里，這些穴位實施超音波針灸除了較不易產生駐波外，亦較沒有擺位的問題，故過去也未曾有相關研究報告，針灸學中為了較易掌握神門穴，經常會做仰掌的動作取穴(莊育民，2000；黃維三，1985)，物理治療因子學中超音波治療軟組織需使其處於延長狀態，若位於關節處軟組織則應擺位使其暴露吸收超音波能量，根據解剖學推論，照海與申脈穴應分別位於距骨下關節(subtalar joint)內外側骨縫內，實際組織應為韌帶軟組織，傳統針灸可以見縫插針，超音波針灸則需靠超音波傳遞與能量吸收，若以正中姿位(neutral position)施行，骨縫屬於較封閉狀態，則較少超音波能量被吸收，較多能量被耗散。所以宜將關節打開，以增加骨縫韌帶吸收超音波能量，增加刺激穴道機會。依肌動學所述(Leardini, A.,

Stagni, R., & O'Connor, J. J., 2001), 兩處的開放位置(open pack position)應是照海處足背屈(dorsiflexion)加外翻(eversion), 申脈處蹠屈(plantarflexion)加內翻(inversion), 依此原則操作之, 但需囑咐受試者自己不要用力, 僅由操作者被動牽拉, 並且牽拉至關節中間角度(middle angle)或略大於中間角度角度即可。牽張至關節終端角度或甚至過度牽張會造成受試者不適, 或引起關節內, 肌腱處受器反應而影響測量數值。

(三) 探穴：照海與申脈定位除依典籍記載做初步定位外, 還以穴位探檢儀在關節牽拉至開放位置時作二次校對, 如附圖4.4、附圖4.6 所示, 穴位探檢儀主要原理是electrodermal screening, 利用穴位是體表反應點且電阻較低(黃維三, 1985; 戴新民, 1988), 輕觸穴位表皮, 瞬間通電發出聲響, 確認穴位, 可調控適當電阻敏感度以適用不同受試者皮膚阻抗。唯需注意不要使穴位探檢儀敏感度過高, 瞬間通入大量電流進入人體產生刺痛感, 引起後續測量的誤差。

(四) 時間：超音波的操作時間定為5分鐘, 根據過去研究顯示超音波針灸合谷穴5至6分鐘即可使良導絡值達至飽和(王士豪, 2000), 停止刺激後約15分鐘, 良導絡值就會恢復至刺激前起始值, 又根據學者Griffin與Karselis指出可用非常低強度0.02至

0.1W/cm²，時間為5分或稍多以固定式超音波治療小疼痛、痙攣、血腫塊、但需注意組織能量吸收不平均造成過熱，特別是骨膜所發生的熱點(廖文炫等，2003)，以組織特性而論，照海與申脈處的韌帶組織超音波吸收率大於合谷穴的肌肉組織，照海與申脈處的骨骼韌帶交界處組織又較合谷穴的單純肌肉組織易產生駐波，因此治療時間定為5分鐘，心率變異分析測量時間定為超音波停止刺激後約10分鐘內的訊號。

(五) 參數：單一轉換器雙頻率轉換1MHz 功率(power)=0.2W，ERA=2 cm²，強度(Intensity) =0.1W/cm²，3MHz 功率(power)=0.2W，ERA=1.7 cm²，強度(Intensity)=0.11W/cm²，pulse rate =on : off=1 : 3 因此使用脈衝波時輸出的平均強度只有連續波的25%，可由方程式(3.1)表示，其中區間平均時間尖峰強度(spatial average temporal peak intensity, I_{SATP})，區間平均時間平均強度(spatial average temporal average intensity, I_{SATA})，如圖3.4所示(吳毓敏，1988；廖文炫等，2003)。

$$I_{SATA} = I_{SATP} \times \text{Duty Cycle} = I_{SATP} \times \frac{1}{1+3} \times 100\% = I_{SATP} \times 25\% \quad (3.1)$$

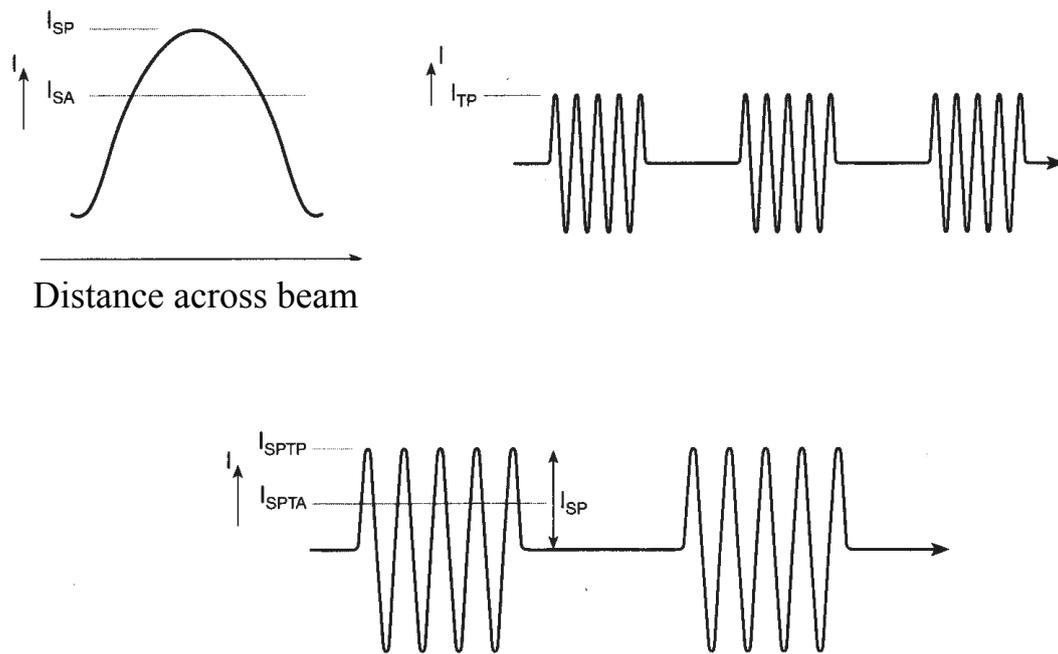


圖 3.4 超音波不同種類的強度。 I_{SATP} ：區間平均時間尖峰強度。 I_{SATA} ：區間平均時間平均強度。

Figure 3.4. Different intensity of ultrasound. I_{SATP} : spatial average temporal peak intensity. I_{SATA} : spatial average temporal average intensity.

資料來源：電療學臨床實證(頁24) S. Kitchen原著，許怡婷等譯，2004，

臺北市：合記出版社

3.3.3 數值分析：

採SPSS 10.0中文視窗版套裝軟體進行資料統計分析，SigmaPlot 2000繪圖軟體進行繪圖，數值分析主要包括二部份：

(一) 統計分析

1. 組內差異：

以成對樣本 t 檢定或無母數統計(non-parametric statistics)分析中的Wilcoxon signed-rank test比較照海與申脈各參數組組內前後之差異，以 $p < 0.05$ 為有統計上顯著性的意義。

2. 組間差異：

(1) 共變數分析：以共變數分析(ANCOVA)消除系統偏差和增加數據分析的精確性，將各參數組前測值作為後測值的共變量，對後測值作統計上的調整，當ANCOVA之 $p < 0.05$ 時，以Sidak的事後比較(posterior comparisons) 組間效應，控制整體實驗(experimentwise)統計結果type I error在 $\alpha = 0.05$ 以下(Rutherford, 2001; Keselman, Cribbie, & Holland, 2004)，了解照海與申脈各組組間與各項調整後後測數值是否有組間的差異，以 $p < 0.05$ 為有統計上顯著性的意義。

(2) 標準化百分比改變量(standardized percentage change): 為了

標準化各組間的差異與變化，故將各組數值先轉換成百分比的改變量，以MHR為例，如方程式(3.2)表示，各項變數值是以平均數百分比正負標準差百分比(Mean%±SD%)來表示。利用比較平均數法的單因子變異數分析(ANOVA)，當ANOVA之 $p < 0.05$ 時，以Sidak事後比較組間效應，控制整體實驗(experimentwise)統計結果type I error在 $\alpha = 0.05$ 以下(Rutherford, 2001; Keselman, Cribbie, & Holland, 2004)，了解照海與申脈各組組間百分比改變量是否有的差異，以 $p < 0.05$ 為有統計上顯著性的意義。

$$\Delta \text{MHR} (\%) = (\text{MHR}_{\text{後測}} - \text{MHR}_{\text{前測}}) \div \text{MHR}_{\text{前測}} \times 100\% \quad (3.2)$$

(二) 數據處理

心率變異分析變數包括SDNN、RMSSD (Kim et al, 2005)與頻譜功率值(Kim et al, 2005; Sandercock, Grocott-Mason, & Brodie, 2007)均轉形取自然對數(nature logarithm, ln)後方進行統計分析，原因是因為未取自然對數前的變數值並非呈現常態分布，屬偏移分佈，而取自然對數修正後才趨近常態分布，以符合統計分析方法上的常態分布的假設，統計方不降低統計之檢定力。本試驗根據Q-Q Plot及ANCOVA assumption (Rutherford, 2001)發現實驗數據並非常態分布，故以自然對數進行數據處理與統計分析。

3.4 研究限制：

本試驗的研究對象除盡可能控制的干擾因子如疾病類型、吸煙、呼吸異常外，因環境、時間的限制，使受試者的年齡分布、測量時間均無法達到心律變異分析干擾因子限制的期待，因此本試驗利用共變數分析(ANCOVA)來調整不同時間、年齡階層所測量的各項心率變異分析前測值對依變數(後測值)的影響，降低偏差、增加對試驗觀察的精確性。

第四章 研究結果

本研究結果分為三大部份討論，包括：一、研究對象基本資料分析；二、照海穴不同超音波參數刺激後與自律神經系統之相關性分析；三、申脈穴不同超音波參數刺激後自律神經系統之相關性分析。

4.1 研究對象基本資料

所有參與試驗者照海組55位其中男性14位(25%)、女性41位(75%)，申脈穴55位其中男性18位(32%)、女性37位(68%)，兩大組合計共110位，其中男性32位(29%)、女性78位(71%)。分別完成各組1至6種不同參數的試驗，所有參與試驗者平均年齡為 38.2 ± 11.0 歲，平均身高為 162.6 ± 7.3 cm，平均體重為 59.5 ± 12.3 kg，平均身體質量指數 (Body mass index; BMI) 值是 22.4 ± 3.7 。參與本試驗研究對象的基本資料如表 4.1 所示。分組基本資料如表 4.2、4.3 所示。兩組相互比較，基本資料均無顯著性差異($p>0.05$)。

表 4.1

受試者基本資料(N=110)

Table 4.1

Participants' characteristics (N=110)

Characteristics	Zhaohai (n=55)		Shenmai (n=55)		<i>p</i> value
	Mean	± SD	Mean	± SD	
Age (years)	37.1	± 11.4	39.2	± 10.5	0.317
Height (cm)	161.8	± 7.1	163.3	± 7.4	0.280
Weight (kg)	59.3	± 13.1	59.7	± 11.7	0.866
BMI (kg/m ²)	22.6	± 4.0	22.2	± 3.4	0.573

表 4.2

照海穴組受試者基本資料

Table 4.2

Participants' characteristics of Zhaohai group

variables	Circular massage (n=26)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=24)	3MHz_C_US (n=28)	1MHz_P_US (n=25)	3MHz_P_US (n=27)
Sex						
Male	7 (27%)	7 (27%)	8 (33%)	9 (32%)	7 (28%)	6 (22%)
Female	19 (73%)	19 (73%)	16 (67%)	19 (68%)	18 (72%)	21 (78%)
Age (years)	37.8 ± 11.0	39.5 ± 11.1	38.3 ± 11.4	37.6 ± 10.2	36.5 ± 10.8	36.7 ± 12.3
Height (cm)	161.9 ± 7.3	161.3 ± 7.5	162.1 ± 7.5	162.9 ± 7.7	162.7 ± 7.8	162.0 ± 7.5
Weight (kg)	61.3 ± 15.4	60.4 ± 12.3	58.8 ± 13.3	60.4 ± 14.9	59.6 ± 15.0	61.9 ± 15.6
BMI (kg/m ²)	23.2 ± 4.0	23.2 ± 3.9	22.2 ± 3.9	22.6 ± 4.2	22.4 ± 4.2	23.5 ± 4.8

Note. BMI: Body mass index.

Values are means±SD for age, height, body weight and BMI.

US: ultrasound ; C_US: continous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound.

表 4.3

申脈穴組受試者基本資料

Table 4.3

Participants' characteristics of Shenmai group

variables	Circular massage (n=28)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=26)	3MHz_C_US (n=29)	1MHz_P_US (n=24)	3MHz_P_US (n=27)
Sex						
Male	10 (36%)	10 (38%)	10 (38%)	10 (34%)	7(29%)	6(22%)
Female	18 (64%)	16 (62%)	16 (62%)	19 (66%)	17(71%)	21(78%)
Age (years)	37.2 ± 10.9	38.8 ± 10.9	38.7 ± 10.4	41.4 ± 10.1	39 ± 9.7	41.1 ± 9.5
Height (cm)	162.7 ± 7.0	165.3 ± 8.2	163.4 ± 7.9	163.3 ± 6.8	165.9 ± 7.5	164.7 ± 6.7
Weight (kg)	57.6 ± 8.4	61.8 ± 11.9	60.3 ± 10.6	60.6 ± 11.8	61.6 ± 10.4	60.3 ± 10.9
BMI (kg/m ²)	21.6 ± 2.1	22.5 ± 3.7	22.3 ± 2.6	22.5 ± 3.5	22.3 ± 3.5	22.1 ± 3.2

Note. BMI: Body mass index.

Values are means±SD for age, height, body weight and BMI.

US: ultrasound ; C_US: continous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound.

4.2 照海穴與自律神經系統之相關性

參數分組試驗數值分析方法如第三章3.3.3所示，結果如表4.4所示，並分述如下：

4.2.1 旋轉按摩組組內前後差異比較：

旋轉按摩組(circular massage group)組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓：

收縮壓(Systolic Blood Pressure, SBP) 前測平均為 104 ± 14 mmHg，後測平均為 102 ± 12 mmHg， p 值為0.018，顯示對於收縮壓下降具有顯著性統計意義。舒張壓(Diastolic Blood Pressure, DBP) 前測平均為 66 ± 12 mmHg，後測平均為 65 ± 12 mmHg， p 值為0.002，顯示對於舒張壓下降，具有顯著性統計意義。

(二) 心率變異時域分析：

平均心跳(Mean Heart Rate, MHR) 前測平均為 73 ± 6 次/分，後測平均為 72 ± 6 次/分， p 值為0.013，顯示對於平均心跳下降，具有顯著性統計意義。ln SDNN前測平均為 3.41 ± 0.38 (ln(ms))，後測平均為 3.57 ± 0.35 (ln(ms))， p 值為0.001，顯示對於ln SDNN增加，具有顯著性統計意義。

(三) 心率變異頻域分析：

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 $6.11 \pm 0.77 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $6.43 \pm 0.71 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.001，顯示對於ln TP增加，具有顯著性統計意義。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 $4.54 \pm 0.91 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $5.01 \pm 0.89 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值 < 0.001 ，顯示對於ln LF增加，具有顯著性統計意義。高頻功率自然對數值(ln HF) 前測平均為 $4.89 \pm 0.95 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $4.98 \pm 0.95 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.215，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF前測平均為 $3.65 \pm 0.46 \ln(\text{n.u.})$ ，後測平均為 $3.87 \pm 0.31 \ln(\text{n.u.})$ ， p 值為 < 0.001 ，顯示對於ln nLF上升，具顯著性統計意義。ln nHF前測平均為 $4.00 \pm 0.36 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $3.85 \pm 0.37 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.001，顯示對於ln nHF下降，具顯著性統計意義。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF) 前測平均為 -0.35 ± 0.80 ，後測平均為 0.03 ± 0.67 ， p 值為0.001，顯示對於ln (LF/HF)上升，具顯著性統計意義。

4.2.2 超音波假輸出組組內前後差異比較

超音波假輸出組(sham ultrasound group) 組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓：

收縮壓(SBP) 前測平均為 110 ± 19 mmHg，後測平均為 106 ± 18 mmHg， p 值為0.001，顯示對於收縮壓下降具有顯著性統計意義。
舒張壓(DBP) 前測平均為 69 ± 15 mmHg，後測平均為 68 ± 15 mmHg， p 值為0.087，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

平均心跳(MHR) 前測平均為 73 ± 8 次/分，後測平均為 71 ± 8 次/分， p 值為0.003，顯示對於平均心跳下降，具有顯著性統計意義。
 \ln SDNN 前測平均為 3.45 ± 0.28 (ln(ms))，後測平均為 3.54 ± 0.23 (ln(ms))， p 值為0.060，顯示對於 \ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(\ln TP) 前測平均為 6.17 ± 0.56 ln(ms²)，後測平均為 6.31 ± 0.46 ln(ms²)， p 值為0.109，顯示對於 \ln TP無顯著性的改變。
低頻功率自然對數值(\ln LF) 前測平均為 4.65 ± 0.68 ln(ms²)，後測平均為 4.71 ± 0.56 ln(ms²)， p 值為0.473，顯示對於 \ln LF無顯著性的改變。
高頻功率(\ln HF) 前測平均為 4.72 ± 0.86 ln(ms²)，後測平均為 4.89 ± 0.73 ln(ms²)， p 值為0.072，顯示對於 \ln HF無顯著性的改變。
 \ln nLF 前測平均為 3.80 ± 0.38 ln(n.u.)，後測平均為 3.76 ± 0.37 ln(n.u.)， p 值為0.458，顯示對於 \ln nLF無顯著性

的改變。ln nHF 前測平均為 $3.88 \pm 0.43 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $3.94 \pm 0.36 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.163，顯示對於ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF)前測平均為 0.07 ± 0.79 ，後測平均為 -0.17 ± 0.71 ， p 值為0.300，顯示對於ln (LF/HF)無顯著性的改變。

4.2.3 1MHz 連續波組組內前後差異比較

1MHz 連續波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓：

收縮壓(SBP) 前測平均為 $104 \pm 15 \text{ mmHg}$ ，後測平均為 $102 \pm 15 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.188，顯示對於SBP無顯著性的改變。舒張壓(DBP) 前測平均為 $64 \pm 13 \text{ mmHg}$ ，後測平均為 $63 \pm 12 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.614，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

平均心跳(MHR) 前測平均為 72 ± 8 次/分，後測平均為 71 ± 8 次/分， p 值為0.054，顯示對於平均心跳無顯著性的改變。ln SDNN前測平均為 $3.55 \pm 0.22 (\ln(\text{ms}))$ ，後測平均為 $3.64 \pm 0.25 (\ln(\text{ms}))$ ， p 值為0.074，顯示對於ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 $6.38 \pm 0.44 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $6.56 \pm 0.50 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.071，顯示對於ln TP無顯著性的改變。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 $4.79 \pm 0.67 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $4.96 \pm 0.64 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.152，顯示對於ln LF無顯著性的改變。高頻功率自然對數值(ln HF) 前測平均為 $4.99 \pm 0.99 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $5.07 \pm 0.83 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.420，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF前測平均為 $3.71 \pm 0.51 \ln(\text{n.u.})$ ，後測平均為 $3.78 \pm 0.44 \ln(\text{n.u.})$ ， p 值為0.280，顯示對於ln nLF無顯著性的改變。ln nHF前測平均為 $3.91 \pm 0.44 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $3.89 \pm 0.37 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.757，顯示對於ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF) 前測平均為 -0.20 ± 0.92 ，後測平均為 -0.11 ± 0.80 ， p 值為0.450，顯示對於ln (LF/HF)無顯著性的改變。

4.2.4 3MHz 連續波組組內前後差異比較

3MHz 連續波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓：

收縮壓(SBP) 前測平均為 $105 \pm 12 \text{ mmHg}$ ，後測平均為 $102 \pm 12 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.003，顯示對於SBP下降具有顯著性統計意義。

舒張壓 (DBP) 前測平均為 66 ± 12 mmHg，後測平均為 66 ± 11 mmHg， p 值為 0.769，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

平均心跳 (MHR) 前測平均為 70 ± 9 次/分，後測平均為 69 ± 8 次/分， p 值為 0.152，顯示對於平均心跳無顯著性的改變。ln SDNN 前測平均為 3.59 ± 0.24 (ln(ms))，後測平均為 3.62 ± 0.26 (ln(ms))， p 值為 0.504，顯示對於 ln SDNN 無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值 (ln TP) 前測平均為 6.44 ± 0.50 ln(ms²)，後測平均為 6.50 ± 0.48 ln(ms²)， p 值為 0.316，顯示對於 ln TP 無顯著性的改變。低頻功率自然對數值 (ln LF) 前測平均為 5.09 ± 0.73 ln(ms²)，後測平均為 4.95 ± 0.61 ln(ms²)， p 值為 0.237，顯示對於 ln LF 無顯著性的改變。高頻功率自然對數值 (ln HF) 前測平均為 5.17 ± 0.77 ln(ms²)，後測平均為 5.27 ± 0.74 ln(ms²)， p 值為 0.238，顯示對於 ln HF 無顯著性的改變。ln nLF 前測平均為 3.77 ± 0.53 ln(n.u.)，後測平均為 3.68 ± 0.45 ln(n.u.)， p 值為 0.183，顯示對於 ln nLF 無顯著性的改變。ln nHF 前測平均為 3.85 ± 0.45 ln(ms²)，後測平均為 3.99 ± 0.32 ln(ms²)， p 值為 0.016，顯示對於 ln nHF 上升，具有顯著性統計意義。低高頻功率比自然對數值 ln (LF/HF)

前測平均為 -0.08 ± 0.95 ，後測平均為 -0.32 ± 0.76 ， p 值為 0.053 ，顯示對於 $\ln(LF/HF)$ 無顯著性的改變。但已非常接近有統計意義的範圍。

4.2.5 1MHz 脈衝波組組內前後差異比較

1MHz 脈衝波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓：

收縮壓(SBP) 前測平均為 105 ± 14 mmHg，後測平均為 105 ± 15 mmHg， p 值為 0.638 ，顯示對於SBP無顯著性的改變。舒張壓(DBP) 前測平均為 66 ± 12 mmHg，後測平均為 65 ± 11 mmHg， p 值為 0.677 ，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

平均心跳(MHR) 前測平均為 71 ± 10 次/分，後測平均為 70 ± 10 次/分， p 值為 0.009 ，顯示對於平均心跳下降，具有顯著性統計意義。
 \ln SDNN前測平均為 3.73 ± 0.35 ($\ln(\text{ms})$)，後測平均為 3.76 ± 0.30 ($\ln(\text{ms})$)， p 值為 0.554 ，顯示對於 \ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(\ln TP) 前測平均為 6.69 ± 0.72 $\ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 6.74 ± 0.60 $\ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為 0.493 ，顯示對於 \ln TP無顯著性的改變。低頻功率自然對數值(\ln LF) 前測平均為 5.04 ± 1.07

$\ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $5.24 \pm 0.87 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.148，顯示對於 \ln LF無顯著性的改變。高頻功率自然對數值(\ln HF) 前測平均為 $5.56 \pm 1.02 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $5.58 \pm 0.98 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.815，顯示對於 \ln HF無顯著性的改變。 \ln nLF前測平均為 $3.50 \pm 0.65 \ln(\text{n.u.})$ ，後測平均為 $3.64 \pm 0.58 \ln(\text{n.u.})$ ， p 值為0.141，顯示對於 \ln nLF無顯著性的改變。 \ln nHF前測平均為 $4.01 \pm 0.48 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $3.93 \pm 0.49 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.141，顯示對於 \ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值 \ln (LF/HF)前測平均為 -0.51 ± 1.10 ，後測平均為 -0.29 ± 1.04 ， p 值為0.106，顯示對於 \ln (LF/HF)無顯著性的改變。

4.2.6 3MHz 脈衝波組組內前後差異比較

3MHz 脈衝波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓：

收縮壓(SBP) 前測平均為 $104 \pm 12 \text{ mmHg}$ ，後測平均為 $104 \pm 11 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.541，顯示對於SBP無顯著性的改變。舒張壓(DBP) 前測平均為 $67 \pm 11 \text{ mmHg}$ ，後測平均為 $66 \pm 11 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.558，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

平均心跳(MHR) 前測平均為 72 ± 9 次/分，後測平均為 72 ± 9 次/分， p 值為0.099，顯示對於平均心跳無顯著性的改變。ln SDNN前測平均為 3.54 ± 0.29 (ln(ms))，後測平均為 3.62 ± 0.32 (ln(ms))， p 值為0.102，顯示對於ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 6.34 ± 0.58 ln(ms²)，後測平均為 6.52 ± 0.66 ln(ms²)， p 值為0.053，顯示對於ln TP無顯著性的改變。但已非常接近有意義的範圍。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 4.68 ± 0.77 ln(ms²)，後測平均為 5.05 ± 0.90 ln(ms²)， p 值 <0.001 ，顯示對於ln LF增加具有顯著性統計意義。高頻功率自然對數值(ln HF)前測平均為 5.05 ± 0.87 ln(ms²)，後測平均為 5.10 ± 0.80 ln(ms²)， p 值為0.554，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF前測平均為 3.67 ± 0.35 ln(n.u.)，後測平均為 3.84 ± 0.31 ln(n.u.)， p 值為0.006，顯示對於ln nLF上升具有顯著性統計意義。ln nHF前測平均為 4.04 ± 0.26 ln(ms²)，後測平均為 3.89 ± 0.30 ln(ms²)， p 值為0.002，顯示對於ln nHF下降，且具有顯著性統計意義。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF) 前測平均為

-0.37 ± 0.60 ，後測平均為 -0.04 ± 0.60 ， p 值為 0.002，顯示對於 \ln (LF/HF) 上升，且具有顯著性統計意義。

表 4.4

照海穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化

Table 4.4

Changes in blood pressure and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation within Zhaohai groups

variables	time	Circular massage (n=26)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=24)	3MHz_C_US (n=28)	1MHz_P_US (n=25)	3MHz_P_US (n=27)
Physiological effect (Blood Pressure)							
SBP (mm-Hg)	before	104 ± 14	110 ± 19	104 ± 15	105 ± 12	105 ± 14	104 ± 12
	after	102 ± 12	106 ± 18	102 ± 15	102 ± 12	105 ± 15	104 ± 11
	<i>p^a</i> value	0.018*	0.001**	0.188	0.003**	0.638	0.541
DBP (mm-Hg)	before	66 ± 12	69 ± 15	64 ± 13	66 ± 12	66 ± 12	67 ± 11
	after	65 ± 12	68 ± 15	63 ± 12	66 ± 11	65 ± 11	66 ± 11
	<i>p^a</i> value	0.002**	0.087	0.614	0.769	0.677	0.558
Heart Rate variability (time domain)							
MHR (beat/min)	before	73 ± 6	73 ± 8	72 ± 8	70 ± 9	71 ± 10	72 ± 9
	after	72 ± 6	71 ± 8	71 ± 8	69 ± 8	70 ± 10	72 ± 9
	<i>p^a</i> value	0.013*	0.003**	0.054	0.152	0.009**	0.099
SDNN (ms)	before	32.56 ± 12.23	32.76 ± 9.27	35.70 ± 8.46	37.34 ± 8.83	44.30 ± 15.20	39.95 ± 11.50
	after	37.41 ± 11.05	35.23 ± 7.85	39.21 ± 10.32	38.30 ± 9.26	44.65 ± 13.50	39.37 ± 13.90
	<i>p^a</i> value	0.005**	0.062	0.067	0.495	0.946	0.064
ln SDNN (ln(ms))	before	3.41 ± 0.38	3.45 ± 0.28	3.55 ± 0.22	3.59 ± 0.24	3.73 ± 0.35	3.54 ± 0.29
	after	3.57 ± 0.35	3.54 ± 0.23	3.64 ± 0.25	3.62 ± 0.26	3.76 ± 0.30	3.62 ± 0.32
	<i>p^b</i> value	0.001**	0.060	0.074	0.504	0.554	0.102

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$ significantly different. ^a*p* : p value using Wilcoxon signed-rank test; ^b*p*: p value using paired t-test. Values are mean±SD. US: ultrasound ; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound.

表 4.4 (續)

照海穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化

Table 4.4 (Continued)

Changes in blood pressure and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation within Zhaohai groups

variables	time	Circular massage (n=26)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=24)	3MHz_C_US (n=28)	1MHz_P_US (n=25)	3MHz_P_US (n=27)
Heart Rate variability (frequency domain)							
TP (ms ²)	before	596.15 ± 502.37	553.73 ± 324.21	648.83 ± 330.24	707.07 ± 369.74	1020.80 ± 729.26	676.44 ± 488.11
	after	741.58 ± 408.27	609.50 ± 283.19	800.63 ± 452.89	743.93 ± 348.54	1007.04 ± 621.78	857.30 ± 750.89
	<i>p</i> ^a value	0.005**	0.187	0.072	0.452	0.977	0.034*
ln TP (ln(ms ²))	before	6.11 ± 0.77	6.17 ± 0.56	6.38 ± 0.44	6.44 ± 0.50	6.69 ± 0.72	6.34 ± 0.58
	after	6.43 ± 0.71	6.31 ± 0.46	6.56 ± 0.50	6.50 ± 0.48	6.74 ± 0.60	6.52 ± 0.66
	<i>p</i> ^b value	0.001**	0.109	0.071	0.316	0.493	0.053
LFP (ms ²)	before	138.54 ± 133.76	130.35 ± 88.98	150.58 ± 112.11	212.11 ± 194.68	266.44 ± 293.56	148.78 ± 157.01
	after	208.54 ± 179.40	129.77 ± 79.28	177.29 ± 136.72	174.64 ± 144.70	271.24 ± 247.38	229.93 ± 249.70
	<i>p</i> ^a value	0.001**	0.904	0.130	0.092	0.581	0.002**
ln LFP (ln(ms ²))	before	4.54 ± 0.91	4.56 ± 0.68	4.79 ± 0.67	5.09 ± 0.73	5.04 ± 1.07	4.68 ± 0.77
	after	5.01 ± 0.89	4.71 ± 0.56	4.96 ± 0.64	4.95 ± 0.61	5.24 ± 0.87	5.05 ± 0.90
	<i>p</i> ^b value	<0.001**	0.473	0.152	0.237	0.148	<0.001**
HFP (ms ²)	before	197.23 ± 179.31	153.73 ± 120.52	215.13 ± 170.16	227.00 ± 156.67	407.96 ± 445.57	223.74 ± 223.02
	after	205.85 ± 167.02	172.73 ± 139.63	212.96 ± 162.49	247.14 ± 171.28	390.76 ± 335.29	227.81 ± 240.77
	<i>p</i> ^a value	0.431	0.155	0.587	0.322	0.979	0.464
ln HFP (ln(ms ²))	before	4.89 ± 0.95	4.72 ± 0.86	4.99 ± 0.99	5.17 ± 0.77	5.56 ± 1.02	5.05 ± 0.87
	after	4.98 ± 0.95	4.89 ± 0.73	5.07 ± 0.83	5.27 ± 0.74	5.58 ± 0.98	5.10 ± 0.80
	<i>p</i> ^b value	0.215	0.072	0.420	0.238	0.815	0.554

Note. see Table 4.4

表 4.4 (續)

照海穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化

Table 4.4 (Continued)

Changes in blood pressure and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation within Zhaohai groups

variables	time	Circular massage (n=26)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=24)	3MHz_C_US (n=28)	1MHz_P_US (n=25)	3MHz_P_US (n=27)
Heart Rate variability (frequency domain)							
nLF (n.u)	before	42 ± 17	48 ± 18	46 ± 20	49 ± 21	40 ± 23	42 ± 14
	after	50 ± 15	46 ± 16	48 ± 18	43 ± 17	44 ± 22	49 ± 14
	<i>p^a</i> value	0.001**	0.218	0.391	0.040*	0.128	0.002**
ln nLF (ln(n.u))	before	3.65 ± 0.46	3.80 ± 0.38	3.71 ± 0.51	3.77 ± 0.53	3.50 ± 0.65	3.67 ± 0.35
	after	3.87 ± 0.31	3.76 ± 0.37	3.78 ± 0.44	3.68 ± 0.45	3.64 ± 0.58	3.84 ± 0.31
	<i>p^b</i> value	<0.001**	0.458	0.280	0.183	0.141	0.006**
nHF (n.u)	before	58 ± 17	52 ± 18	54 ± 20	51 ± 21	60 ± 23	58 ± 14
	after	50 ± 15	54 ± 16	52 ± 18	57 ± 17	56 ± 22	51 ± 14
	<i>p^a</i> value	0.001**	0.218	0.391	0.040*	0.128	0.001**
ln nHF (ln(n.u))	before	4.00 ± 0.36	3.88 ± 0.43	3.91 ± 0.44	3.85 ± 0.45	4.01 ± 0.48	4.04 ± 0.26
	after	3.85 ± 0.37	3.94 ± 0.36	3.89 ± 0.37	3.99 ± 0.32	3.93 ± 0.49	3.89 ± 0.30
	<i>p^b</i> value	0.001**	0.163	0.757	0.016*	0.141	0.002**
LF/HF	before	0.97 ± 0.94	1.29 ± 1.22	1.22 ± 1.19	1.35 ± 1.09	1.07 ± 1.31	0.83 ± 0.53
	after	1.30 ± 1.03	1.09 ± 0.95	1.18 ± 0.82	0.94 ± 0.66	1.24 ± 1.28	1.13 ± 0.67
	<i>p^a</i> value	0.001**	0.073	0.324	0.013*	0.247	0.002**
ln (LF/HF)	before	-0.35 ± 0.80	0.07 ± 0.79	-0.20 ± 0.92	-0.08 ± 0.95	-0.51 ± 1.10	-0.37 ± 0.60
	after	0.03 ± 0.67	-0.17 ± 0.71	-0.11 ± 0.80	-0.32 ± 0.76	-0.29 ± 1.04	-0.04 ± 0.60
	<i>p^b</i> value	0.001**	0.300	0.450	0.053	0.106	0.002**

Note. see Table 4.4

4.2.7 六組參數組間前後差異比較

六組參數組間比較，數值分析方法如第三章3.3.3 所示，包括共變異數分析(ANCOVA)，結果如表4.5所示，與標準化百分比改變量(standardized percentage change)，數值變化量皆是以平均數百分比正負標準差百分比 (Mean%±SD%) 來表示。結果如表4.6 所示，並分述如下：

(一) 共變異數分析

共變異數分析是在依變數(後測值)有關的變數(前測值)加以測量，對依變數(後測值)作統計上的調整，各項依變數(後測值)在SPSS分析後所得的估計值是以LS Mean ± Standard Error(SE)表示，為取得統一，在此均轉換為以LS Mean ± Standard deviation(SD)表示，轉換方法如方程式(4.1)所示，其中n表樣本數(sample size)。

$$SD = SE \times \sqrt{n} \quad (4.1)$$

(1) 收縮壓：

收縮壓(SBP)調整後後測值：旋轉按摩組為103±5 mmHg，超音波假輸出組為102±6 mmHg，1MHz連續波組為103±5 mmHg，3MHz連續波組為102±5 mmHg，1MHz脈衝波組為104±5 mmHg，3MHz脈衝波組為105±5 mmHg，*p*值為0.193，顯示收縮壓後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(2) 舒張壓：

舒張壓(DBP)調整後後測值：旋轉按摩組為 64 ± 4 mmHg，超音波假輸出組為 65 ± 4 mmHg，1MHz連續波組為 65 ± 4 mmHg，3MHz連續波組為 66 ± 4 mmHg，1MHz脈衝波組為 66 ± 4 mmHg，3MHz脈衝波組為 66 ± 4 mmHg， p 值為0.777，顯示收縮壓後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(3) 平均心跳：

平均心跳(MHR)調整後後測值：旋轉按摩組為 71 ± 3 (beat/min)、超音波假輸出組為 71 ± 3 (beat/min)、1MHz連續波組為 71 ± 3 (beat/min)、3MHz連續波組為 71 ± 3 (beat/min)、1MHz脈衝波組為 71 ± 3 (beat/min)、3MHz脈衝波組為 71 ± 3 (beat/min)， p 值為0.880，顯示平均心跳後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(4) ln SDNN：

ln SDNN調整後後測值：旋轉按摩組為 3.66 ± 0.20 (ln(ms))、超音波假輸出組為 3.61 ± 0.20 (ln(ms))、1MHz連續波組為 3.64 ± 0.20 (ln(ms))、3MHz連續波組為 3.58 ± 0.20 (ln(ms))、1MHz脈衝波組為 3.62 ± 0.21 (ln(ms))、3MHz脈衝波組為 3.63 ± 0.20 (ln(ms))， p 值為0.761，顯示ln SDNN後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

異。

(5) ln TP

ln TP調整後後測值：旋轉按摩組為 6.60 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、超音波假輸出組為 6.45 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz連續波組為 6.54 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz連續波組為 6.44 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz脈衝波組為 6.50 ± 0.40 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz波脈衝組為 6.54 ± 0.38 ($\ln(\text{ms}^2)$)， p 值為0.660，顯示總功率自然對數值(ln TP)後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(6) ln LF

ln LF調整後後測值：旋轉按摩組為 5.19 ± 0.50 ($\ln(\text{ms}^2)$)、超音波假輸出組為 4.82 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz連續波組為 4.97 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz連續波組為 4.75 ± 0.50 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz脈衝波組為 5.07 ± 0.50 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz波脈衝組為 5.14 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)， p 值為0.060，顯示低頻功率自然對數值(ln LF) 後測調整值在參數組間無顯著性的差異。但有顯著性差異($p < 0.05$)的趨勢，如圖4.1所示。

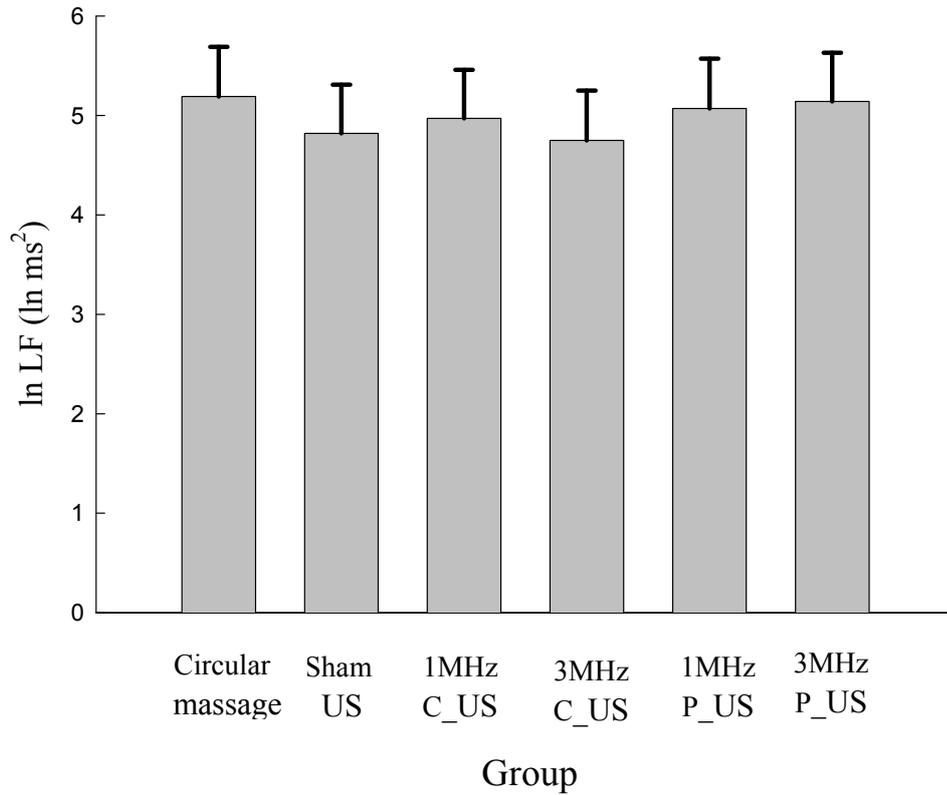


圖 4.1 照海穴六組間低頻功率自然對數值共變異數分析之比較

Figure 4.1. comparison of LS means of ln LF between six groups using ANCOVA

Error bars represent standard deviation.

Overall ANCOVA *p* value is 0.060.

US: ultrasound ; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

(7) ln HF

ln HF調整後後測值：旋轉按摩組為 5.12 ± 0.39 (ln(ms²))、超音波假輸出組為 5.17 ± 0.40 (ln(ms²))、1MHz連續波組為 5.13 ± 0.39 (ln(ms²))、3MHz連續波組為 5.18 ± 0.40 (ln(ms²))、1MHz脈衝波組為 5.18 ± 0.41 (ln(ms²))、3MHz脈衝波組為 5.11 ± 0.39 (ln(ms²))，*p*值為0.937，顯示高頻功率自然對數值(ln HF)後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(8) ln nLF

ln nLF調整後後測值：旋轉按摩組為 3.90 ± 0.28 (ln(n.u.))、超音波假輸出組為 3.69 ± 0.29 (ln(n.u.))、1MHz連續波組為 3.76 ± 0.28 (ln(n.u.))、3MHz連續波組為 3.62 ± 0.28 (ln(n.u.))、1MHz脈衝波組為 3.76 ± 0.29 (ln(n.u.))、3MHz脈衝波組為 3.85 ± 0.28 (ln(n.u.))，*p*值為0.007，顯示ln nLF後測調整值在參數組間有顯著性的差異。如圖4.2所示

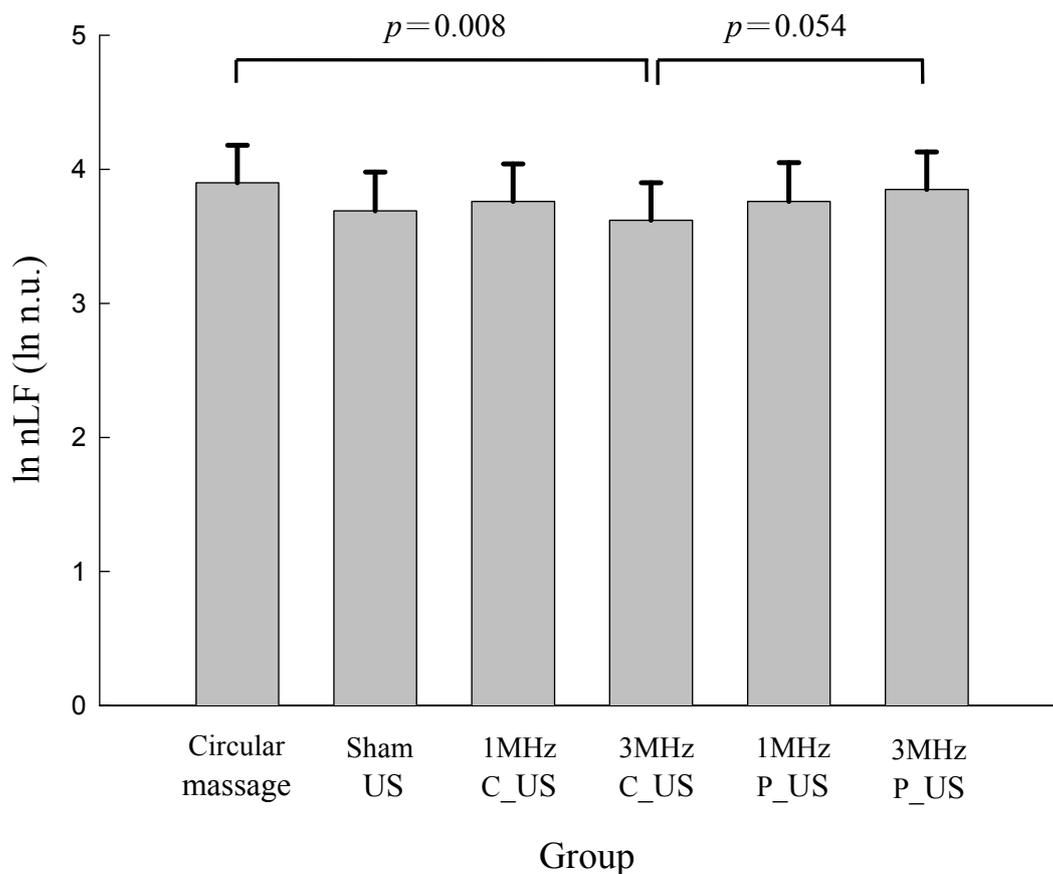


圖 4.2 照海穴六組間常規化低頻功率自然對數值共變異數分析之比較

Figure 4.2. Comparison of LS means of ln nLF between six groups using ANCOVA

Error bars represent standard deviation.

Overall ANCOVA p value is 0.007.

LS means illustrated between six groups are significantly different at $p < 0.05$ in the Sidak post hoc comparison.

US: ultrasound ; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

(9) ln nHF

ln nHF調整後後測值：旋轉按摩組為 3.81 ± 0.28 (ln(n.u.))、超音波假輸出組為 3.99 ± 0.28 (ln(n.u.))、1MHz連續波組為 4.01 ± 0.27 (ln(n.u.))、3MHz連續波組為 4.06 ± 0.28 (ln(n.u.))、1MHz脈衝波組為 3.89 ± 0.28 (ln(n.u.))、3MHz脈衝波組為 3.83 ± 0.28 (ln(n.u.))， p 值為0.004，顯示ln nHF後測調整值在參數組間有顯著性的差異。如圖4.3所示

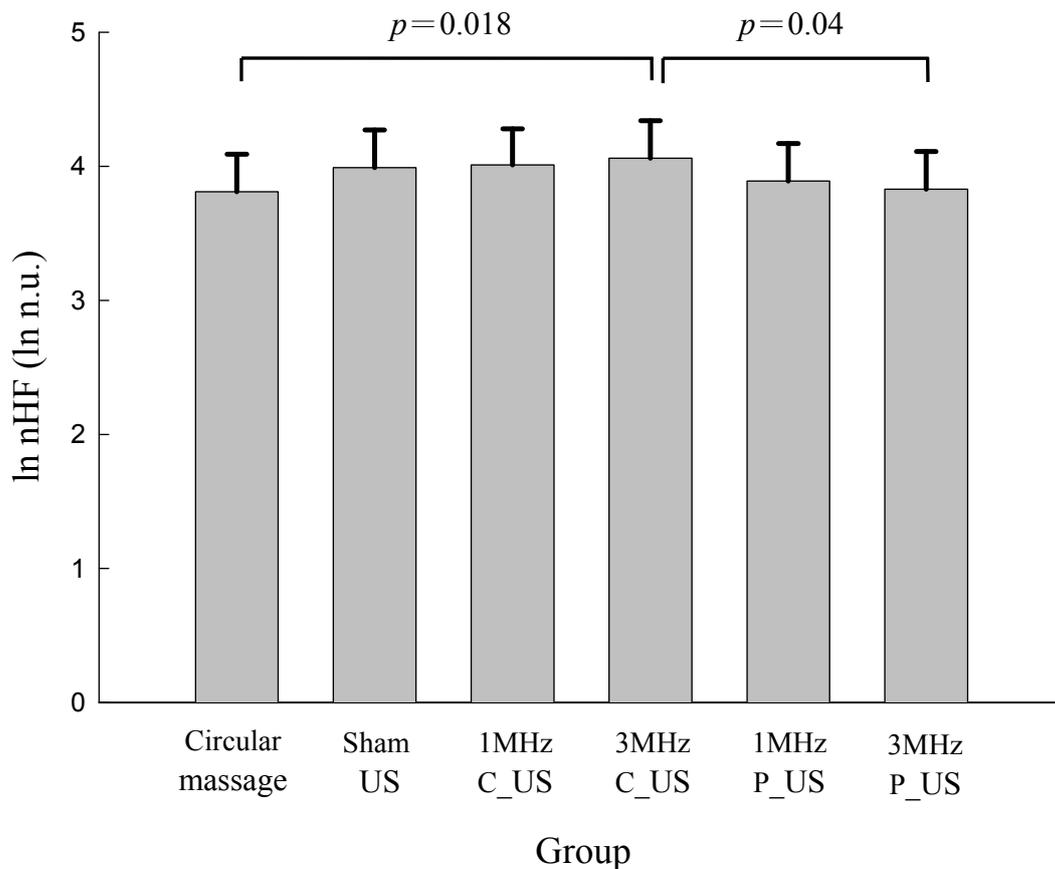


圖 4.3 照海穴六組間常規化高頻功率自然對數值共變異數分析之比較

Figure 4.3. Comparison of LS means of ln nHF between six groups using ANCOVA

Error bars represent standard deviation.

Overall ANCOVA p value is 0.004.

LS means illustrated between six groups are significantly different at $p < 0.05$ in the Sidak post hoc comparison.

US: ultrasound ; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

(10) $\ln(LF/HF)$

$\ln(LF/HF)$ 調整後後測值：旋轉按摩組為 0.09 ± 0.48 、超音波假輸出組為 -0.30 ± 0.48 、1MHz連續波組為 -0.16 ± 0.48 、3MHz連續波組為 -0.44 ± 0.48 、1MHz脈衝波組為 -0.11 ± 0.48 、3MHz脈衝波組為 -0.03 ± 0.48 ， p 值為0.001，顯示 $\ln(LF/HF)$ 後測調整值在參數組間有顯著性的差異。如圖4.4所示

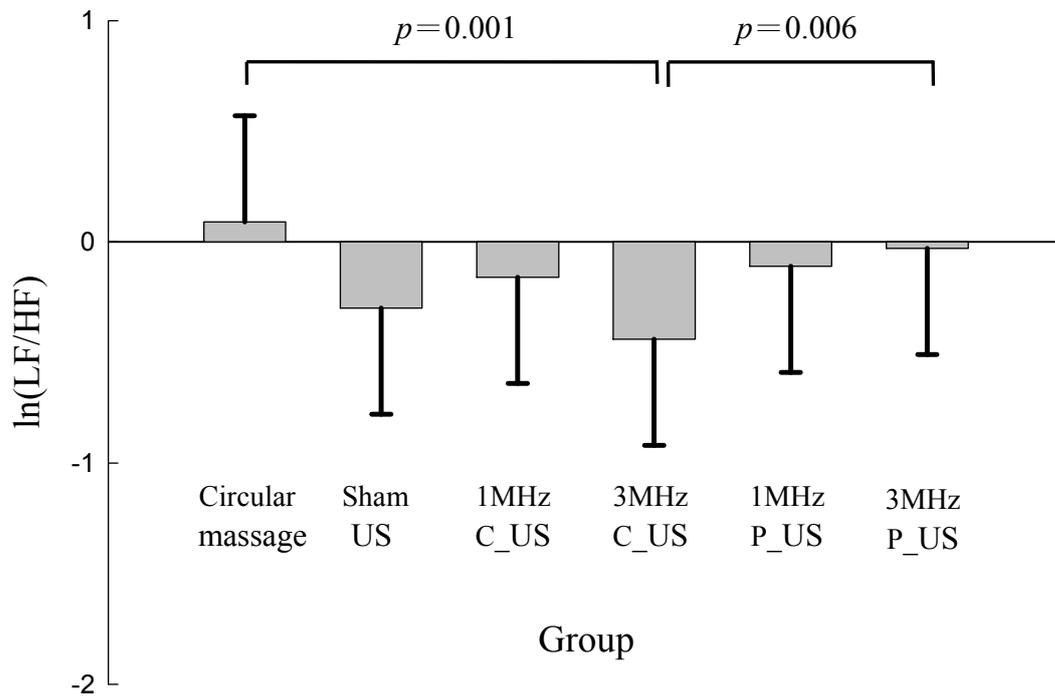


圖 4.4 照海穴六組間低高頻功率比自然對數值共變異數分析之比較

Figure 4.4. Comparison of LS means of $\ln(LF/HF)$ between six groups using ANCOVA

Error bars represent standard deviation.

Overall ANCOVA p value is 0.001.

LS means illustrated between six groups are significantly different at $p < 0.05$ in the Sidak post hoc comparison.

US: ultrasound ; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

(二) 標準化百分比改變量

(1) 收縮壓改變量(Δ SBP)：

Δ SBP在旋轉按摩組為 $-2.02\% \pm 4.04\%$ ，超音波假輸出組為 $-3.41\% \pm 4.66\%$ ，1MHz連續波組為 $-1.55\% \pm 8.05\%$ ，3MHz連續波組為 $-3.06\% \pm 4.54\%$ ，1MHz脈衝波組為 $-0.64\% \pm 6.44\%$ ，3MHz脈衝波組為 $0.11\% \pm 3.80\%$ ， p 值為0.140，顯示收縮壓標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(2) 舒張壓改變量(Δ DBP)：

Δ DBP在旋轉按摩組為 $-2.71\% \pm 4.05\%$ ，超音波假輸出組為 $-1.91\% \pm 5.76\%$ ，1MHz連續波組為 $-0.17\% \pm 8.06\%$ ，3MHz連續波組為 $0.75\% \pm 8.57\%$ ，1MHz脈衝波組為 $-0.44\% \pm 8.26\%$ ，3MHz脈衝波組DBP為 $-0.93\% \pm 7.92\%$ ， p 值為0.571，顯示舒張壓標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(3) 平均心跳改變量(Δ MHR)：

Δ MHR在旋轉按摩組為 $-1.92\% \pm 3.56\%$ ，超音波假輸出組為 $-2.33\% \pm 3.33\%$ ，1MHz連續波組為 $-1.53\% \pm 3.31\%$ ，3MHz連續波組為 $-1.23\% \pm 3.96\%$ ，1MHz脈衝波組為 $-1.80\% \pm 3.11\%$ ，3MHz脈衝波組為 $-0.82\% \pm 4.87\%$ ， p 值為0.751，顯示平均心跳標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(4) Δ SDNN

Δ SDNN在旋轉按摩組為 $19.65\% \pm 28.09\%$ ，超音波假輸出組為 $11.78\% \pm 27.54\%$ ，1MHz連續波組為 $11.87\% \pm 25.56\%$ ，3MHz連續波組為 $3.73\% \pm 18.06\%$ ，1MHz脈衝波組為 $4.04\% \pm 21.19\%$ ，3MHz脈衝波組為 $11.74\% \pm 28.37\%$ ， p 值為0.202，顯示SDNN標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(5) 總能量改變量(Δ TP)

Δ TP在旋轉按摩組為 $50.39\% \pm 69.37\%$ ，超音波假輸出組為 $28.80\% \pm 75.46\%$ ，1MHz連續波組為 $33.27\% \pm 64.11\%$ ，3MHz連續波組為 $12.53\% \pm 39.81\%$ ，1MHz脈衝波組為 $13.20\% \pm 50.78\%$ ，3MHz脈衝波組為 $35.19\% \pm 70.15\%$ ， p 值為0.234，顯示總能量標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(6) 低頻功率改變量(Δ LF)

Δ LF在旋轉按摩組為 $81.25\% \pm 96.82\%$ ，超音波假輸出組為 $15.97\% \pm 53.96\%$ ，1MHz連續波組為 $37.86\% \pm 83.68\%$ ，3MHz連續波組為 $6.12\% \pm 88.29\%$ ，1MHz脈衝波組為 $49.57\% \pm 93.75\%$ ，3MHz脈衝波組為 $64.06\% \pm 86.77\%$ ， p 值為0.013，顯示低頻功率標準化百分比改變量在參數組間具有顯著性的統計意義。如圖4.5所示。

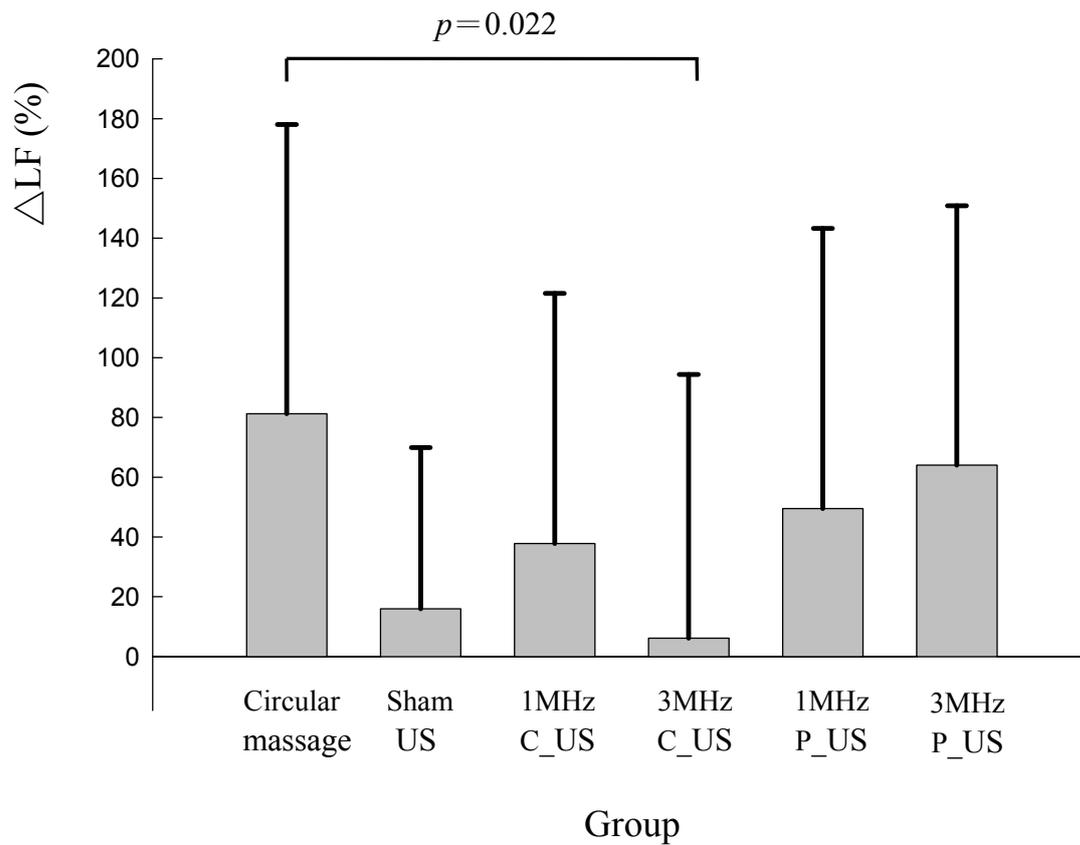


圖 4.5 照海穴六組間低頻功率標準化百分比改變量之比較

Figure 4.5. Comparison of LF between six groups using standardized percentage change

Error bars represent standard deviation.

Overall ANOVA p value is 0.013.

Means illustrated between six groups are significantly different at $p < 0.05$ in the Sidak post hoc comparison.

US: ultrasound; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

(7) 高頻功率改變量(Δ HF)

Δ HF 在旋轉按摩組為 $14.37\% \pm 38.14\%$ ，超音波假輸出組為 $31.08\% \pm 69.64\%$ ，1MHz連續波組為 $19.56\% \pm 62.03\%$ ，3MHz連續波組為 $20.05\% \pm 51.05\%$ ，1MHz脈衝波組為 $13.28\% \pm 57.75\%$ ，3MHz脈衝波組為 $15.32\% \pm 52.42\%$ ， p 值為0.877，顯示高頻功率標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(8) Δ nLF

Δ nLF 在旋轉按摩組為 $31.77\% \pm 46.94\%$ ，超音波假輸出組為 $-0.36\% \pm 28.81\%$ ，1MHz連續波組為 $12.09\% \pm 42.21\%$ ，3MHz連續波組為 $-2.64\% \pm 39.25\%$ ，1MHz脈衝波組為 $26.93\% \pm 67.81\%$ ，3MHz脈衝波組為 $23.57\% \pm 40.42\%$ ， p 值為0.023，顯示nLF標準化百分比改變量在參數組間具有顯著性統計意義，如圖4.6 所示。以Sidak的事後比較(*posterior comparisons*)組間效應，最具有顯著性統計意義($p < 0.05$)趨勢的組別為旋轉按摩組與3MHz連續波超音波組的比較， $p = 0.09$ 。

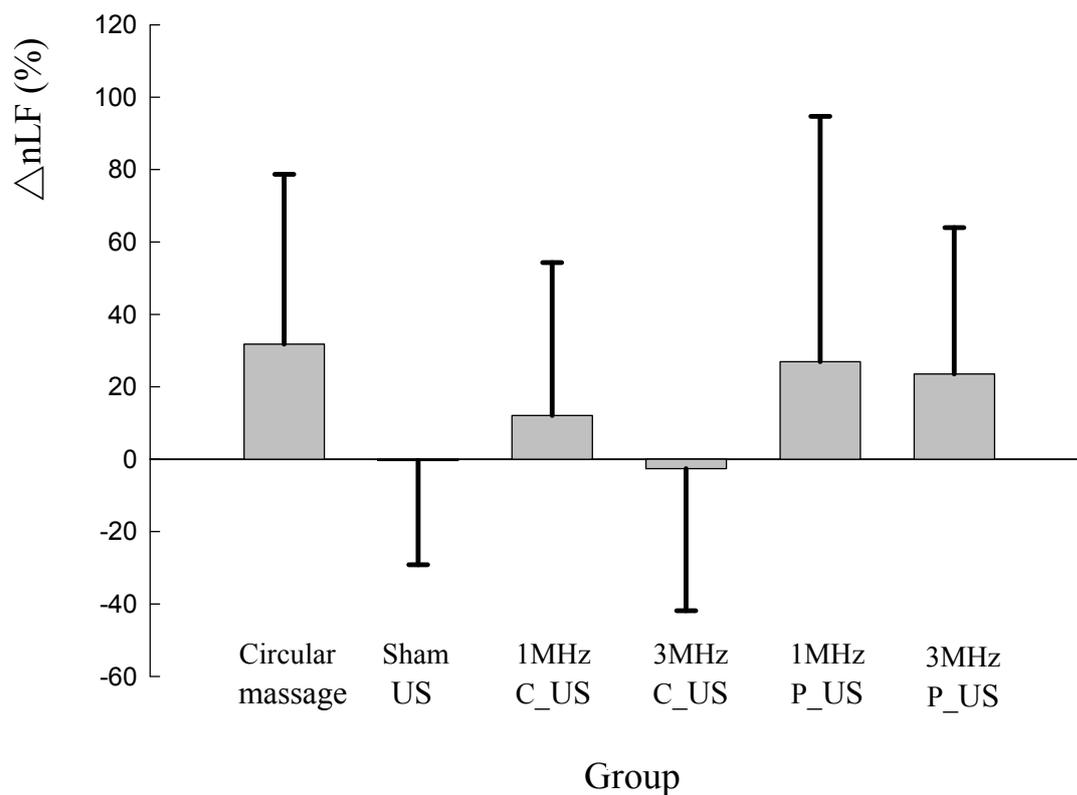


圖 4.6 照海穴六組間常規化高頻功率標準化百分比改變量之比較

Figure 4.6. Comparison of nLF between six groups using standardized percentage change

Error bars represent standard deviation.

Overall ANOVA p value is 0.023.

Means illustrated between six groups are significantly different at $p < 0.05$ in the Sidak post hoc comparison.

US: ultrasound; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

(9) Δ nHF

Δ nHF在旋轉按摩組為 $-12.79\% \pm 17.28\%$ ，超音波假輸出組為 $8.63\% \pm 22.64\%$ ，1MHz連續波組為 $36.14\% \pm 166.47\%$ ，3MHz連續波組為 $20.46\% \pm 39.66\%$ ，1MHz脈衝波組為 $-4.66\% \pm 24.46\%$ ，3MHz脈衝波組為 $-11.72\% \pm 17.90\%$ ， p 值為0.081，顯示nHF標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(10) Δ (LF/ HF)

Δ (LF/ HF)旋轉按摩組為 $63.20\% \pm 80.93\%$ ，超音波假輸出組為 $1.60\% \pm 53.99\%$ ，1MHz連續波組為 $25.40\% \pm 78.54\%$ ，3MHz連續波組為 $-4.97\% \pm 63.64\%$ ，1MHz脈衝波組為 $56.20\% \pm 127.63\%$ ，3MHz脈衝波組為 $56.13\% \pm 95.68\%$ ， p 值為0.009，顯示低高頻功率比標準化百分比改變量參數組間具有顯著性統計意義，如圖4.7所示。以Sidak的事後比較(*posterior comparisons*)組間效應，具有顯著性統計意義($p < 0.05$)趨勢的組別為旋轉按摩組與3MHz連續波超音波組的比較， $p = 0.062$ 。

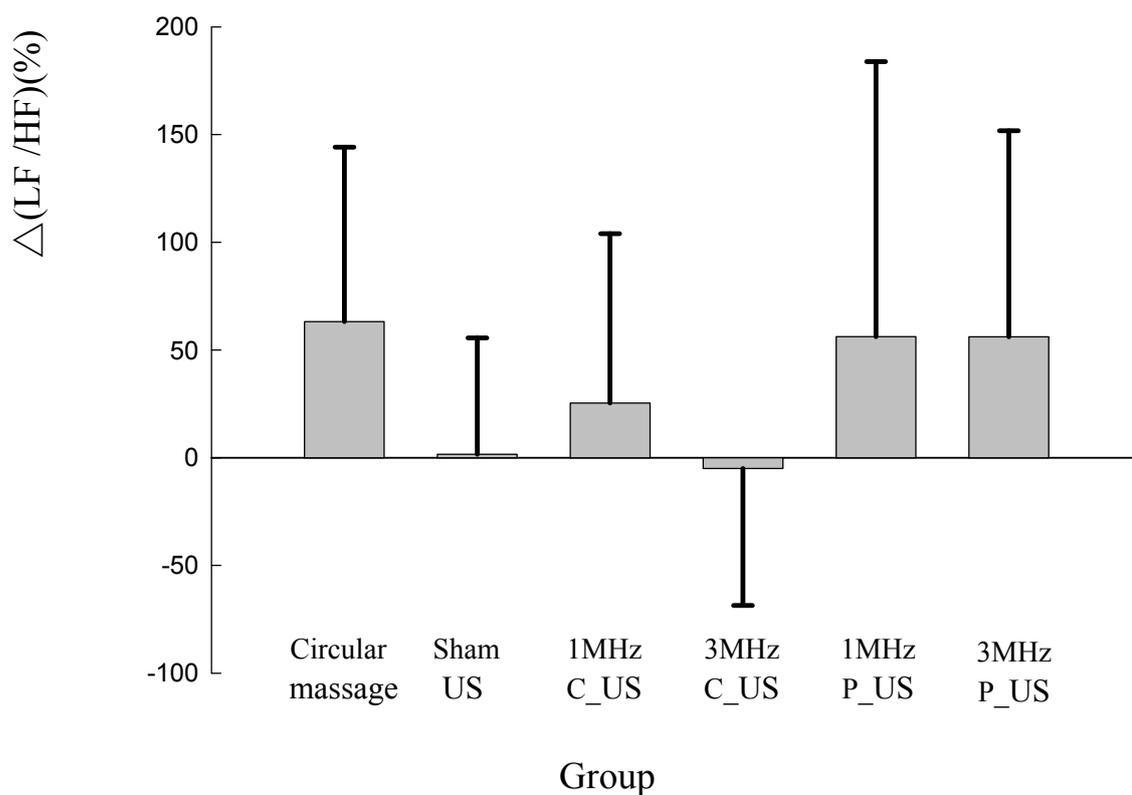


圖 4.7 照海穴六組間低高頻功率比標準化百分比改變量之比較

Figure 4.7. Comparison of LF/HF between six groups using standardized percentage change

Error bars represent standard deviation.

Overall ANOVA p value is 0.009.

Means illustrated between six groups are significantly different at $p < 0.05$ in the Sidak post hoc comparison.

US: ultrasound; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

表 4.5

照海穴組間基線調整後超音波刺激反應之血壓與心率變異度

Table 4.5

Blood pressure (BP) and measures of heart rate variability (HRV) adjusted for baseline measurement in response to ultrasonic stimulation between Zhaohai groups

Variables	Circular massage	Sham US	1MHz_C_US	3MHz_C_US	1MHz_P_US	3MHz_P_US	ANCOVA <i>p</i> value
	(n=26)	(n=26)	(n=24)	(n=28)	(n=25)	(n=27)	
	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	
SBP (mm-Hg)	103 ± 5	102 ± 6	103 ± 5	102 ± 5	104 ± 5	105 ± 5	0.193
DBP (mm-Hg)	64 ± 4	65 ± 4	65 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	0.777
MHR (beat/min)	71 ± 3	71 ± 3	71 ± 3	71 ± 3	71 ± 3	71 ± 3	0.880
ln SDNN (ln(ms))	3.66 ± 0.20	3.61 ± 0.20	3.64 ± 0.20	3.58 ± 0.20	3.62 ± 0.21	3.63 ± 0.20	0.761
ln TP (ln(ms ²))	6.60 ± 0.39	6.45 ± 0.39	6.54 ± 0.39	6.44 ± 0.39	6.50 ± 0.40	6.54 ± 0.38	0.660
ln LH (ln(ms ²))	5.19 ± 0.50	4.82 ± 0.49	4.97 ± 0.49	4.75 ± 0.50	5.07 ± 0.50	5.14 ± 0.49	0.060
ln HF (ln(ms ²))	5.12 ± 0.39	5.17 ± 0.40	5.13 ± 0.39	5.18 ± 0.40	5.18 ± 0.41	5.11 ± 0.39	0.937
ln nLF (ln(n.u.))	3.90 ± 0.28	3.69 ± 0.29	3.76 ± 0.28	3.62 ± 0.28	3.76 ± 0.29	3.85 ± 0.28	0.007**
Ln nHF (ln(n.u.))	3.81 ± 0.28	3.99 ± 0.28	4.01 ± 0.27	4.06 ± 0.28	3.89 ± 0.28	3.83 ± 0.28	0.004**
ln (LF/HF)	0.09 ± 0.48	-0.30 ± 0.48	-0.16 ± 0.48	-0.44 ± 0.48	-0.11 ± 0.48	-0.03 ± 0.48	0.001**

Note. **p* < .05; ***p* < .01 significantly different. LS mean: Least square mean; SD: standard deviation

表 4.6

照海穴組間超音波刺激反應之血壓與心率變異度標準化百分比改變量

Table 4.6

Standardized percentage change ($\Delta\%$) in blood pressure (BP) and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation between Zhaohai groups

Variables	Circular massage	Sham US	1MHz_C_US	3MHz_C_US	1MHz_P_US	3MHz_P_US	ANOVA <i>p</i> value
	(n=26)	(n=26)	(n=24)	(n=28)	(n=25)	(n=27)	
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD	
Δ SBP (%)	-2.02 \pm 4.04	-3.41 \pm 4.66	-1.55 \pm 8.05	-3.06 \pm 4.54	-0.64 \pm 6.44	0.11 \pm 3.80	0.140
Δ DBP (%)	-2.71 \pm 3.40	-1.91 \pm 5.76	-0.17 \pm 8.06	0.75 \pm 8.57	-0.44 \pm 8.26	-0.93 \pm 7.92	0.571
Δ MHR (%)	-1.92 \pm 3.56	-2.33 \pm 3.33	-1.53 \pm 3.31	-1.23 \pm 3.96	-1.80 \pm 3.11	-0.82 \pm 4.87	0.751
Δ SDNN (%)	19.65 \pm 28.09	11.78 \pm 27.54	11.87 \pm 25.56	3.73 \pm 18.06	4.04 \pm 2.19	11.74 \pm 28.37	0.202
Δ TP (%)	50.39 \pm 69.37	28.80 \pm 75.46	33.27 \pm 64.11	12.53 \pm 39.81	13.20 \pm 50.78	35.19 \pm 70.15	0.234
Δ LH (%)	81.25 \pm 96.82	15.97 \pm 53.96	37.86 \pm 83.68	6.12 \pm 88.29	49.57 \pm 93.75	64.06 \pm 86.77	0.013*
Δ HF (%)	14.37 \pm 38.14	31.08 \pm 69.64	19.56 \pm 62.03	20.05 \pm 51.05	13.28 \pm 57.75	15.32 \pm 52.42	0.877
Δ nLF (%)	31.77 \pm 46.94	-0.36 \pm 28.81	12.09 \pm 42.21	-2.64 \pm 39.25	26.93 \pm 67.81	23.57 \pm 40.42	0.023*
Δ nHF (%)	-12.79 \pm 17.28	8.63 \pm 22.64	36.14 \pm 166.47	20.46 \pm 39.66	-4.66 \pm 24.46	-11.72 \pm 17.90	0.081
Δ LF/HF(%)	63.20 \pm 80.93	1.60 \pm 53.99	25.40 \pm 78.54	-4.97 \pm 63.64	56.20 \pm 127.63	56.13 \pm 95.68	0.009**

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$ significantly different. SD: standard deviation

4.3 申脈穴與自律神經系統之相關性

參數分組試驗數值分析方法如第三章3.3.3所示，結果如表4.7 所示，並分述如下：

4.3.1 旋轉按摩組組內前後差異比較：

旋轉按摩組(circular massage group)組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓

收縮壓 (Systolic Blood Pressure , SBP) 前測平均為 102 ± 11 mmHg，SBP 後測平均為 101 ± 11 mmHg， p 值為 0.221，顯示對於收縮壓無顯著性的改變。舒張壓 (Diastolic Blood Pressure, DBP) 前測平均為 65 ± 9 mmHg，DBP 後測平均為 64 ± 9 mmHg， p 值為 0.126，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

平均心跳 (Mean Heart Rate, MHR) 前測平均為 71 ± 8 次/分，MHR 後測平均為 70 ± 8 次/分， p 值為 0.005，顯示對於平均心跳下降，且具有顯著性統計意義。ln SDNN 前測平均為 3.46 ± 0.34 (ln(ms))，後測平均為 3.56 ± 0.33 (ln(ms))， p 值為 0.015，顯示對於 ln SDNN 上升，具有顯著性統計意義。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 $6.17 \pm 0.69 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $6.39 \pm 0.66 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.006，顯示對於ln TP上升，且具有顯著性統計意義。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 $4.63 \pm 0.90 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $4.99 \pm 0.85 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值 < 0.001 ，顯示對於ln LF增加，且具有顯著性統計意義。高頻功率自然對數值(ln HF)前測平均為 $4.85 \pm 0.97 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $5.01 \pm 0.87 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.059，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF 前測平均為 $3.73 \pm 0.39 \ln(\text{n.u.})$ ，後測平均為 $3.84 \pm 0.34 \ln(\text{n.u.})$ ， p 值為0.022，顯示對於ln nLF上升，且具有顯著性統計意義。ln nHF前測平均為 $3.97 \pm 0.34 \ln(\text{ms}^2)$ ，後測平均為 $3.87 \pm 0.30 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.004，顯示對於ln nHF下降，且具有顯著性統計意義。低高頻功率比自然對數值ln(LF/HF) 前測平均為 -0.24 ± 0.71 ，後測平均為 -0.03 ± 0.71 ， p 值為0.008，顯示對於ln(LF/HF)上升，且具有顯著性統計意義。

4.3.2 超音波假輸出組組內前後差異比較

超音波假輸出組(sham ultrasound group)組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓

SBP 前測平均為 106 ± 15 mmHg，SBP 後測平均為 104 ± 13 mmHg， p 值為0.016，顯示對於收縮壓下降，且具有顯著性統計意義。DBP前測平均為 67 ± 12 mmHg，DBP 後測平均為 66 ± 12 mmHg， p 值為0.029，顯示對於舒張壓下降，且具有顯著性統計意義。

(二) 心率變異時域分析

MHR前測平均為 71 ± 7 次/分，MHR後測平均為 70 ± 7 次/分， p 值為0.015，顯示對於平均心跳下降，且有顯著性統計意義。SDNN前測平均為 3.46 ± 0.44 (ln(ms))，ln SDNN後測平均為 3.46 ± 0.43 (ln(ms))， p 值為0.996，顯示對於ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 6.19 ± 0.87 ln(ms²)，ln TP後測平均為 6.17 ± 0.87 ln(ms²)， p 值為0.781，顯示對於ln TP無顯著性的改變。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 4.71 ± 0.98 ln(ms²)，ln LF後測平均為 4.70 ± 1.04 ln(ms²)， p 值為0.937，顯示對於ln LF無顯著性的改變。高頻功率自然對數值(ln HF)前測平均為 4.54 ± 1.29 ln(ms²)，ln HF後測平均為 4.59 ± 1.21 ln(ms²)， p 值為0.537，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF前測平均為 3.90 ± 0.37 ln(n.u.)，ln nLF後測平均為 3.91 ± 0.33 ln(n.u.)， p 值為

0.951，顯示對於ln nLF無顯著性的改變。ln nHF前測平均為 $3.75\pm 0.50 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln nHF後測平均為 $3.81\pm 0.36 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.302，顯示對於ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF)前測平均為 0.15 ± 0.85 ，後測平均為 0.10 ± 0.68 ， p 值為0.536，顯示對於ln (LF/HF)無顯著性的改變。

4.3.3 1MHz 連續波組組內前後差異比較

1MHz 連續波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓

SBP前測平均為 $103\pm 13 \text{ mmHg}$ ，SBP後測平均為 $102\pm 12 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.026，顯示對於收縮壓下降，具有顯著性統計意義。DBP前測平均為 $64\pm 11 \text{ mmHg}$ ，DBP後測平均為 $64\pm 12 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.861，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

MHR前測平均為 70 ± 11 次/分，MHR後測平均為 69 ± 11 次/分， p 值為0.003，顯示對於平均心跳下降，具有顯著性統計意義。ln SDNN前測平均為 $3.46\pm 0.44 (\ln(\text{ms}))$ ，ln SDNN後測平均為 $3.49\pm 0.32 (\ln(\text{ms}))$ ， p 值為0.321，顯示對於ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 $6.19 \pm 0.88 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln TP後測平均為 $6.25 \pm 0.64 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.460，顯示對於ln TP無顯著性的改變。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 $4.69 \pm 0.94 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln LF後測平均為 $4.78 \pm 0.80 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.401，顯示對於ln LF無顯著性的改變。高頻功率自然對數值(ln HF)前測平均為 $4.84 \pm 0.97 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln HF後測平均為 $4.83 \pm 0.88 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.930，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF前測平均為 $3.78 \pm 0.40 \ln(\text{n.u.})$ ，ln nLF後測平均為 $3.82 \pm 0.38 \ln(\text{n.u.})$ ， p 值為0.437，顯示對於ln nLF無顯著性的改變。ln nHF前測平均為 $3.93 \pm 0.30 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln nHF後測平均為 $3.88 \pm 0.36 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.290，顯示對於ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF) 前測平均為 -0.15 ± 0.70 ，ln (LF/HF)後測平均為 -0.06 ± 0.73 ， p 值為0.350，顯示對於ln (LF/HF)無顯著性的改變。

4.3.4 3MHz 連續波組組內前後差異比較

3MHz 連續波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓

SBP 前測平均為 $108 \pm 14 \text{ mmHg}$ ，SBP 後測平均為 $106 \pm 13 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.108，顯示對於收縮壓無顯著性的改變。DBP 前

測平均為 68 ± 13 mmHg，DBP 後測平均為 67 ± 12 mmHg， p 值為0.788，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

MHR前測平均為 74 ± 11 次/分，MHR後測平均為 72 ± 10 次/分， p 值為0.004，顯示對於平均心跳下降，具有顯著性統計意義。ln SDNN前測平均為 3.40 ± 0.38 (ln(ms))，ln SDNN後測平均為 3.48 ± 0.39 (ln(ms))， p 值為0.074，顯示對於ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 6.07 ± 0.76 ln(ms²)，ln TP後測平均為 6.22 ± 0.80 ln(ms²)， p 值為0.119，顯示對於ln TP無顯著性的改變。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 4.54 ± 0.75 ln(ms²)，ln LF後測平均為 4.65 ± 0.80 ln(ms²)， p 值為0.085，顯示對於ln LF無顯著性的改變。高頻功率自然對數值(ln HF)前測平均為 4.72 ± 0.94 ln(ms²)，ln HF後測平均為 4.72 ± 0.99 ln(ms²)， p 值為0.958，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF前測平均為 3.72 ± 0.39 ln(n.u.)，ln nLF後測平均為 3.83 ± 0.31 ln(n.u.)， p 值為0.046，顯示對於ln nLF上升，且具有顯著性統計意義。ln nHF前測平均為 3.98 ± 0.31 ln(ms²)，ln nHF後測平均為 3.90 ± 0.37

$\ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.069，顯示對於 \ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值 \ln (LF/HF) 前測平均為 -0.27 ± 0.69 ， \ln (LF/HF) 後測平均為 -0.07 ± 0.67 ， p 值為0.048，顯示對於 \ln (LF/HF)上升，且具有顯著性統計意義。

4.3.5 1MHz 脈衝波組組內前後差異比較

1MHz 脈衝波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓

SBP 前測平均為 103 ± 14 mmHg，SBP 後測平均為 103 ± 13 mmHg， p 值為0.702，顯示對於收縮壓無顯著性的改變。DBP 前測平均為 65 ± 10 mmHg，DBP 後測平均為 64 ± 9 mmHg， p 值為0.851，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

MHR前測平均為 71 ± 8 次/分，MHR後測平均為 70 ± 7 次/分， p 值為0.102，顯示對於平均無顯著性的改變。 \ln SDNN前測平均為 3.49 ± 0.34 ($\ln(\text{ms})$)， \ln SDNN後測平均為 3.59 ± 0.29 ($\ln(\text{ms})$)， p 值為0.029，顯示對於 \ln SDNN上升，且具有顯著性統計意義。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(\ln TP) 前測平均為 6.26 ± 0.70 $\ln(\text{ms}^2)$ ， \ln TP 後測平均為 6.48 ± 0.59 $\ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.028，顯示對於 \ln TP上升，

且具有顯著性統計意義。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 $4.80 \pm 0.92 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln LF後測平均為 $4.95 \pm 0.91 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.234，顯示對於ln LF無顯著性的改變。高頻功率自然對數值(ln HF)前測平均為 $4.98 \pm 0.89 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln HF後測平均為 $5.12 \pm 0.71 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.234，顯示對於ln HF無顯著性的改變。ln nLF前測平均為 $3.74 \pm 0.46 \ln(\text{n.u.})$ ，ln nLF後測平均為 $3.74 \pm 0.47 \ln(\text{n.u.})$ ， p 值為0.951，顯示對於ln nLF無顯著性的改變。ln nHF前測平均為 $3.91 \pm 0.46 \ln(\text{ms}^2)$ ，ln nHF後測平均為 $3.91 \pm 0.41 \ln(\text{ms}^2)$ ， p 值為0.919，顯示對於ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF) 前測平均為 -0.17 ± 0.89 ，ln (LF/HF)後測平均為 -0.17 ± 0.85 ， p 值為0.993，顯示對於ln (LF/HF)無顯著性的改變。

4.3.6 3MHz 脈衝波組組內前後差異比較

3MHz 脈衝波組組內之前後差異比較，結果顯示：

(一) 血壓

SBP 前測平均為 $104 \pm 11 \text{ mmHg}$ ，SBP 後測平均為 $103 \pm 11 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.296，顯示對於收縮壓無顯著性的改變。DBP 前測平均為 $65 \pm 10 \text{ mmHg}$ ，DBP 後測平均為 $64 \pm 10 \text{ mmHg}$ ， p 值為0.456，顯示對於舒張壓無顯著性的改變。

(二) 心率變異時域分析

MHR前測平均為 70 ± 8 次/分，MHR後測平均為 69 ± 8 次/分， p 值為0.010，顯示對於平均心跳下降，且具有顯著性統計意義。ln SDNN前測平均為 3.42 ± 0.42 (ln(ms))，ln SDNN後測平均為 3.48 ± 0.41 (ln(ms))， p 值為0.192，顯示對於ln SDNN無顯著性的改變。

(三) 心率變異頻域分析

總功率自然對數值(ln TP) 前測平均為 6.07 ± 0.89 ln(ms²)，ln TP後測平均為 6.21 ± 0.84 ln(ms²)， p 值為0.191，顯示對於ln TP無顯著性的改變。低頻功率自然對數值(ln LF) 前測平均為 4.52 ± 1.02 ln(ms²)，ln LF後測平均為 4.67 ± 0.84 ln(ms²)， p 值為0.131，顯示對於ln LF無顯著性的改變。高頻功率自然對數值(ln HF)前測平均為 4.56 ± 1.28 ln(ms²)，ln HF後測平均為 4.78 ± 1.22 ln(ms²)， p 值為0.004，顯示對於ln HF上升，且具有顯著性統計意義。ln nLF前測平均為 3.81 ± 0.36 ln(n.u.)，ln nLF後測平均為 3.77 ± 0.39 ln(n.u.)， p 值為0.332，顯示對於ln nLF無顯著性的改變。ln nHF前測平均為 3.89 ± 0.37 ln(ms²)，ln nHF後測平均為 3.90 ± 0.47 ln(ms²)， p 值為0.864，顯示對於ln nHF無顯著性的改變。低高頻功率比自然對數值ln (LF/HF) 前測平均為 -0.08 ± 0.72 ，ln (LF/HF)

後測平均為 -0.11 ± 0.83 ， p 值為0.761，顯示對於 $\ln(LF/HF)$ 無顯著的改變。

表 4.7

申脈穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化

Table 4.7

Changes in blood pressure and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation within Shenmai groups

variables	time	Circular massage (n=28)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=26)	3MHz_C_US (n=29)	1MHz_P_US (n=24)	3MHz_P_US (n=27)
Physiological effect (Blood Pressure)							
SBP (mm-Hg)	before	102 ± 11	106 ± 15	103 ± 13	108 ± 14	103 ± 14	104 ± 11
	after	101 ± 11	104 ± 13	102 ± 12	106 ± 13	103 ± 13	103 ± 11
	<i>p^a</i> value	0.221	0.016*	0.026*	0.108	0.702	0.296
DBP (mm-Hg)	before	65 ± 9	67 ± 12	64 ± 11	68 ± 13	65 ± 10	65 ± 10
	after	64 ± 9	66 ± 12	64 ± 12	67 ± 12	64 ± 9	64 ± 10
	<i>p^a</i> value	0.126	0.029*	0.861	0.788	0.851	0.456
Heart Rate variability (time domain)							
MHR (beat/min)	before	71 ± 8	71 ± 7	70 ± 11	74 ± 11	71 ± 8	70 ± 8
	after	70 ± 8	70 ± 7	69 ± 11	72 ± 10	70 ± 7	69 ± 8
	<i>p^a</i> value	0.005**	0.015*	0.003**	0.004**	0.102	0.010*
SDNN (ms)	before	33.76 ± 12.96	34.61 ± 14.03	34.78 ± 16.58	32.27 ± 12.87	34.61 ± 11.74	33.03 ± 12.72
	after	37.03 ± 13.67	34.47 ± 13.88	34.56 ± 12.01	35.26 ± 15.28	37.86 ± 11.03	34.86 ± 13.18
	<i>p^a</i> value	0.027*	0.829	0.849	0.027*	0.081	0.163
ln SDNN (ln(ms))	before	3.46 ± 0.34	3.46 ± 0.44	3.46 ± 0.44	3.40 ± 0.38	3.49 ± 0.34	3.42 ± 0.42
	after	3.56 ± 0.33	3.46 ± 0.43	3.49 ± 0.32	3.48 ± 0.39	3.59 ± 0.29	3.48 ± 0.41
	<i>p^b</i> value	0.015*	0.996	0.321	0.074	0.029*	0.192

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$ significantly different. ^a*p* : p value using Wilcoxon signed-rank test; ^b*p*: p value using paired t-test.

Values are mean±SD. US: ultrasound ; C_US: continous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

表 4.7(續)

申脈穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化

Table 4.7(Continued)

Changes in blood pressure and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation within Shenmai groups

variables	time	Circular massage (n=28)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=26)	3MHz_C_US (n=29)	1MHz_P_US (n=24)	3MHz_P_US (n=27)
Heart Rate variability (frequency domain)							
TP (ms ²)	before	617.75 ± 536.15	662.65 ± 579.82	714.54 ± 769.54	570.59 ± 479.41	650.46 ± 449.88	594.33 ± 516.29
	after	761.96 ± 675.63	653.27 ± 296.81	640.58 ± 514.87	704.38 ± 716.59	770.63 ± 492.04	659.19 ± 486.45
	<i>p</i> ^a value	0.018*	0.919	0.648	0.030*	0.097	0.259
ln TP (ln(ms ²))	before	6.17 ± 0.69	6.19 ± 0.87	6.19 ± 0.88	6.07 ± 0.76	6.26 ± 0.70	6.07 ± 0.89
	after	6.39 ± 0.66	6.17 ± 0.87	6.25 ± 0.64	6.22 ± 0.80	6.48 ± 0.59	6.21 ± 0.84
	<i>p</i> ^b value	0.006**	0.781	0.460	0.119	0.028	0.191
LF (ms ²)	before	159.11 ± 199.47	174.62 ± 189.98	191.92 ± 324.86	116.28 ± 106.18	179.08 ± 175.84	152.52 ± 213.61
	after	216.68 ± 253.44	186.08 ± 240.58	168.12 ± 168.00	157.79 ± 214.71	208.13 ± 223.59	149.26 ± 145.26
	<i>p</i> ^a value	0.001**	0.509	0.749	0.214	0.378	0.203
ln LF (ln(ms ²))	before	4.63 ± 0.90	4.71 ± 0.98	4.69 ± 0.94	4.54 ± 0.75	4.80 ± 0.92	4.52 ± 1.02
	after	4.99 ± 0.85	4.70 ± 1.04	4.78 ± 0.80	4.65 ± 0.80	4.95 ± 0.91	4.67 ± 0.84
	<i>p</i> ^b value	<0.001**	0.937	0.401	0.085	0.234	0.131
HF (ms ²)	before	201.36 ± 238.14	180.96 ± 280.25	196.66 ± 217.57	184.21 ± 242.41	215.13 ± 207.86	168.26 ± 195.45
	after	221.04 ± 233.84	168.58 ± 234.12	182.77 ± 200.34	202.17 ± 325.57	214.25 ± 163.47	190.48 ± 163.01
	<i>p</i> ^a value	0.025*	0.809	0.819	0.503	0.830	0.006**
ln HF (ln(ms ²))	before	4.85 ± 0.97	4.54 ± 1.29	4.84 ± 0.97	4.72 ± 0.94	4.98 ± 0.89	4.56 ± 1.28
	after	5.01 ± 0.87	4.59 ± 1.21	4.83 ± 0.88	4.72 ± 0.99	5.12 ± 0.71	4.78 ± 1.22
	<i>p</i> ^b value	0.059	0.537	0.930	0.958	0.234	0.004**

Note. see Table 4.7

表 4.7(續)

申脈穴組內超音波刺激反應之血壓與心率變異度變化

Table 4.7(Continued)

Changes in blood pressure and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation within Shenmai groups

variables	time	Circular massage (n=28)	Sham US (n=26)	1MHz_C_US (n=26)	3MHz_C_US (n=29)	1MHz_P_US (n=24)	3MHz_P_US (n=27)
Heart Rate variability (frequency domain)							
LF norm (n.u)	before	44 ± 16	53 ± 19	47 ± 16	44 ± 16	46 ± 19	48 ± 17
	after	49 ± 16	52 ± 16	49 ± 17	48 ± 15	46 ± 18	47 ± 18
	<i>p^a</i> value	0.006**	0.551	0.517	0.078	0.977	0.517
ln LF norm (ln(n.u))	before	3.73 ± 0.39	3.90 ± 0.37	3.78 ± 0.40	3.72 ± 0.39	3.74 ± 0.46	3.81 ± 0.36
	after	3.84 ± 0.34	3.91 ± 0.33	3.82 ± 0.38	3.83 ± 0.31	3.74 ± 0.47	3.77 ± 0.39
	<i>p^b</i> value	0.022*	0.951	0.437	0.046*	0.951	0.332
HFnorm (n.u)	before	56 ± 16	47 ± 19	53 ± 19	56 ± 16	54 ± 19	52 ± 17
	after	51 ± 16	48 ± 15	51 ± 17	52 ± 15	54 ± 18	53 ± 18
	<i>p^a</i> value	0.006**	0.551	0.501	0.078	0.977	0.597
ln HF norm (ln(n.u))	before	3.97 ± 0.34	3.75 ± 0.50	3.93 ± 0.30	3.98 ± 0.31	3.91 ± 0.46	3.89 ± 0.37
	after	3.87 ± 0.30	3.81 ± 0.36	3.88 ± 0.36	3.90 ± 0.37	3.91 ± 0.41	3.90 ± 0.47
	<i>p^b</i> value	0.004**	0.302	0.290	0.069	0.919	0.864
LF/HF	before	1.01 ± 0.87	1.69 ± 1.74	1.05 ± 0.63	0.96 ± 0.66	1.29 ± 1.56	1.20 ± 0.92
	after	1.26 ± 1.05	1.37 ± 0.93	1.21 ± 0.90	1.20 ± 1.09	1.19 ± 1.12	1.34 ± 1.64
	<i>p^a</i> value	0.003**	0.551	0.424	0.084	0.738	0.851
ln (LF/HF)	before	-0.24 ± 0.71	0.15 ± 0.85	-0.15 ± 0.70	-0.27 ± 0.69	-0.17 ± 0.89	-0.08 ± 0.72
	after	-0.03 ± 0.71	0.10 ± 0.68	-0.06 ± 0.73	-0.07 ± 0.67	-0.17 ± 0.85	-0.11 ± 0.83
	<i>p^b</i> value	0.008**	0.536	0.350	0.048*	0.993	0.761

Note. see Table 4.7

4.3.7 六組參數組間前後差異比較

六組參數組間比較，數值分析方法如第三章3.3.3 所示，主要包括共變異數分析(ANCOVA)，結果如表4.8 所示，與標準化百分比改變量(standardized percentage change)，數值變化量皆是以平均數百分比正負標準差百分比 (Mean%±SD%) 來表示。結果如表4.9 所示，並分述如下：

(一) 共變異數分析

共變異數分析是在依變數(後測值)有關的變數(前測值)加以測量，對依變數(後測值)作統計上的調整，各項依變數(後測值)在SPSS 分析後所得的估計值是以LS Mean ± Standard Error(SE)表示，為取得統一，在此均轉換為以LS Mean ± Standard Deviation(SD)表示，轉換方法如方程式(4.1)所示。

(1) 收縮壓：

收縮壓(SBP)調整後後測值：旋轉按摩組為103±4 mmHg，超音波假輸出組為103±4 mmHg，1MHz連續波組為103±4 mmHg，3MHz連續波組為103±4 mmHg，1MHz脈衝波組為104±4 mmHg，3MHz脈衝波組為103±4 mmHg，*p*值為0.748，顯示收縮壓後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(2) 舒張壓：

舒張壓(DBP)調整後後測值：旋轉按摩組為 65 ± 4 mmHg，超音波假輸出組為 64 ± 4 mmHg，1MHz連續波組為 65 ± 4 mmHg，3MHz連續波組為 65 ± 4 mmHg，1MHz脈衝波組為 65 ± 4 mmHg，3MHz脈衝波組為 65 ± 4 mmHg， p 值為0.930，顯示收縮壓後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(3) 平均心跳：

平均心跳(MHR)調整後後測值：旋轉按摩組為 70 ± 2 (beat/min)、超音波假輸出組為 70 ± 2 (beat/min)、1MHz連續波組為 70 ± 2 (beat/min)、3MHz連續波組為 70 ± 2 (beat/min)、1MHz脈衝波組為 70 ± 2 (beat/min)、3MHz脈衝波組為 70 ± 2 (beat/min)， p 值為0.981，顯示平均心跳後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(4) ln SDNN：

ln SDNN調整後後測值：旋轉按摩組為 3.55 ± 1.90 (ln(ms))、超音波假輸出組為 3.45 ± 1.89 (ln(ms))、1MHz連續波組為 3.49 ± 1.89 (ln(ms))、3MHz連續波組為 3.52 ± 1.88 (ln(ms))、1MHz脈衝波組為 3.56 ± 1.91 (ln(ms))、3MHz波脈衝組為 3.50 ± 1.87 (ln(ms))， p 值為0.310，顯示ln SDNN後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

異。

(5) ln TP

ln TP調整後後測值：旋轉按摩組為 6.38 ± 4.07 ($\ln(\text{ms}^2)$)、超音波假輸出組為 6.14 ± 4.08 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz連續波組為 6.22 ± 4.08 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz連續波組為 6.29 ± 4.09 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz脈衝波組為 6.40 ± 4.07 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz脈衝波組為 6.27 ± 4.10 ($\ln(\text{ms}^2)$)， p 值為0.218，顯示ln TP後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(6) ln LF

ln LF調整後後測值：旋轉按摩組為 4.99 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)、超音波假輸出組為 4.64 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz連續波組為 4.73 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz連續波組為 4.79 ± 0.50 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz脈衝波組為 4.81 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz脈衝波組為 4.76 ± 0.49 ($\ln(\text{ms}^2)$)， p 值為0.195，顯示ln LF後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(7) ln HF

ln HF調整後後測值：旋轉按摩組為 4.92 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、超音波假輸出組為 4.77 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz連續波組為 4.75 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz連續波組為 4.74 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、1MHz脈衝波組為 4.92 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)、3MHz脈衝波組為 4.94 ± 0.39 ($\ln(\text{ms}^2)$)。

($\ln(\text{ms}^2)$)， p 值為0.152，顯示 \ln HF後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(8) \ln nLF

\ln nLF調整後後測值：旋轉按摩組為 3.88 ± 0.25 ($\ln(\text{n.u.})$)、超音波假輸出組為 3.82 ± 0.25 ($\ln(\text{n.u.})$)、1MHz連續波組為 3.82 ± 0.24 ($\ln(\text{n.u.})$)、3MHz連續波組為 3.87 ± 0.25 ($\ln(\text{n.u.})$)、1MHz脈衝波組為 3.77 ± 0.24 ($\ln(\text{n.u.})$)、3MHz脈衝波組為 3.74 ± 0.24 ($\ln(\text{n.u.})$)， p 值為0.293，顯示 \ln nLF後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(9) \ln nHF

\ln nHF調整後後測值：旋轉按摩組為 3.82 ± 0.25 ($\ln(\text{n.u.})$)、超音波假輸出組為 3.93 ± 0.25 ($\ln(\text{n.u.})$)、1MHz連續波組為 3.86 ± 0.24 ($\ln(\text{n.u.})$)、3MHz連續波組為 3.84 ± 0.25 ($\ln(\text{n.u.})$)、1MHz脈衝波組為 3.91 ± 0.24 ($\ln(\text{n.u.})$)、3MHz脈衝波組為 3.91 ± 0.24 ($\ln(\text{n.u.})$)， p 值為0.465，顯示 \ln nHF後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(10) \ln (LF/HF)

\ln (LF/HF)調整後後測值：旋轉按摩組為 0.06 ± 0.47 、超音波假輸出組為 -0.12 ± 0.47 、1MHz連續波組為 -0.04 ± 0.47 、3MHz連續波組為 0.03 ± 0.47 、1MHz脈衝波組為 -0.12 ± 0.47 、3MHz脈衝波

組為 -0.15 ± 0.47 ， p 值為0.430，顯示 $\ln(LF/HF)$ 後測調整值在參數組間無顯著性的差異。

(二) 標準化百分比改變量

(1) 收縮壓改變量(Δ SBP)：

Δ SBP在旋轉按摩組為 $-0.88\% \pm 3.80\%$ ，超音波假輸出組為 $-1.64\% \pm 3.33\%$ ，1MHz連續波組為 $-1.33\% \pm 3.04\%$ ，3MHz連續波組為 $-1.16\% \pm 4.19\%$ ，1MHz脈衝波組為 $0.40\% \pm 5.00\%$ 。3MHz脈衝波組為 $-0.78\% \pm 4.49\%$ ， p 值為0.576，顯示收縮壓標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(2) 舒張壓改變量(Δ DBP)：

Δ DBP在旋轉按摩組為 $-1.16\% \pm 5.24\%$ ，超音波假輸出組為 $-1.95\% \pm 6.18\%$ ，1MHz連續波組為 $-0.38\% \pm 6.3\%$ ，3MHz連續波組為 $-0.93\% \pm 6.85\%$ ，1MHz脈衝波組為 $0.17\% \pm 6.32\%$ ，3MHz脈衝波組為 $-0.88\% \pm 5.58\%$ ， p 值為0.883，顯示舒張壓標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(3) 平均心跳改變量(Δ MHR)：

Δ MHR在旋轉按摩組為 $-2.03\% \pm 3.48\%$ ，超音波假輸出組為 $-1.43\% \pm 2.91\%$ ，1MHz連續波組為 $-1.79\% \pm 2.96\%$ ，3MHz連續

波組為 $-1.95\% \pm 3.17\%$ ，1MHz脈衝波組為 $-1.33\% \pm 3.65\%$ ，3MHz脈衝波組為 $-1.58\% \pm 3.00\%$ ， p 值為0.959，顯示平均心跳標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(4) SDNN改變量(Δ SDNN)：

Δ SDNN在旋轉按摩組為 $12.15\% \pm 22.64\%$ ，超音波假輸出組為 $1.58\% \pm 17.92\%$ ，1MHz連續波組為 $5.30\% \pm 19.21\%$ ，3MHz連續波組為 $11.11\% \pm 23.92\%$ ，1MHz脈衝波組為 $13.83\% \pm 27.16\%$ ，3MHz脈衝波組為 $7.54\% \pm 21.17\%$ ， p 值為0.344，顯示SDNN標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(5) 總能量改變量(Δ TP)

Δ TP在旋轉按摩組為 $35.14\% \pm 56.96\%$ ，超音波假輸出組為 $4.03\% \pm 36.31\%$ ，1MHz連續波組為 $14.48\% \pm 47.32\%$ ，3MHz連續波組為 $29.40\% \pm 56.23\%$ ，1MHz脈衝波組為 $39.19\% \pm 75.06\%$ ，3MHz脈衝波組為 $33.54\% \pm 98.00\%$ ， p 值為0.329，顯示總能量標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(6) 低頻功率改變量(Δ LF)

Δ LF在旋轉按摩組為 $-58.10\% \pm 76.29\%$ ，超音波假輸出組為 $-10.76\% \pm 54.21\%$ ，1MHz連續波組為 $-26.11\% \pm 83.11\%$ ，3MHz連續波組為 $-45.40\% \pm 96.97\%$ ，1MHz脈衝波組為 $-39.43\% \pm$

91.63%，3MHz脈衝波組為 $-30.52\% \pm 65.61\%$ ， p 值為0.335，顯示低頻功率標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(7) 高頻功率改變量(Δ HF)

Δ HF在旋轉按摩組為 $27.74\% \pm 53.78\%$ ，超音波假輸出組為 $12.33\% \pm 42.64\%$ ，1MHz連續波組為 $5.81\% \pm 35.64\%$ ，3MHz連續波組為 $5.23\% \pm 34.73\%$ ，1MHz脈衝波組為 $39.89\% \pm 111.85\%$ ，3MHz脈衝波組為 $33.29\% \pm 49.24\%$ ， p 值為0.163，顯示高頻功率標準化百分比改變量在參數組間無顯著性的差異。

(8) Δ nLF：

Δ nLF在旋轉按摩組為 $15.65\% \pm 31.35\%$ ，超音波假輸出組為 $2.48\% \pm 22.67\%$ ，1MHz連續波組為 $9.06\% \pm 39.57\%$ ，3MHz連續波組為 $16.16\% \pm 33.59\%$ ，1MHz脈衝波組為 $6.66\% \pm 38.18\%$ ，3MHz脈衝波組為 $-2.04\% \pm 20.18\%$ ， p 值為0.217，顯示nLF標準化百分比改變量參數組間無顯著性的差異。

(9) Δ nHF：

Δ nHF在旋轉按摩組為 $-8.36\% \pm 15.35\%$ ，超音波假輸出組為 $9.54\% \pm 31.59\%$ ，1MHz連續波組為 $-2.43\% \pm 22.04\%$ ，3MHz連續波組為 $-5.61\% \pm 22.72\%$ ，1MHz脈衝波組為 $5.47\% \pm 32.31\%$ ，3MHz脈衝波組為 $5.25\% \pm 31.92\%$ ， p 值為0.091，顯示nHF標準化百分比改

變量參數組間無顯著性的差異。

(10) 低高頻功率比改變量 Δ (LF/ HF)

Δ (LF/ HF)在旋轉按摩組為30.06%±57.05%，超音波假輸出組為4.16%±46.76%，1MHz連續波組為25.62%±80.01%，3MHz連續波組為38.17%±75.21%，1MHz脈衝波組為23.30%±90.51%，3MHz脈衝波組為7.56%±50.65%，*p*值為0.355，顯示低高頻功率比標準化百分比改變量參數組間無顯著性的差異。

表 4.8

申脈穴組間基線調整後超音波刺激反應之血壓與心率變異度表

Table 4.8

Blood pressure (BP) and measures of heart rate variability (HRV) adjusted for baseline measurement in response to ultrasonic stimulation between Shenmai groups

Variables	Circular massage	Sham US	1MHz_C_US	3MHz_C_US	1MHz_P_US	3MHz_P_US	ANCOVA <i>p</i> value
	(n=28)	(n=26)	(n=26)	(n=29)	(n=24)	(n=27)	
	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	LS mean ± SD	
SBP (mm-Hg)	103 ± 4	103 ± 4	103 ± 4	103 ± 4	104 ± 4	103 ± 4	0.748
DBP (mm-Hg)	65 ± 4	64 ± 4	65 ± 4	65 ± 4	65 ± 4	65 ± 4	0.930
MHR (beat/min)	70 ± 2	70 ± 2	70 ± 2	70 ± 2	70 ± 2	70 ± 2	0.981
ln SDNN (ln(ms))	3.55 ± 1.90	3.45 ± 1.89	3.49 ± 1.89	3.52 ± 1.88	3.56 ± 1.91	3.50 ± 1.87	0.310
ln TP (ln(ms ²))	6.38 ± 4.07	6.14 ± 4.08	6.22 ± 4.08	6.29 ± 4.09	6.40 ± 4.07	6.27 ± 4.10	0.218
ln LH (ln(ms ²))	4.99 ± 0.49	4.64 ± 0.49	4.73 ± 0.49	4.79 ± 0.50	4.81 ± 0.49	4.76 ± 0.49	0.195
ln HF (ln(ms ²))	4.92 ± 0.39	4.77 ± 0.39	4.75 ± 0.39	4.74 ± 0.39	4.92 ± 0.39	4.94 ± 0.39	0.152
ln nLF (ln(n.u.))	3.88 ± 0.25	3.82 ± 0.25	3.82 ± 0.24	3.87 ± 0.25	3.77 ± 0.24	3.74 ± 0.24	0.293
ln nHF (ln(n.u.))	3.82 ± 0.25	3.93 ± 0.25	3.86 ± 0.24	3.84 ± 0.25	3.91 ± 0.24	3.91 ± 0.24	0.465
ln (LF/HF)	0.06 ± 0.47	-0.12 ± 0.47	-0.04 ± 0.47	0.03 ± 0.47	-0.12 ± 0.47	-0.15 ± 0.47	0.430

Note. **p*<.05; ***p*<.01 significantly different. LS mean: Least square mean; SD: standard deviation

表 4.9

申脈穴組間超音波刺激反應之血壓與心率變異度標準化百分比改變量

Table 4.9

Standardized percentage change ($\Delta\%$) in blood pressure(BP) and measures of heart rate variability (HRV) in response to ultrasonic stimulation between Shenmai groups

Variables	Circular massage	Sham US	1MHz_C_US	3MHz_C_US	1MHz_P_US	3MHz_P_US	ANCOVA <i>p</i> value
	(n=28)	(n=26)	(n=26)	(n=29)	(n=24)	(n=27)	
	Mean \pm SD						
Δ SBP (%)	-0.88 \pm 3.80	-1.64 \pm 3.33	-1.33 \pm 3.04	-1.16 \pm 4.19	0.40 \pm 5.00	-0.78 \pm 4.49	0.576
Δ DBP (%)	-1.16 \pm 5.24	-1.95 \pm 6.18	-0.38 \pm 6.3	-0.93 \pm 6.85	0.17 \pm 6.32	-0.88 \pm 5.58	0.883
Δ MHR (%)	-2.03 \pm 3.48	-1.43 \pm 2.91	-1.79 \pm 2.96	-1.95 \pm 3.17	-1.33 \pm 3.65	-1.58 \pm 3.00	0.959
Δ SDNN (%)	12.15 \pm 22.46	1.58 \pm 17.92	5.30 \pm 19.21	11.11 \pm 23.92	13.83 \pm 27.16	7.54 \pm 21.17	0.344
Δ TP (%)	35.14 \pm 56.96	4.03 \pm 36.31	14.48 \pm 47.32	29.40 \pm 56.23	39.19 \pm 75.06	33.54 \pm 98.00	0.329
Δ LH (%)	-58.10 \pm 76.29	-10.76 \pm 54.21	-26.11 \pm 83.11	-45.40 \pm 96.97	-39.43 \pm 91.63	-30.52 \pm 65.61	0.335
Δ HF (%)	27.74 \pm 53.78	12.33 \pm 42.64	5.81 \pm 35.64	5.23 \pm 34.73	38.89 \pm 111.85	33.29 \pm 49.24	0.163
Δ nLF (%)	15.56 \pm 31.35	2.48 \pm 22.67	9.06 \pm 39.57	16.16 \pm 33.59	6.66 \pm 38.18	-2.04 \pm 20.18	0.217
Δ nHF (%)	-8.36 \pm 15.35	9.54 \pm 31.59	-2.43 \pm 22.04	-5.61 \pm 22.72	5.47 \pm 32.31	5.25 \pm 31.92	0.091
Δ LF/HF(%)	30.06 \pm 57.05	4.16 \pm 46.76	25.62 \pm 80.01	38.17 \pm 75.21	23.30 \pm 90.51	7.56 \pm 50.65	0.355

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$ significantly different. SD: standard deviation

表4.10
試驗結果總結

Table 4.10
Summary results

Variables	Zhaohai acupoint						Shenmai acupoint					
	Circular massage	Sham US	1MHz C_US	3MHz C_US	1MHz P_US	3MHz P_US	Circular massage	Sham US	1MHz C_US	3MHz C_US	1MHz P_US	3MHz P_US
SBP	▼	▼		▼				▼	▼			
DBP	▼							▼				
MHR	▼	▼			▼		▼	▼	▼	▼		▼
ln SDNN	▲						▲				▲	
ln TP	▲						▲					
ln LF	▲ a			b		▲	▲					
ln HF												▲
ln nLF	▲ a			b		▲ a	▲			▲		
ln nHF	▼ a			▲ b		▼ a	▼					
ln (LF/HF)	▲ a			b		▲ a	▲			▲		

Note. “▲” represents mean values increased; “▼” mean values decreased in response to ultrasonic stimulation with significant difference at $p < .05$ using paired t-test or Wilcoxon signed-rank test within Zhaohai and Shenmai subgroups. Also see table 4.4 and table 4.7

LS means or means (not shown) in the same row that do not share subscripts differ at $p < .05$ in the ANCOVA (■) or ANOVA (■) with Sidak post hoc comparison between Zhaohai and Shenmai subgroups. Also see figure 4.2, figure 4.3, figure 4.4, and figure 4.5

US: ultrasound ; C_US: continuous wave ultrasound; P_US: pulsed wave ultrasound

第五章 討論

5.1 受試者之基本資料討論

本試驗照海與申脈兩大組就基本資料在統計上無顯著性差異，如表 4.1 所示，其中性別方面受試者男性 32 位(29%)、女性 78 位(71%) 分別參與照與申脈兩組試驗，照海組男性 14 位(25%)、女性 41 位 (75%)；申脈組男性 18 位(32%)、女性 37 位(68%)，顯示兩組女性皆佔大多數，約為男性的 2~2.5 倍，許多有關心率變異度的研究結果發現男性有較強的交感神經活性，而女性有較強的副交感神經活性(陳淑如等，2005；Zhang, 2007)，因此針對性別對本試驗結果的影響，則應做進一步的研究與探討。

由本試驗結果發現，自律神經平衡性的移動會受超音波頻率與工作週期的影響（5.3 節進一步討論），觀察連續波照海與申脈兩大組共 12 次分組，僅照海 3MHz 超音波連續波組一組 ln nHF 呈顯著上升 ($p=0.016$)如表 4.4、表 4.10 所示，意即自律神經系統平衡往副交感神經方向移動。由圖 4.6 與圖 4.7 亦可見副交感神經活性標準化百分比改變量很小。反觀有關於交感神經活性提升的部份則出現許多組別達到明顯的效果，如表 4.10 所示。穴位、超音波頻率、工作週期等參數雖然可用以解釋此一現象，但性別應是不可忽略的討論因素。

本試驗是否因大多數女性受試者具有較強的副交感神經活性，而使試驗參數介入時，不易觀察到提升原本已屬較高亢的副交感神經活性。以陰陽對立觀點而言，試驗參數介入時，較易觀察到提升原本屬於較低下的交感神經活性。若受試者男女調配平均與增加受試者樣本數或男女性分開分析其差異性與改變量，應更能看出超音波參數刺激後自律神經平衡的移動性，並鑑別此一結果是否受性別影響。

5.2 超音波刺激對於基本生理指數影響討論

各種超音波參數對於基本生理指數如收縮壓、舒張壓、平均心跳並無明顯組間改變，這應是因為受試者皆無心血管方面的疾病，所以基本生理指數的基線值(baseline)沒有太大的差異，當試驗參數介入時，身體內部有恆定系統動態平衡的機制去調整外在的刺激，因此各組後測均未出現異常生理值，短時間內的改變，兩大組共12次分組比較有傾向使收縮壓、舒張壓、平均心跳下降的趨勢，如表4.10所示，原因可能是因為試驗全程安靜靜坐於一寧靜的環境之故。長時間超音波刺激穴位對於基本生理指數的影響及未來臨床的應用於有心血管疾病的病人，仍需更多臨床試驗以確定超音波刺激後影響自律神經的同時，不致於會影響收縮壓、舒張壓、平均心跳等基本生理指數。

5.3 超音波刺激照海穴與自律神經系統相關性討論

就超音波頻率與工作週期方面觀察，3MHz連續波組對於ln nHF呈顯著上升($p=0.016$)，ln(LF/HF)有下降的趨勢($p=0.053$)。顯示自律神經平衡往副交感神經活性的方向移動。3MHz脈衝波組對於ln LF呈顯著上升($p<0.001$)，ln nLF呈顯著上升($p=0.006$)，ln nHF呈顯著下降($p=0.002$)，ln(LF/HF)呈顯著上升($p=0.002$)，如表4.4所示，顯示自律神經平衡往交感神經活性方向移動。反觀1MHz連續波組與脈衝波組不論在心率變異之時域分析或頻域分析測量值，皆未見有明顯統計上差異者。由此可知，自律神經平衡性的移動會受超音波頻率、工作週期與強度的影響。

3MHz超音波刺激較1MHz超音波刺激有效原因，若由穴位深度推斷，照海穴0.5~0.8寸(同身寸)，若以拇指同身寸量度，此法最早載於「千金方」卷29:「中指上第一節為一寸，亦有長短不定者，即取於大姆指第一橫度為一寸」(楊三甲，2003)。即以拇指指關節之橫度作為1寸，依此法則換算，照海穴是3MHz超音波組織被吸收能量深度1~2cm的範圍而非1MHz超音波組織被吸收能量深度2~5cm的範圍。此一結果可以做為未來穴位刺激深度，超音波頻率選擇的參考，亦即淺層穴位，考慮使用3MHz超音波，至於深層穴位，是否就是使用1MHz超音波，則需相關研究佐證，無法由本試驗得到結論。

3MHz連續波組與3MHz脈衝波組會產生相反的結果，3MHz連續波組輸出能量強度是3MHz脈衝波組的4倍，加上BNR的影響，與音波在骨骼的傳遞模式，可能在穴位處已產生駐波與熱點，使穴位溫度略微上升，帶給穴位訊息可能類似中醫針灸的「補法」，3MHz脈衝波僅刺激穴位，未使穴位溫度上升，結果帶給穴位訊息可能類似中醫針灸的「瀉法」(魏鵬緒、辛隨成，2005)，《內經素問·針解》云：「刺虛則實之者，針下熱也，氣實乃熱也；滿而瀉之者，針下寒也，氣虛乃寒也」。指出透過針刺，正氣充盛(補)，則針下產生熱感；邪氣祛除(瀉)，則針下出現涼感(魏連海，2001)。現代則以紅外熱顯像儀對用「燒山火」手法(補法)針刺後的體表溫度進行觀察，結果顯示針刺點局部針後的升溫顯著，最多可達攝氏3.5度。針灸後的升溫反應是抑制了交感神經的興奮性，血管擴張、血流量增加所致(張棟，2004)。本試驗若以照海通陰蹻脈而言，補法應是提升副交感神經活性，瀉法應是抑制副交感神經活性，推論與本研究結果相吻合。

傳統針法補瀉效用是利用針刺深淺、捻轉方向、刺激強弱、針刺角度、進針出針、留針時間、呼吸配合等諸多因素所形成(高希研，2002)，超音波針灸是否能如同傳統針刺手法一般產生補瀉效應，由本試驗僅能推論出一個雛形，需藉更嚴謹的試驗以證實此一推論的正確性，未來可利用傳統穴位刺法與超音波刺激比對，利用紅外熱顯像

儀與細胞因子，神經傳遞物質等生化檢查驗證，以深入了解二者在治療機轉或補瀉效應上的相關性。

此結果與過去超音波刺激足三里研究比較(陳彥廷，2003；Wang et al., 2003)：

(一) 頻率方面：同樣都超音波頻率3MHz效果優於1MHz。

(二) 工作週期方面：足三里的研究顯示，超音波刺後良導絡值均顯著下降($p < 0.01$)，100%工作週期的刺激大於10%工作週期刺激約7%，顯示若以足三里穴超音波刺激研究結果推論工作週期屬同向影響，工作週期高的音波比工作週期低的音波有較多的經絡良導絡值百分比改變量。本試驗結果則呈現高低工作週期的刺激對自律神經影響是完全反向的結果。推測可能是因照海穴組織特性(骨骼、韌帶)與足三里(肌肉)不同，而使超音波產生駐波、熱點所致。

5.4 超音波刺激申脈穴與自律神經系統相關性討論

就超音波頻率與工作週期方面觀察，3MHz連續波組對於 $\ln nLF$ 呈顯著上升($p = 0.046$)， $\ln(LF/ HF)$ 呈顯著上升($p = 0.048$)，顯示自律神經平衡往交感神經活性方向移動，3MHz脈衝波組，僅 $\ln HF$ 顯著性增加($p = 0.004$)，表示副交感神經活性增加，如表4.7所示，若以中醫

針灸的補瀉法推論，申脈若以通陽蹻脈而言，補法應是提升交感神經活性，與本研究結果相互吻合，但如同照海穴結果，皆需作更嚴謹的驗證。3MHz脈衝波組，依此推論應與自律神經平衡往副交感神經活性方向移動有關，但本試驗3MHz脈衝波組ln LF、ln HF、ln(LF/HF)均未見統計上有顯著性意義的結果，主要可能原因應是受試者年齡、性別之差異性太大之故，以及樣本數太小所致。1MHz連續波組與脈衝波組在心率變異之時域分析與頻域分析測量值，除1MHz脈衝波組對於ln SDNN呈顯著上升($p=0.037$)外，其餘皆如同照海穴，在自律神經系統活性或平衡移動方面，皆未見有明顯統計上差異者，因此在超音波頻率與工作週期的對自律神經系統影響方面展現與照海穴同質性很高的影響力。

與5.3節結論比對，可見陰陽對立理論的彰顯，以同為3MHz連續波（類似針灸補法）刺激陰蹻脈的照海穴呈現促進副交感神經（陰）活性反應，而刺激陽蹻脈的申脈穴呈現促進交感神經（陽）活性反應。以同為3MHz脈衝波（類似針灸瀉法）刺激陰蹻脈的照海穴呈現抑制副交感神經活性（促進交感神經（陽）活性）反應，而刺激陽蹻脈的申脈穴則有副交感神經（陰）活性增加的趨勢。顯示運用中醫陰陽調和與對立的理論應用於自律神經系統活性調節的可行性，並進一步可做為未來超音波刺激治療疾病，穴位與經絡選擇的思考模式。

5.5 照海、申脈穴與自律神經系統相關性討論

如表4.6、4.9所示，照海與申脈穴在ln SDNN、ln TP、ln HF在六個參數分組標準化百分比改變量均呈現增加趨勢，但在參數組間無明顯差異。原因可能是因為在本試驗當中，可以看出針灸補瀉效應顯現的可能性，若未探究受試者虛實的體質而進行穴位刺激，自然不可能達到最大療效或甚至造成反效果，耗損其能量。如《素問·調經論》曰「刺法言，有餘瀉之，不足補之。」(孟雲鳳、馮濤，2002)，《內經》云「凡人有疾，補瀉行也」；「補瀉反則病益篤」。欲明針灸，不能不明補瀉，一般認為，虛證應補其不足，實證瀉其有餘。而補有興奮的作用，瀉有抑制的作用，依循中醫針灸治療的基本大法原則「盛則瀉之，虛則補之」辨證論治(張金喜、林翠茹，2004)，才可能看出真正的結果與差異，因此，有關於中醫陰陽虛實體質與超音波針灸應用的相關性研究也是未來努力的方向。

另一個可能性就是透過經絡系統的調節不如神經系統傳導快速，主要是經由神經-內分泌-免疫系統控制(王家有等，2003)，而針灸亦講究「以待其氣」，因此超音波刺激後的心率變異分析測量時間點有重新檢討的必要。此外，5分鐘的超音波刺激量是否足夠引起SDNN、TP、LF、HF有明顯差異性的改變，亦需進一步驗證，以降低系統性誤差(systematic error)。若欲增加超音波刺激量則優先考慮在

左右對等穴位（如左右照海穴）分別進行少於或等於5分鐘固定式操作的超音波刺激。基於受試者安全性考量，暫不考慮在單側穴位做5分鐘以上固定式操作的超音波刺激，除非能嚴謹驗證其安全性或採移動式操作超音波。

LF部份則是照海組在六個參數分組低頻功率標準化百分比改變量均呈現增加且有顯著組間差異($p=0.013$)，顯示可以顯著增加交感與副交感神經活性的百分比改變量，主要是旋轉按摩組與3MHz連續波組間差異($p=0.022$)，3MHz連續波組LF標準化百分比改變量增加最少，則應從辯證論治、性別控制、心率變異分析測量時間點、增加樣本數等重新檢討問題所在。申脈穴六個參數分組在低頻功率標準化百分比改變量則均呈現減少趨勢，但在參數組間無明顯差異。在照海組nLF標準化百分比改變呈現有顯著組間差異($p=0.023$)、LF/HF標準化百分比改變均呈現有顯著組間差異($p=0.009$)，申脈穴在nLF、LF/HF標準化百分比改變部份則未顯現組間差異。

照海組較申脈組整體而言在頻譜功率標準化百分比改變量有效且正面，可能是因為除了通陰蹻脈又為足少陰腎經穴，換言之，照海穴像是一個交流道，當刺激訊息抵達時有可能往陰蹻脈，也可能往足少陰腎經，由足少陰腎經入肺後，其支者從肺出絡心注胸中，交於手厥陰心包經。透過腧穴(照海)-經絡(足少陰腎經別支入心包經)-臟腑

(心臟)，此外腎為先天之本，陰陽之根，腎氣充則全身臟腑之陰陽氣血調和，在不失其經（腎經）條件下，固本培元，自然可增加調節心臟自律神經系統整體活性的表現。

照海穴與申脈穴互為陰陽表裏經的穴位，以治療失眠與嗜睡的經驗，補照海、瀉申脈治療失眠；反之，瀉照海、補申脈治療嗜睡(陳志元，2005；楊志新，2002)，依據此原則，若能證實超音波刺激穴位的補瀉效應，進一步考慮照海與申脈兩穴一補一瀉同時使用，並有效控制相關誤差，驗證其是否有交互作用後的加成效用。則可因陰陽理論的實踐，同時進行增加交感神經系統活性與降低副交感神經系統活性，或增加副交感神經系統活性與降低交感神經系統活性，畢其功於一役，替未來超音波刺激穴位治療失眠與嗜睡提供一項可能性，與治療自律神經系統相關疾病處方上的方向，及超音波多穴位刺激應用於疾病的基礎。

此試驗結果除考慮各種誤差因素外，也可能顯現除了腧穴外，經絡的選擇對於自律神經系統調節的重要性，所謂「寧失其穴，勿失其經」。反應了魏鳳菊等(2006)所提自律神經失調的治療「腎治」的重要性，提供未來進一步研究的面向與思維，對於超音波刺激腎經穴位與其他經絡如肝經、心經、心包經的穴位對於自律神經系統影響之差異與交互作用，進行進一步的研究與比對。

5.6 安慰劑效應

如表4.10所示：試驗結果發現在照海與申脈兩大組的旋轉按摩組對於ln SDNN、ln TP、ln LF、ln nLF、ln LF/HF均呈現顯著性上升，對於ln nHF則呈現顯著性下降，顯示自律神經平衡往交感神經活性方向移動，且具顯著性統計意義。在ln SDNN、ln TP、ln LF部份上升甚至較照海與申脈組有超音波能量輸出的參數分組效果顯著，如表4.4、表4.7所示。推測其原因是因為超音波操作時，除旋轉按摩組外，其餘各組皆是固定不動，即使有超音波輸出各組，也完全無任何感覺，惟獨旋轉按摩組具有轉換器旋轉移動感覺，可能因此喚起受試者注意，因而產生受試者強烈的安慰劑效應的可能性，特別在過去就有關於物理治療因子研究顯示包括超音波與按摩在內的治療結果都具有安慰劑效應的成份(Cheing & Kenny, 2002)，才會使照海申脈穴兩大組產生一致性的結果。

按摩可能刺激皮膚表皮的接觸覺受器(tactile receptor)如free nerve ending, Messissner's corpuscle, Ruffini's end organ, Pacinian corpuscle將感覺訊號傳遞後所產生的結果(介頓、霍爾，1995/林佑穗、袁宗凡譯，2005)。不過由於旋轉按摩組後測結果並未表現穴位組織的特性，即在照海穴(增加副交感神經活性)與申脈穴(增加交感神經活性)兩大組均呈現LF/HF上升，有可能在任何位置都是同樣的結果，表示其訊

號處理可能並未經過經絡系統，因此推論此一結果是否由穴位按摩所傳遞訊息產生的影響，亦或是更複雜的神經生理與安慰劑效應，則需要作進一步的研究驗證。

第六章 結論與未來展望

回顧過去對於超音波針灸的研究文獻，尚未有針對自律神經系統所做的研究，僅有以超音波刺激足三里穴造成血壓下降，由神經生理學角度間接推論刺激足三里穴可以造成交感神經抑制，因而使血管擴張，血壓下降。並由手部經絡良導絡值出現下降現象，也就是皮膚電阻上升，推測是因為交感神經受超音波刺激後產生暫時性抑制所造成 (Wang et al., 2003; 陳彥廷, 2003)。本試驗研究超音波刺激穴位直接對於自律神經系統的影響，穴位選用陰陽相對的照海、申脈兩穴研究具使用心率變異分析，結果顯示使用不同的參數刺激之後，中醫陰陽理論確實表現在超音波刺激穴位調整自律神經活動上，特別是在頻域分析 $\ln LF$ 、 $\ln HF$ 、 $\ln(LF/HF)$ 有關自律神經平衡移動性方面展現較大的差異性，試驗結果可能受性別、超音波頻率、強度、工作週期、穴位、經絡與超音波操作方式的影響，提供未來進一步研究的思維。

整體而言，刺激照海較申脈穴反應明顯，不同的參數中 3MHz 較 1MHz 效果明顯，連續波產生的效果類似針灸中「補」的手法，脈衝波產生的效果類似針灸中「瀉」的手法，補的手法可能是經由駐波與不一致的波束不均勻比值(BNR)所產生。此外在穴位旋轉移動足以產生安慰劑效應，因此欲研究超音波能量刺激穴位對自律神經系統影響宜採固定式操作，才能單獨截取來自超音波能量本身的影響，避免

來自安慰劑效應或是按摩穴位所產生的效應所形成的干擾因子，但固定式操作超音波即使在很低的劑量，也會產生駐波，形成熱點，對於研究者而言，將是一個需要克服的兩難局面(paradox)。

如果穴位所產生的微熱效應足以產生補法結果，且要克服駐波影響，針對本試驗的結果，提出下列各項可以做為進一步探討或改進的方向。未來可以使用移動式或水浴法操作超音波作為研究方法，針對不同穴位與疾病找到最適當的超音波刺激與參數，並從神經-免疫-內分泌網路方面著手驗證，將超音波應用在中醫治療上，成為中醫科學化的一部分。

一、治療參數部分

- (1) 超音波刺激後使用心率變異分析的最佳測量時間點探討。
- (2) 超音波刺激時間的最適值探討。
- (3) 早中晚三個時段分開比較治療效果，以鑑別療效與治療時間關係。
- (4) 超音波換能器有效發射區間(ERA)大小與刺激結果的關係探討。

二、整合治療部分

- (1) 超音波針灸與擺位(positioning)重要性的探討。
- (2) 兩穴或多穴使用超音波刺激後的交互作用的影響研究。

- (3) 同一穴位單側或雙側刺激後效應不同比較，以探討是否有療效加成的反應。
- (4) 超音波結合中頻或低頻電刺激、雷射(laser)、傳統針法的使用，可探討不同方法交互作用的可能性，以提升治療效果。
- (5) 超音波影像與針灸儀器結合的研發，此有助於穴位組織定位精確，以提升療效。
- (6) 利用超音波電透法(phonophoresis) (Michlovitz, 1996; Kitchen, 2002)結合天然萃取物如艾草精油的使用，比對傳統灸法，特別應用於補瀉的治療方面，進行療效評估。

三、疾病防治部分

- (1) 以心率變異分析使用與心臟有關穴位如神門、內關，與非直接相關心臟穴位、經絡，比較使用超音波刺激後的差異。
- (2) 以心率變異分析中醫辨證論治陰陽虛實體質與使用超音波刺激穴位後關係。
- (3) 疾病應用，長期效果探討，針對國人常見的慢性病與傳統針灸療效比對，是否能達到一致性的療效。

若研究能克服以上的困難，則可因自律神經平衡與保持健康的關係找出一個既簡易又安全的自律神經調節與治療的方法，將有助於預防與治療自律神經失衡的疾病。

參考文獻

- 丁志音(2003)。誰使用了非西醫的補充與另類療法？社會人口特質的無區隔性與健康需求的作用。 *台灣衛誌*，22(3)，155-166。
- 介頓(Guyton, A. C.)、霍爾(Hall, J. E.)著(2005)。 *新編醫用生理學* (*Textbook of Medical Physiology*，林佑穗、袁宗凡譯)。台北市：合記。(原作1995年出版)
- 王聯慶、宮麗莉、張銳(2006)。談中醫穴位的性能。 *遼寧中醫藥大學學報*，8(6)，20-21。
- 王士豪(2000)。超音波針灸儀系統之研發及其可行性研究。 *行政院衛生署中醫藥年報*，19(1)，145-203。
- 王玠、遲華基、袁方曜(2006)。神經內分泌免疫與疾病。 *山東教育學院學報*，3，133-135。
- 王保琳、陳偉立、張煥禎(2006)。風濕病之另類療法：溫泉療法。 *基層醫學*，21(4)，90-97。
- 王進(2000)。植物性神經病中醫辨證與治療研究進展。 *湖北中醫學院學報*，2(2)，55-56。

王愛成、王玉來、江濤、馬斌、陳錦峰、趙永烈等(2005)。針刺申脈穴的 fMRI 腦功能成像研究。《針刺研究》，30(1)，41-43。

王磊、穀世哲、馬惠芳(2001)。蹻脈的循行特點及主治規律。《中國針灸》，21(4)，221-223。

王家有、潘三強、宿寶貴(2003)。神經內分泌免疫網路調節與針刺治病的關係—針刺作用途徑研究進展。《解剖學研究》，25(3)，229-232。

田英(2005)。心理應激在心血管病發生中的病理生理機制。《中國動脈硬化雜誌》，13(2)，245-246。

印會河、張伯納(1984)。《中醫基礎理論》。上海市：上海科學技術出版社。

印會河、張伯納(2003)。《中醫基礎理論》。台北市：知音出版社。

吳毓敏(1988)。治療性超音波的物理基礎治療機轉及臨床運用。《中華物療誌》，13，92-103。

吳先哲(2004)。論心理應激與肝失疏泄的辯證關係。《時珍國醫國藥》，15(7)，445-447。

- 呂建喬、吳靜麗、林建邦(2006)。中醫藥在美國的發展～美國加州針灸師考照經驗談。《中華推拿與現代康復科學雜誌》，3(1)，95-100。
- 李楊(2000)。論鬱證。《天津中醫學院學報》，19(4)，30。
- 李育臣、張永賢、邱創乾、高宗桂、劉定明、許昇峰(2003)。以心律變異探討針刺對周邊性顏面神經麻痺患者之影響。《中華針灸醫學會雜誌》，6，51-60。
- 李其忠(2004)。《中醫基礎理論及其臨床應用》。臺北市：五洲。
- 李明濱(2003)。《醫學的人性面:情緒與疾病》。臺北市：國立臺灣大學醫學院出版。
- 李春躍、王文禮、薛明明、李超美、楊英、李勤學(2006)。壓力超負荷性心肌肥厚形成過程中細胞因數 TNF- α 、IL-1 β 和 IL-6 的變化。《中國現代醫學雜誌》，16(24)，3736-3738。
- 佟琳、劉廣益、李作孝(2003)。應激對神經內分泌免疫調節網路的影響。《醫學綜述》，9(11)，686-688。
- 伯恩(Berne, R. M.)、萊維(Levy, M. N.)著(2003)。《彩色圖解生理學原理》(*Principles of Physiology*，陳世涓、黃彥棕、鐘桂彬、賴堯暉、黃尹宸、許浚翹譯)。台北市：合記。(原作2002年出版)

林昭庚(2001)。針灸臨床處方參考手冊之研究。行政院衛生署中醫藥
年報，21(1)，1-112。

[http://www2.ccmp.gov.tw/index-c/infomation/file/90/CCMP90-RD-001\(CH01\).pdf](http://www2.ccmp.gov.tw/index-c/infomation/file/90/CCMP90-RD-001(CH01).pdf)

林順萍、黃國禎、陳俊忠、郭博昭(2006)。太極拳運動對心臟血管機能之影響。中華技術學院學報，34，389-397。

林郁甯(2004)。中醫之陰陽虛實辨證與心臟自主神經功能之相關性研究。未出版之碩士論文，慈濟大學醫學研究所，花蓮。

孟雲鳳、馮濤(2002)。針刺補瀉淺析。中國針灸，22(2)，127-128。

侯慶、楊阿根、石學敏，(2006)。針刺治療鬱證心率變異40例。陝西中醫，27(7)，850-851。

胡素敏(2003)。肝主疏泄與心理應激的理論探討。江西中醫藥，34(242)，12-13。

俞海虹、周紅橋(2006)。試述中醫陰陽平衡觀的實質。中醫藥學刊，26(6)，1074-1075。

徐斌、王效道(1993)。心身醫學:心理生理醫學的基礎與臨床。臺北市：合記。

孫燕、侯曉華(2006)。心理應激與胃腸道動力紊亂的研究。中國實用

內科雜誌，26(10)，725-726。

孫廣仁(2006)。中醫學精氣理論的邏輯建構。中醫藥學刊，24(6)，981-984。

翁清松、胡威志、莊朝欽(2004)。四種不同的電刺激模式於人體穴位之經絡及肌電現象之研究。中原學報(自然科學及工程系列)，32(3)，373-381。

高希研(2002)。論針刺補瀉的相關特異性。中國針灸，22(9)，607-610。

殷明偉、劉敏，(2006)。針刺治療鬱證 66 例。山東中醫雜誌，25(3)，179-180。

張金喜、林翠茹(2004)。針刺補瀉手法與針刺補瀉效應的關係。遼寧中醫雜誌，31(11)，952-953。

張伯臾(2002)。中醫內科學。台北市：知音出版社。

張保敏、郭藝芳(2004)。心率變異性的晝夜節律及臨床意義。中國心臟起搏與心電生理雜誌，18(3)，224-226。

張棟(2004)。針灸原理和經絡研究中紅外熱像技術的應用。中國針灸，24(1)，37-43。

張新芳(2006)。肺陽虛證研究進展。安徽中醫學院學報，25(6)，58-59。

- 梁月華(1999)。從現代醫學觀點探討臟腑辨證實質。 *中國中醫基礎醫學雜誌*，1(1)，8-10。
- 敖海清、徐志偉、嚴燦(2004)。心理應激相關疾病的研究探要。 *中醫藥學刊*，22(8)，1414-1415。
- 許煌汶(2004)。輔助與另類醫學簡介。 *安寧療護*，9(3)，264-275。
- 許煌汶(2005)。醫療人員對輔助與另類醫學之認知態度。 *基層醫學*，20(1)，20-24。
- 邵楓、林文娟、肖健(2003)。交感神經系統在應激免疫調節中的作用。 *Acta Psychology Sinica*，34(4)，559-562。
- 黃國禎、郭博昭、陳俊忠(1998)。長期從事太極拳運動對男性老年人安靜心率變異性之影響。 *體育學報*，25，109-118。
- 黃維三(1985)。 *針灸科學*。台北市：正中書局。
- 莊育民(2000)。 *針灸大成講義*。台北市：志遠書局。
- 楊甲三(2003)。 *針灸學*。臺北市：知音出版社。
- 楊志新(2002)。相對穴位的臨床應用(2)－申脈、照海穴的應用。 *中國臨床醫生*，30(10)，54-55。

- 楊寧波、吳愛勤(2006)。心理應激促發腫瘤的神經-內分泌-免疫分子
機制研究進展。《國際精神病學雜誌》，33(3)，162-164。
- 楊容青(2005)。肺陽虛說略。《遼寧中醫雜誌》，32(7)，664-665。
- 廖文炫、張梅蘭、蔡美文、王淑芬(2003)。物理因子治療學—冷、熱、
光、水療及機械性治療。台北市：合記圖書出版社。
- 趙昆霞(2005)。相火論。《雲南中醫學院學報》，28(1)，34-36。
- 趙輝(2006)。《內經》蹻脈功能淺述。《山東中醫藥雜誌》，25(8)，516-517。
- 趙益業、鄒旭、吳煥林、林曉忠、李健(2006)。從神經內分泌免疫
網路理論試論中醫學五臟相關理論。《廣州中醫藥大學學報》，23
(5)，433-436。
- 趙國求、童忠良(2003)。陰陽平衡與現代科學物質觀。《浙江中醫學
院學報》，27(6)，4-6。
- 董德河、胡久略、史桂榮、梁志忠(2006)。淺析《素問·調經論》
陰陽虛實寒熱病機。《河南中醫》，26(5)，12。
- 陳重關(2007)。關於針灸治療作用原理的探討。《中華中醫藥學刊》，
25(2)，391-393。
- 陳志元(2005)。中醫菁華，針灸奇葩—介紹相對穴及其應用。《中國臨

床醫生，33(12)，50-51。

陳金城、鄭宗芥、張永賢(2004)。氣功的現代科學研究概況。《基層醫學》，19(8)，183-187。

陳長安(2005)。《常用藥品治療手冊》。台北市：全國藥品年鑑雜誌社。

陳彥廷(2003)。《超音波刺激足三里穴對高血壓患者之療效評估》。未出版之碩士論文，中原大學醫學工程研究所，桃園。

陳敬修、邱創乾、宋慶龍、張永賢(2002)。利用心率變異數評估中醫陰陽體質之研究。《Journal of Medical and Biological Engineering》，22(S)，s91-s98。

陳高揚、郭正典(2001)。靜坐數息對正常人自律神經活性的效應。《佛學與科學》，2(2)，78-87。

陳高揚、郭正典(2001)。佛教師子王臥對冠狀動脈疾病患者及孕婦自律神經活性的效應。《佛學與科學》，2(1)，7-20。

陳高揚、郭正典、駱惠銘(2000)。心率變異度：原理與應用。《J Emerg Crit Care Med》，11 (2)，47-58。

陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭琪綺(2005)。心率變異度的簡介及護理上的應用。《新台北護理期刊》，7(1)，1-11。

- 陳華(1992)。中醫的科學原理。臺北市：台灣商務印書館。
- 滕晶、王玉來、劉子旺(2006)。肝氣鬱結證的研究總結與未來發展探討。中華中醫藥學刊，24(12)，2220-2221。
- 蔡甫昌、黃獻樑、陳彥元(2007)。病患要求施行輔助及另類療法所涉醫學倫理問題。台灣醫學，11(1)，91-103。
- 蔡孟書、吳英黛、詹曉龍、賴金鑫、戴東原(2003)。糖尿病患者休息時心率變異性的影響因素。台灣醫學，7(1)，10-19。
- 韓美君、宮曉虹、王善利、張丹、趙彩虹(2005)。TNF- α 與中醫陰虛證相關性的研究。大連大學學報，26(4)，76-78。
- 戴新民(1988)。針灸學。台北市：啟業書局有限公司。
- 魏連海(2001)。《內經》對針刺補瀉效應的評價。上海針灸雜誌，20(5)，43。
- 魏鵬緒、辛隨成(2005)。經絡和穴位的皮膚溫度測量。針灸臨床雜誌，21(7)，61-63。
- 魏鳳菊、宋書江、楊光福(2006)。任琢珊教授從腎論治自主神經功能失調經驗。河北中醫，28(10)，726-727。
- 鄧鐵濤(1984)。中醫診斷學。上海市：上海科學技術出版社。

鄧鐵濤(2003)。中醫診斷學。臺北市：知音出版社。

薛飛飛(2005)。八綱辨證源流之探究。大同醫學專科學校學報，2，
13-14。

羅彥宇(2005)。我們的自主神經。健康世界，238，9-11。

羅陸一、馮潤芬(2005)。聲波刺激虛裏治療冠心病心絞痛的臨床觀察。
中國藥學刊，23(10)，1743-1744。

Batty, M. J., Bonnington, S., Tang, B. K., Hawken, M. B., & Gruzelier, J. H. (2006). Relaxation strategies and enhancement of hypnotic susceptibility: EEG neurofeedback, progressive muscle relaxation and self-hypnosis. *Brain Research Bulletin*, 71(1-3), 83-90.

Bradley, T., Hayes, A., Mark, A., Merrick, Michelle, A., & Sandrey. (2004). Three-MHz Ultrasound Heats Deeper Into the Tissues Than Originally Theorized. *Journal of Athletic Training*, 39(3), 230-234.

Cheing, G. L. Y., & Cheung, K. S. H. (2002). Placebo Analgesia: Clinical considerations. *Physiotherapy*, 88 (12), 735-743.

Davis, C., Cooke, M., Holzhauser, K., Jones, M., & Finucane, J. (2005). The Effect of Aromatherapy Massage with Music on the Stress and Anxiety Levels of Emergency Nurses. *Australasian Emergency Nursing Journal*, 8(1-2), 43-50.

Draper, D. O., Harris S.T., Schulthies, S., & Knight, K. L. (1998). Hot-Pack and 1-MHz Ultrasound Treatments Have an Additive Effect on Muscle Temperature Increase. *Journal of Athletic Training*, 33(1), 21-24.

Field, T., Diego, M., & Hernandez-Reif, M. (2007). Massage therapy research. *Developmental Review*, 27(1), 75-89.

- Foley, J. L., Vaezy, S. V., & Crum, L. A. (2007). Applications of high-intensity focused ultrasound in medicine: Spotlight on neurological applications. *Applied Acoustics*, 68 (3), 245-259.
- Gang, Y., & Malik, M. (2003). Heart Rate Variability Analysis in General Medicine. *Indian Pacing Electrophysiology Journal*, 3(1), 34-40.
- Hoglund, C. O., Axen, J., Kemi, C., Jernelov, S., Grunewald, J., & Muller-Suur, C. (2006). Changes in immune regulation in response to examination stress in atopic and healthy individuals. *Clin Exp Allergy*, 36(8), 982-992.
- Joshua, F., Edmonds, J., & Lassere M. (2006). Power Doppler Ultrasound in Musculoskeletal Disease: A Systematic Review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 36(2), 99-108.
- Kalia, M. (2006). Neurobiology of sleep. *Metabolism Clinical and Experimental* , 55 (Suppl 2), S2-S6.
- Karayaylali, I., San, M., Kudaiberdieva, G., Niyazova-Karben, Z., Seyrek, N., Balal, M., et al. (2003). Heart Rate Variability, Left Ventricular Functions, and Cardiac Autonomic Neuropathy in Patients Undergoing Chronic Hemodialysis. *Renal Failure*, 25 (5), 845-853.
- Kelley, K. W., Weigent, D. A., Kooijman, R. (2007). Protein hormones and immunity. *Brain, Behavior, and Immunity*, 21(4), 384-392.
- Keselman, H. J., Cribbie, R. A., & Holland, B. (2004). Pairwise Multiple Comparison Test Procedures: An Update for Clinical Child and Adolescent Psychologists. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 33(3), 623-645.
- Kim, J. A., Park, Y. G., Cbo, K. H., Hong, M. H., Han, H. C., & Cboi, Y. S. (2005). Heart Rate Variability and Obesity Indices: Emphasis on the Response to Noise and Standing. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 18(2), 98-103.
- Kitchen, S. (2002). *Electrotherapy Evidence-Based Practice*. Singapore: Elsevier.
- Leardini, A., Stagni, R., & O'Connor, J. J. (2001). Mobility of the subtalar joint in the intact ankle complex. *Journal of Biomechanics*, 34(6), 805-809.

- Maddi, A., Hai, H., Ong, S. T., Sharp, L., Harris, M., & Meghji, S. (2006). Long wave ultrasound may enhance bone regeneration by altering OPG/RANKL ratio in human osteoblast-like cells. *Bone*, 39(2), 283-288.
- Michlovitz, S. L. (1996). *Thermal Agents in Rehabilitation*. Philadelphia: F.A. Davis Co.
- Moffet, H. H. (2006). How might acupuncture work? A systematic review of physiologic rationales from clinical trials. *BMC Complement Altern Med*. 6(25), doi:10.1186/1472-6882-6-25
- Nolan, R. P., Kamath, M. V., Floras, J. S., Stanley, J., Pang, C., Picton, P., & Young, Q. R. (2005). Heart rate variability biofeedback as a behavioral neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control. *American Heart Journal*, 149(6), 1137.
- Qin, L., Fok, P., Lu, H., Shi, S., Leng, Y., & Leung, K. (2006). Low intensity pulsed ultrasound increases the matrix hardness of the healing tissues at bone-tendon insertion--a partial patellectomy model in rabbits. *Clinical Biomechanics*, 21(4), 387-394.
- Raso, V. V. M., Barbieri, C.H. Mazzer, N., & Fasan, V. S. (2005). Can therapeutic ultrasound influence the regeneration of peripheral nerves. *Journal of Neuroscience Methods*, 142(2), 185-192.
- Rutherford, A. (2001). *Introducing ANOVA and ANCOVA. A GLM Approach*. Sage Publications: London.
- Rutten, M. J. C. M., Maresch, B.J., Jager, G. J., Blickman, J. G., & van Holsbeeck, M. T. (2007). Ultrasound of the rotator cuff with MRI and anatomic correlation. *European Journal of Radiology*, 62(3), 427-436.
- Sandercock, G. R., Grocott-Mason, R., & Brodie, D. A. (2007). Changes in short-term measures of heart rate variability after eight weeks of cardiac rehabilitation. *Official Journal Of The Clinical Autonomic Research Society*, 17(1), 39-45.
- Sharpe, P. A., Williams, H. G., Granner, M. L., & Hussey, J. R. (2007). A randomised study of the effects of massage therapy compared to guided relaxation on well-being and stress perception among older

adults. *Complementary Therapies in Medicine*, doi:10.1016/j.ctim.2007.01.004

Shinar, Z., Akselrod, S, Dagan, Y., & Baharav, A. (2006). Autonomic changes during wake–sleep transition: A heart rate variability based approach. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 130 (1-2), 17-27.

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17(3), 354-381.

Terathongkum, S., & Pickler, R. H. (2004). Relationships among heart rate variability, hypertension, and relaxation techniques. *Journal of Vascular Nursing*, 22(3), 78-82.

ter Haar, G. (2006). Therapeutic applications of ultrasound. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), 111-129.

Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2007). The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biological psychology*, 74(2), 224-242.

Urakawa, K., & Yokoyama, K. (2005). Music can enhance exercise-induced sympathetic dominance assessed by heart rate variability. *Tohoku J Exp Med*, 206(3), 213-218.

Wang, S. H., Chen, Y. T., Weng, C. S., Tsui, P. H., Huang, J. L., & Chiang, K. C. (2003). A clinical therapeutic assessment for the administration of different modes of ultrasounds to stimulate the Zusanli acupuncture Point of Hypertension Patients. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 23(4), 221-228.

Whittingham, T. A. (2007). Medical diagnostic applications and sources. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), 84-110.

Zhang, J. (2007). Effect of Age and Sex on Heart Rate Variability in Healthy Subjects. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 30(5), 374-379.

附錄一 試驗計畫同意書

□—□□□

南華大學試驗計畫志願（同意）書

試驗計畫志願（同意）書	
<input type="checkbox"/> 本志願書由受試者本人簽署 <input type="checkbox"/> 本同意書由法定代理人簽署	
計畫名稱：超音波刺激申脈、照海穴與自律神經關係之研究 計畫執行單位：南華大學自然醫學研究所	
自願受試者（法定代理人）姓名： _____ 性別： _____ 年齡： _____ 通信地址： _____ 電話： _____	
敬啟者： 為增進醫學發展及提高自然療法在醫療的輔佐應用，承蒙您自願接受（法定代理人同意）為本試驗計畫之主要受試對象，為能使您完全瞭解本計畫施行試驗部份主要內容及方法，敬請詳閱以下各項資料。倘若您對本試驗進行的方法及步驟仍有疑問，本計畫有關人員願意提供進一步解釋，以期您能充分瞭解。	
本自願書以下列方式敘述理由： <input type="checkbox"/> 口述 <input type="checkbox"/> 筆述	
(一) 本試驗計畫之目的及方法： 本試驗目的為：藉由復健科常用之超音波刺激申脈或照海穴後對自律神經影響以探索促進自律神經平衡的有效參數。 本試驗方法為：受試者隨機分組接受超音波刺激申脈或照海穴十分鐘，以心率變異分析儀（HRV）比較分析自律神經系統前後變化。	
(二) 參與本計畫可能導致之副作用與危險及處理方式： 本計畫試驗方法尚未出現對身體造成不良副作用之文獻報告，敬請安心進行測試。測試過程如出現任何不舒服感覺，請立即停止測試，並由專業醫護人員評估是否需進一步處理。	
(三) 預期試驗效果： 預期超音波刺激申脈穴有興奮副交感神經，抑制交感神經的效果，刺激照海穴有興奮交感神經，抑制副交感神經的效果，並能在測量數據上有顯著性意義。	
(四) 參加本計畫受試者個人權益將受以下保護： (1) 試驗所得資料可能將發表於學術性雜誌，但受試者姓名將不會公佈，同時受試者之隱私將給予絕對之保密。 (2) 受試者於試驗過程中可隨時退出本計畫。	
_____ 主持人簽名	_____ 日期
_____ 說明人簽名	_____ 日期
(六) 本人已經詳閱上列各項資料，有關本計畫之疑問已詳細解釋，本人瞭解在試驗期間本人有權隨時退出此計畫，並且同意成為此試驗之受試者。	
_____ 自願受試者或法定代理人簽名	
_____ 日期	

附錄二 個人基本資料與自覺健康狀況問卷調查表

□—□□□□

第一部分 個人基本資料

下面題目是有關您個人的基本資料，請您按實際的情形在“□”內打“√”，或在_____填入正確資料

1. 您的姓名：_____
2. 您的性別：
男 女
3. 您的出生日期：
_____年_____月_____日
4. 您目前的身高及體重：
身高_____公分， 體重_____公斤
5. 您的最高教育程度是：
不識字 國小/小學 國中/初中 高中/高職
大專/大學 研究所及以上 其他_____
6. 您目前是否有就業：
無 兼職工作 全職工作 其他_____
7. 您的宗教信仰是：
無 佛教 一貫道 道教 基督教
天主教 回教 其他_____
8. 您目前的婚姻狀況：
未婚/單身 已婚/同居 離婚/分居 喪偶
9. 您的運動習慣：
無 每週1~2次 每週3~5次 每週6~7次
10. 您個人過去是否有針灸暈針的經驗？
無 有
11. 您個人目前患有哪些經由醫師確定診斷的疾病？（可複選）
無 心臟疾病 高血壓 低血壓 糖尿病
睡眠障礙 其他_____

請續答背面第二部份

第二部分 自覺健康狀況

下面題目是您對自己健康的看法，請您按實際的情形在“”內打“√”，皆請僅選一項答案。

12. 一般來說，您認為您目前的健康狀況是：

- 非常好 好 普通 差 非常差

13. 和一年前比較，您認為您目前的健康狀況是？

- 好很多 好一些 一樣 差一些 差很多

14. 在過去一個月內，您身體疼痛程度有多嚴重？

- 完全不痛 非常輕微的痛 輕微的痛
中度的痛 嚴重的痛 非常嚴重的痛

15. 下列各項問題是關於過去一個月內您的感覺及您對周遭生活的感受，請針對每一問題選一最接近您感覺的答案。在過去一個月中有多少時候.....

（每行請僅選一項答案）

	一直 都是	大部分 時間	經常	有時	很少	從不
(1)您覺得充滿活力？	<input type="checkbox"/>					
(2)您是一個非常緊張的人？	<input type="checkbox"/>					
(3)您覺得非常沮喪，沒有任何事情可以讓您高興起來？	<input type="checkbox"/>					
(4)您覺得心情平靜？	<input type="checkbox"/>					
(5)您精力充沛？	<input type="checkbox"/>					
(6)您覺得悶悶不樂和憂鬱？	<input type="checkbox"/>					
(7)您覺得筋疲力竭？	<input type="checkbox"/>					
(8)您是一個快樂的人？	<input type="checkbox"/>					
(9)您覺得累？	<input type="checkbox"/>					

問卷調查日期：民國_____年_____月_____日

謝 謝 您 的 合 作

請查閱一下答案或資料有無漏填的地方，再次謝謝您的合作！

附錄三 人體試驗同意書

高雄市小港安泰醫院臨床試驗同意書

臨床試驗名稱：超音波刺激申脈、照海穴與自律神經關係之研究

一、試驗目的：

藉由復健科常用之超音波刺激申脈或照海穴後對自律神經作用以探索促進自律神經平衡的有效參數。

二、試驗方法：

受試者隨機分組接受超音波刺激申脈或照海穴十分鐘，作姿下以心率變異分析儀（HRV）比較分析自律神經系統前後的變化。

三、可能副作用：

本計劃試驗方法尚未出現對身體造成不良副作用之文獻報告，超音波亦將使用低安全劑量，並會排除嚴重心血管疾病或慢性病者進行測試。測試過程如受試者出現任何不舒服感覺，會立即停止測試，並由專業醫護人員評估是否需進一步處理。

四、預期結果：

預期超音波刺激申脈穴有興奮副交感神經，抑制交感神經的效果，刺激照海穴有興奮交感神經，抑制副交感神經的效果，並能在測量數據上有顯著性意義。

五、資料保密：

試驗所得資料可能將發表於學術性雜誌，但受試者姓名將不會公佈，同時受試者之隱私將給予絕對保密。

六、獎勵措施：

由主持人自行參酌辦理。

八、撤回同意：

在試驗期間可以隨時撤回同意，不再繼續接受試驗。

本人會將本試驗相關細節充分告知受試者或其監護人，並善盡必要之注意進行此試驗。

試驗主持人

物理治療師 尤俊響

簽名蓋章

證人



簽名蓋章

中華民國 96 年 1 月 12 日

高雄市小港安泰醫院人體試驗核准函

- 一、研究計畫名稱：
超音波刺激申脈、照海穴與自律神經關係之研究
- 二、研究計畫主持人：
尤俊響 物理治療師
- 三、研究計畫執行時間：
從九十五年十二月至九十六年四月三十 日止

上述研究計畫經評估後，於民國九十五年十二月二十日通過審核，同意該研究計畫在限時內進行。

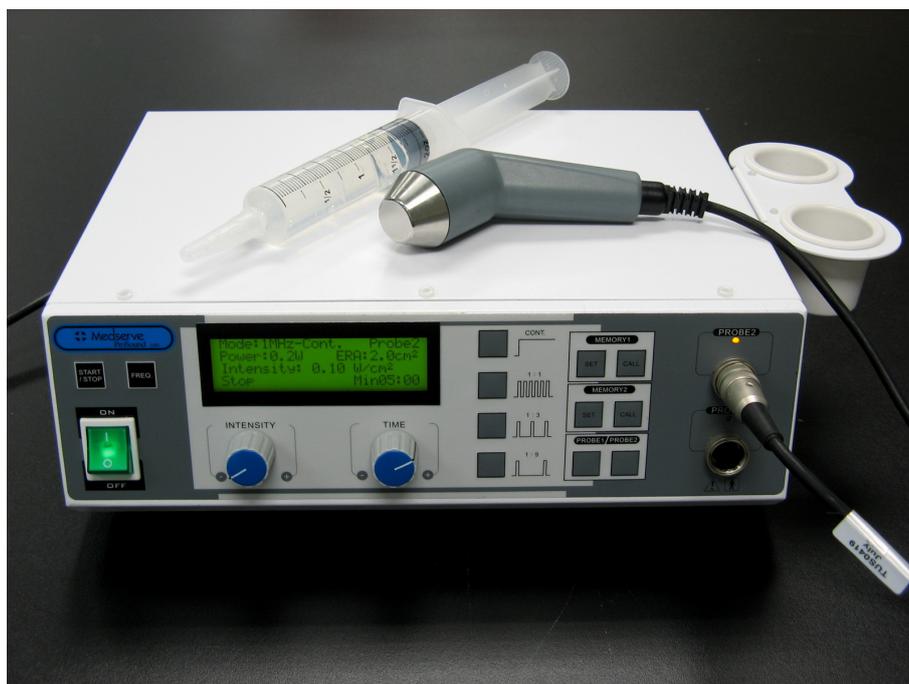
副院長：



院長： [Handwritten signature]

中華民國 96 年 1 月 12 日

附錄四 研究工具與方法照相圖



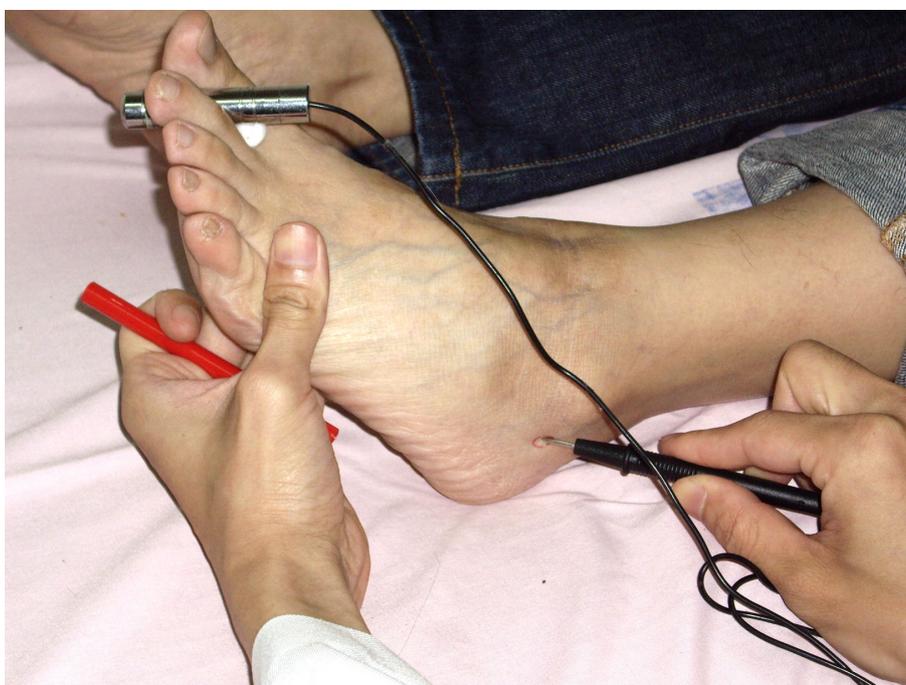
附圖 4.1 超音波(ULS-1000，傑邁電子公司)



附圖 4.2 穴位探檢儀(WF-316r)



附圖 4.3 受試者試驗姿位



附圖 4.4 穴位探檢儀定位申脈穴



附圖 4.5 申脈穴標記



附圖 4.6 穴位探檢儀定位照海穴



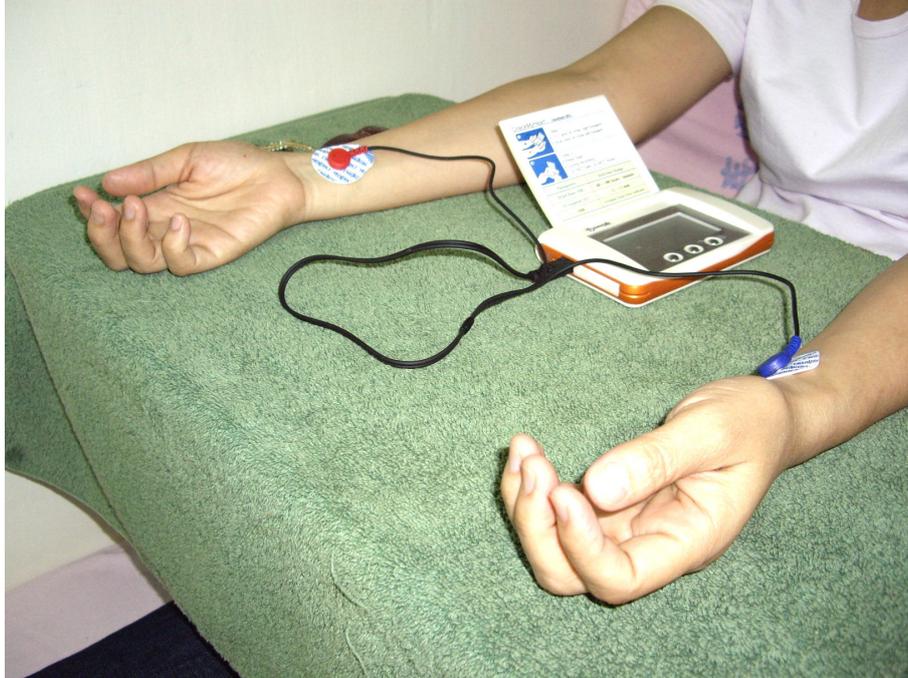
附圖 4.7 照海穴標記



附圖 4.8 申脈穴超音波操作



附圖 4.9 照海穴超音波操作



附圖 4.10 心率變異分析測量