

南華大學
自然醫學研究所
碩士論文

寒熱屬性食物於大學生心率變異之探討
**Effects of Warming and Cooling Foods
On the Heart Rate Variability
of University Students**

指導教授：陳秋媛博士

研究生：楊德勝

中華民國 101 年 01 月

南 華 大 學
自 然 醫 學 所
碩 士 學 位 論 文

寒熱屬性食物於大學生心率變異之探討
Effects of Warming and Cooling Foods on the Heart
Rate Variability of University Students

研究生：楊 德 勝

經考試合格特此證明

口試委員： 王 登 明

陳 嘉 民

連 秋 媛

指導教授： 連 秋 媛

系主任(所長)： 連 秋 媛

口試日期：中華民國 100 年 12 月 08 日

謝 誌

回首兩年多研究所的日子，每當我開著車奔馳於工作、學校之間，倍感無限的壓力，所幸承蒙師長們的鼓勵與同學們相互切磋，讓我萌發信心與勇氣，終於在南華完成研究所課程，實現夢想。

首先感謝前所長余哲仁老師引領我進入自然醫學領域，並傳授 HRV 及統計之概念，奠定我研究基礎，圓了我探索「自然醫學」的美夢；同時，更要謝謝恩師陳所長秋媛於論文撰寫期間，百忙之中對論文架構、格式及內容不厭其煩的指正及建議，使我得以順利完成實驗與論文，於此致上由衷的感謝！

文稿初成承蒙王璧娟老師、陳嘉民老師及羅俊智老師悉心審閱、逐字斧正，並於口試期間惠予諸多寶貴意見，使我豁然開朗，論文得以更加完整，特此感謝。

感謝家人體諒與支持，讓我無後顧之憂，全力以赴完成論文，在此期間享受許多特權，謝謝你們愛的鼓勵，有你們真好。

一路走來，謹以感恩的心，謝謝曾經教過我、協助我的人，更要謝謝南華大學的學弟、妹們參與本研究，讓本研究能順利完成，感謝之意，永銘於心！

摘要

傳統中醫理論強調從飲食療法來調和人體的陰陽平衡，以達保健強身及未病先防的目標。食物寒熱屬性之區分源自人體對各種食物所產生的能量及生理變化之經驗累積，目前尚缺乏相關之科學數據佐證。本研究之目的在探討食用不同屬性之食物對心率變異之影響，透過科學研究方法驗證中醫理論中的食療保健觀念。本研究以寒涼性食材白蘿蔔及溫熱性食材老薑，分別調配成生蘿蔔汁、熟蘿蔔汁、熟蘿蔔加薑汁、熟薑汁及開水各 250 克之五組實驗樣本。招募 20 位健康大學生（男女各 10 人），每隔 2 天分別飲用不同五種實驗樣本。採受試者內(within subject design) 之前後測實驗設計，以 paired *t*-test 比較個別實驗樣本前後測心率變異之差異；以 one-way ANOVA 重複量數比較五組實驗樣本組間心率變異之差異。實驗結果發現，所有受試者在飲用開水及生蘿蔔汁後其心率變異參數未有顯著變化；而飲用熟蘿蔔汁、熟蘿蔔加薑汁及熟薑汁後之交感及副交感相關心率變異參數均有增加之現象，顯示熟蘿蔔及熟薑汁有促進自主神經活化的作用。熟蘿蔔汁與生蘿蔔汁之心率變異參數有統計上差異，在合併熟薑汁時更為明顯，顯示蘿蔔經加熱處理及併用熱性之薑汁後，對心率變異皆有不同之影響。以上結果驗證，傳統中醫食療保健觀念具有科學意義及參考價值存在，心率變異量測可作為評估食材對人體產生生理反應之參考

依據。

關鍵字：寒涼與溫熱食物、白蘿蔔、薑、心率變異

Abstract

Chinese TCM practitioners use dietary therapy to balance the body's yin and yang, and to prevent diseases. The definitions of "warming" and "cooling" attributes of food do not refer merely to the food temperature, but also to its energetic properties. However, there is no scientific evidence to support this theory. The objective of this study was to establish a suitable scientific methodology to define the attributes of food ingredients by investigating the relationship between food attributes and heart rate variability (HRV) signals produced in healthy young subjects. White radish and ginger, which have cooling and warming attributes, respectively, were squeezed with water and filtered to make sample juices. Twenty college students were instructed to consume 250 grams of boiled water, raw white radish juice, cooked white radish juice, cooked white radish juice with ginger juice, and cooked ginger juice with water on five different visits. Paired *t*-test was used to analyze differences between the pre-test and post-test scores of each individual's HRV. In addition, an ANOVA with repeated measurements was used to compare differences between the baselines of the five types of juices. The results show no significant changes in the HRV activities of subjects who drank boiled

water and raw radish juice. On the other hand, results from the HRV analysis showed significant increases in the sympathetic and parasympathetic activities of subjects who drank cooked radish juice, cooked radish mixed with ginger juice and cooked ginger juice. Furthermore, statistical differences in HRV responses were found between subjects drinking cooked radish juice and raw radish juice. These differences were more obvious when they drank cooked radish juice mixed with cooked ginger juice. Our results indicated that TCM theories can be constructed through modern analysis, and the use of HRV is a promising method to classify attributes of food ingredients commonly used in Chinese dietary therapy.

Key words: warming and cooling foods, radish, ginger, heart rate variability.

目次

摘要.....	I
Abstract.....	III
目次.....	V
表目次.....	IX
圖目次.....	XI
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	3
1.3 研究目的.....	4
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 中醫之陰陽學說.....	5
2.2 中醫飲食療法.....	7
2.2.1 食療之定義.....	7
2.2.2 食物寒熱屬性.....	8
2.2.3 白蘿蔔 (Radish) 之文獻回顧.....	11
2.2.4 薑(Ginger) 之文獻回顧.....	13

2.3 心率變異(Heart rate variability, HRV).....	16
2.3.1 心率變異量測與分析.....	17
2.3.2 心率變異的相關研究.....	19
第三章 研究方法	23
3.1 預實驗.....	23
3.2 實驗設計與實驗樣本製備	26
3.2.1 實驗設計.....	26
3.2.2 實驗樣本配製.....	28
3.3 受試者招募.....	28
3.4 研究工具及實驗場所.....	29
3.5 心率變異數據量測及參數擷取	30
3.6 統計分析.....	31
3.6.1 成對樣本 t 檢定.....	32
3.6.2 單因子變異數重複量數分析.....	32
第四章 研究結果	33
4.1 研究對象基本資料.....	33

4.2 所有受試者飲用五組實驗樣本之 HRV 前後測差異比較	34
4.2.1 所有受試者飲用開水之前後測 HRV 比較	34
4.2.2 所有受試者飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	36
4.2.3 所有受試者飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	38
4.2.4 所有受試者飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較	40
4.2.5 所有受試者飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較	42
4.3 性別在飲用五組實驗樣本之前後測 HRV 比較	44
4.3.1 性別在飲用開水之前後測 HRV 比較	44
4.3.2 性別在飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	46
4.3.3 性別在飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	48
4.3.4 性別在飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較	50
4.3.5 性別在飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較	53
4.4 飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較	55
4.4.1 所有受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較	55
4.4.2 男性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較	55
4.4.3 女性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較	56
4.5 飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)	60

4.5.1 所有受試者在飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比 ($\Delta\%$)比較	60
4.5.2 男性受試者在飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比 ($\Delta\%$)比較	61
4.5.3 女性受試者在飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比 ($\Delta\%$)比較	62
4.6 五組樣本對交感及副交感神經相關 HRV 參數之影響	66
第五章 討論.....	68
5.1 食物熱量、寒熱屬性與心率變異之相關性	68
5.2 男女受試者飲用不同屬性食物之差異	69
5.3 飲用開水之 HRV 變化	70
5.4 飲用生蘿蔔汁及熟蘿蔔汁之 HRV 變化	71
5.5 飲用蘿蔔及薑汁之 HRV 變化	73
第六章 結論.....	75
第七章 研究建議	76
參考文獻.....	77

表目次

表 3.2.2 實驗樣本製作方式及樣本編號	28
表 4.2.1 所有受試者飲用開水之前後測 HRV 比較	35
表 4.2.2 所有受試者飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	37
表 4.2.3 所有受試者飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	39
表 4.2.4 所有受試者飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較	41
表 4.2.5 所有受試者飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較	43
表 4.3.1 性別在飲用開水之前後測 HRV 比較	45
表 4.3.2 性別在飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	47
表 4.3.3 性別在飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較	49
表 4.3.4 性別在飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較	52
表 4.3.5 性別在飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較	54
表 4.4.1 所有受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較	57

表 4.4.2 男性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較.....	58
表 4.4.3 女性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較.....	59
表 4.5.1 所有受試者飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)比較	63
表 4.5.2 男性受試者飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)比較	64
表 4.5.3 女性受試者飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)比較	65
表 4.6 依交感、副交感神經之 HRV 相關參數分類，總結飲用實驗樣 本 B 與 C、D、E 之比較.....	67

圖目次

圖 3.1.1 預實驗流程圖	24
圖 3.1.2 預實驗-飲用熟薑汁後 60 分鐘之 SDNN.....	25
圖 3.1.3 預實驗-飲用生蘿蔔汁後 60 分鐘之 SDNN	25
圖 3.2.1 實驗設計流程圖	27

第一章 緒論

1.1 研究背景

《黃帝內經·素問》陰陽應象大論篇記載：「陰勝則陽病，陽勝則陰病。」體內正邪抗爭，各為勝負的過程，導致陰陽偏勝、偏衰的陽病或陰病，說明人體許多疾病的發生及發展的過程都可歸因於「陰陽不和」（陳華，1993；葉學益，2008）。能量的儲備是維持陰陽平衡的基礎，而飲食則是維持生命的根本，《素問·藏氣法時論》：「五穀為養，五菜為充，五果為助。」透過飲食來調節體內的陰陽平衡是養生的關鍵（黃中平，2009）。中藥之所以能治療疾病，主要也是依據其寒(cold)、熱(hot)、溫(warm)、涼(cool)等不同性質而對人體造成不同的生理效應(唐雲,2004)。傳統中醫食療原理即是取藥物之「性」，加上食物之味，所謂「食藉藥力，藥助食威」，二者相輔相成，相得益彰，其既不同於一般的中藥，又有別於普通的飲食。食物本身也有不同的特性與作用，依據個人需求，和宜的飲食配膳才能達到養生保健之效果（黃中平，2009）。在《素問·至真要大論》中記載「寒者熱之，熱者寒之」，對於熱（陽）證者多以寒涼食材達清熱之效；對於寒（陰）證者則以溫熱食材來祛寒，以達「陰平陽秘」之狀態（陳華，1993；葉學益，2008；楊維傑，1984）。

在人們的日常飲食生活，總離不開酸、甜、苦、辣、鹹五味，以傳統中醫的觀點《黃帝內經·素問》宣明五氣篇記載：「五味所入，酸入肝，辛入肺，苦入心，鹹入腎，甘入脾。」《素問·生氣通天論》云：「味過於酸，肝氣以津，脾氣乃絕；味過於咸，大骨氣勞，肌短而心氣抑；味過於甘，心氣喘滿、色黑，腎氣不衡；味過於苦，脾氣不濡，胃氣脹厚；味過於辛，筋脈沮弛，精神乃央。」《素問·五臟生成篇》云：「是故多食鹹，則脈凝泣而變色；多食苦則皮槁而毛拔，多食辛，則筋急而爪枯；多食酸，則肉胝皴而唇揭；多食甘則骨痛而髮落，此五味之所傷也。」《素問·陰陽應象大論篇》云：「飲食寒熱，感之則傷六腑。」因此，飲食均衡，無所偏嗜，方能營養互補，保持機體功能正常，若長期五味偏嗜，則會使機體偏盛偏衰，發生多種病變（楊維傑，1984）。

現代人工作忙碌，凡事講求快速簡便，對於每日吃的問題，不僅早、午餐甚至晚餐大多以外食為主，外食常會攝取過多高脂肪、高熱量食物，蔬菜、水果、全穀類及核果類攝取不足或經常食用加工、醃漬、燒烤及煙燻食物，這些不佳之飲食型態是現代諸多文明病及癌症的肇因(國家衛生研究院,2008)。大學生也是外食族居多，吃宵夜或零食的情形甚為普遍，飲食習慣多以喝含糖飲料、吃口味較鹹食物、添加調味料及吃油炸食品等頻率較高，吃糙米飯或全麥食品

頻率較低(黃淑貞、姚元青, 1999), 長期忽視攝取均衡之營養素可能會導致各種因飲食不當而引發的健康危機。

許多文獻指出, 不同的飲食型態會顯現於心率變異(heart rate variability, HRV)的差異, 如多攝取綠色葉菜類的蔬菜可以增加 nHF 並降低 nLF, 改變心臟自律神經的功能, 進而減少罹患心血管疾病發生的風險(Park et al., 2009)。地中海飲食(Mediterranean dietary)模式會與某些心率變異值呈正相關, 包括 SDNN、RMSSD、PNN50、TP、LF 等(Dai et al., 2010)。Ninio 等學者將久坐生活型態且肥胖的成年人分為魚油、魚油加運動、葵花油和葵花油加運動等 4 組, 探討富含 DHA 的魚油對 HRV 的影響, 結果發現攝取魚油組其 HF 較葵花油組顯著上升(Ninio, Hill, Howe, Buckley, & Saint, 2008)。

1.2 研究動機

中醫食療保健觀念強調以食物的寒熱屬性調和體內陰陽平衡, 但對於食物的寒熱屬性目前尚缺少客觀的評估工具及充分的科學證據加以證明。本研究以大學生為研究對象, 比較在飲用不同屬性之食物後產生的心率變異之變化, 作為評量食物寒熱屬性及日後相關研究之參考。

1.3 研究目的

本研究藉由心率變異測量大學生飲用不同屬性之食物後，產生的
心率變異之變化，研究主要目的：

1. 探討不同屬性食物對 HRV 訊號之影響。
2. 比較性別於不同屬性食物產生 HRV 之差異。
3. 探討食材加熱處理後對於 HRV 訊號之影響。
4. 比較寒熱食材合併後對於 HRV 訊號之影響。
5. 探討不同屬性食物對自主神經之影響。

第二章 文獻回顧

2.1 中醫之陰陽學說

「陰陽學說」是中國古代認識世界、解釋世界變化的世界觀和方法論，屬於唯物論與辯證法的範疇，中醫引用「陰陽學說」來解釋醫學中的諸多問題，並廣泛應用於中醫學的各個領域，用以解釋人體的生命活動、疾病的發生和變化，並指導疾病的診治和預防，成為中醫學理論體系重要的一部分（周學勝，2006）。

陰陽學說源於中國古代哲學思想，認為萬物都有陰陽對立的兩面，用陰陽來解釋自然界的各種現象，陰與陽是代表互相對立、相互聯繫的兩面，為事物存在狀態和變化兩種屬性（王鳳英、顧祐瑞，2004）。人體是一個有機的整體，人體內部也充滿著陰陽對立統一的關係。所以《素問·寶命全形論》云：「人生有形，不離陰陽。」人體的正常生命活動，是陰陽保持對立的協調關係的總合，如果以功能與物質相對而言，則功能屬於陽，物質屬於陰，物質與功能之間的關係，就是對立統一關係的表現。人體功能與物質的關係，也就是陰陽相互依存的关系，如果陰陽不能互根互用而分離，人的生命活動也就無法延續。此即《素問·生氣通天論》所說：「陰平陽秘，精神乃治；陰陽離決，精氣乃絕。」人體正常的生理活動使機體的物質、功能之間保持著相

對的陰陽協調關係，疾病的發生及其病理過程，則是因各種原因使陰陽失去了協調所導致的。在陰陽失調所產生的病理變化，亦可歸納為陰或陽的偏盛偏衰的病理狀態。《素問·陰陽應象大論》云：「陰勝則陽病，陽勝則陰病。陽勝則熱，陰勝則寒。陽虛則外寒，陰虛則內熱。重寒則熱，重熱則寒，重陰必陽，重陽必陰。」說明人體許多疾病的發生、發展的過程都可統稱為「陰陽不和」，體內正邪抗爭，各有勝負的過程，導致陰陽偏勝、偏衰的陽病或陰病。《景岳全書》云：「寒熱者，陰陽之化也。」

陰陽學說也用於養生和疾病治療基本原則，《素問·至真要大論》記載：「謹察陰陽所在而調之，以平為期。」也就是說醫生不論是治病或是養生指導，目的都是要細心分辨陰陽的失衡點，來調理使身體歸於陰陽平衡。陰陽學說用於疾病治療的依據，目的之一是確定治療原則，二是歸納藥物的性能。陰陽偏勝，也就是陰或陽的一方偏盛，為有餘之證。由於陽勝則陰病，陽勝則熱，陽熱盛易於損傷陰液。陰勝則陽病，陰勝則寒，陰寒盛易於損傷陽氣。如果陰或陽偏勝而其相應的一方並沒有構成虛損時，就可以採用“損其有餘”的方法。如果其相對一方有偏衰時，則當兼顧其不足，配合以補陽或益陰的方法。陽勝則熱，屬於實熱證，應該用寒涼藥來制約，治熱以寒，也就是“熱者寒之”。陰勝則寒，屬於寒實證，應該用溫熱藥來制約，治寒以熱，

也就是“寒者熱之”。因二者都屬於實證，所以稱這種治療原則為“損其有餘”，即“實者瀉之”。例如，陽太盛就會趨向熱、火，應使用連翹、菊花、蓮子心，甚至黃連、大黃等寒涼藥來清熱瀉火；陰太盛就會趨向於寒，應使用丁香、乾薑、小茴香、花椒，甚至是附子、肉桂等溫熱藥來溫裡祛寒（楊維傑，1984；奚中和，1996；張永勳、何玉鈴、黃世勳，2008；彭文煌、黃世勳，2010；郭永潔，2010）。

2.2 中醫飲食療法

2.2.1 食療之定義

中醫食療源於夏朝，至今已有 3000 年歷史，不僅是飲食文化的一大色，亦是中醫學的一部分，周代已有世界最早的專職營養師「食醫」，強調食療在防治疾病、滋補養生及延年益壽有莫大助益。根據學者統計，從漢初到清末，有關食療的專作多達 300 餘篇（王鳳英、顧祐瑞，2004），可見自古以來人類即希望從飲食中達到養生保健之目的。戰國時期名醫扁鵲提出：「為醫者，當洞察病源，知其所犯，以食治之，食療不愈，然後命藥。」這種食療藥療並重的思想，對後世的影響深遠；唐代名醫孫思邈《千金要方·食治》云：「凡欲治療，先以食療，既食療不癒，後乃用藥爾。」元代醫家張從正云：「養生當論食補，治療當須藥攻。」即最好以飲食來保健強身，非不得已才

用藥。李時珍的《本草綱目》記載 300 多種日常食物的療效，並提出多種食療藥膳方。事實上，許多的天然食物本身也可當作藥物，此即「藥食同源」，說明食療對疾病防治的重要。

在中國及亞洲國家，食療的傳統概念及智慧長期以來已深植民間。正確及適量的攝取食物營養素，可以促進生長發育、增進健康、提高機能、防治疾病和延緩衰老等。所以，只要飲食方法得當，是可以預防疾病的發生。現今由於經濟富裕，物質生活提升，資訊獲得迅速，養生的觀念逐漸普遍，食療方式變得多彩多姿，養生與食療更是蔚為風尚。現代人的食療觀念除了依循傳統中醫強調順應四時氣候，並依個人體質調配適合之食物，保持臟腑功能平衡之外，應結合西方營養學之理論，注重健康的飲食型態，方為完善的養生保健觀念。

2.2.2 食物寒熱屬性

食物的屬性 (food attribute)，並非指食物實際呈現的冷熱溫度，而是食物進入人體之後，經消化、吸收、變化、運送及轉換營養物質之後，對人體產生溫熱寒涼之作用（呂萬安，2006）。有學者以陰陽屬性將食物分類，陰性(寒涼)食物指的是濕潤、柔軟、多水、多油、氣味重，其性較不活潑，含有低鈉離子，在烹煮的時間比較短者。陽性(溫熱)食物是指乾燥、堅硬、所含的水、油較少，無特殊氣味，物

性活潑，含較多金屬離子者。但食物的陰性與陽性之分也不是絕對的，可為陰中帶陽或陽中有陰，亦可以試著從食物的成分、顏色、味道做判斷，例如：成分由陰性趨近於陽性的原則為：脂肪→蛋白質→礦物質；顏色由陰性趨近於陽性的原則為：透明→白色→褐色→粉紅色→紅色→黑色；味道由陰性趨近於陽性的原則為：腐敗味→酸味→甜味→鹹味→苦味（馬方傑、潘欣祥，2007）。也有學者發現，同一種食物使用不同的烹煮方式，會改變食材所具有的「四氣」屬性，例如：使用多油及高溫的烹飪方式，會增加食物的溫熱屬性，添加較多量水分的烹調方式，會增加食物的寒涼屬性。甚至，同一種食物，也會因在不同地區、環境、氣候及栽種條件下，造成屬性或是成分上的差異（趙丹平，2008；Anderson,1980；Huang & Wu, 2002）。

中醫食療學說主張人體應選擇具有與自身生理或疾病狀態相互對立的食物或藥材，以維持體內的寒熱平衡。凡適用於熱性體質與病症的食物，就屬於寒涼性食物。寒涼食材具有清熱瀉火、涼血解毒等作用，對人體內在平衡的影響就是抑制人體的新陳代謝、減緩臟腑的活動等，可用於治療人體機能亢進而引起的火熱病，例如：苦瓜、冬瓜、西瓜、黃瓜、絲瓜、蘿菜、白蘿蔔、芹菜、蕨菜、莧菜、茄子、綠豆、蘑菇、柿子、柚子、桑椹、奇異果、柑、橘、番茄、水梨、茶葉等。適用於寒性體質與病症的食物，就屬於溫熱性食物，溫熱食材

具有散寒、溫經、通絡、助陽解毒等作用，對人體內在平衡的影響就是促進人體的新陳代謝、增強臟腑的活動，可用於治療人體機能衰退而引起的虛寒病，例如芥子、肉桂、辣椒、花椒、胡椒、韭菜、生薑、大蒜、蔥、小茴香、龍眼肉、杏仁、核桃仁、荔枝、櫻桃、芥菜、羊肉、雞肉等（翁維健，1991；唐雲，2004）。此外，食用熱性食材，在神經系統方面可提高中樞神經系統和交感神經系統的興奮性，降低副交感神經系統的興奮性；在血液循環方面，具有強心及增加心輸出量，使微血管舒張，流動快速，開放數目增加的作用；在能量代謝方面，代謝率提升，產熱量亦增加；消化系統方面，促進消化酶的分泌，促進消化道對營養物質和水分的吸收，抑制消化道平滑肌收縮，促進括約肌收縮，抑制膽汁和清稀的消化液的分泌。一般來說，寒涼食材產生的生理反應均為溫熱食材的反向作用（陳華，1993）。

在寒熱屬性食物作用於免疫細胞之研究發現，肉桂、薑、荔枝、龍眼、龍眼乾等溫熱性食物會活化正常巨噬細胞株 RAW264.7，促進發炎介質 PGE₂ 的分泌；相反地，利用脂多醣(Lipopolysaccharide, LPS) 刺激正常巨噬細胞株 RAW264.7 後，黃連、黃芩、苦瓜、菊花和蓮心等寒涼性食物反而會抑制發炎介質 PGE₂ 的過度分泌(Ho & Tsai, 2004; Huang & Wu, 2002)。動物實驗也發現，餵食熱性食物（五香粉）會使正常體質老鼠體內的 Na⁺-K⁺-ATPase 活性、黃體素(Progesterone)、

血清 T₃ (三碘甲狀腺原胺酸) 和 T₄ (甲狀腺素) 含量增高，導致體質偏向溫熱性。反之，餵食寒性食物 (冰淇淋) 會使正常體質老鼠體內這些生化數值顯著下降，導致體質偏向寒涼趨勢(張偉榮等,1992)。不同體質老鼠的相同實驗結果發現，飼食熱性食物 (五香粉) 給寒體鼠，其體內 Na⁺-K⁺-ATPase 活性、血清 T₃ (三碘甲狀腺原胺酸)、T₄ (甲狀腺素) 生化數值皆升高，且變得與常體鼠無顯著差異。飼食寒性食物 (冰淇淋) 給熱體鼠，則體內這些生化數值皆降低，但與常體鼠無顯著差異 (張偉榮等,1996)。因此，推測長期偏嗜某種屬性食物，會造成體質的改變，而寒熱體質亦可藉由飲食調整來達到平衡 (匡調元,2008)。

2.2.3 白蘿蔔 (Radish) 之文獻回顧

白蘿蔔為十字花科 (Cruciferae) 蘿蔔屬植物，學名為 *Raphanus sativus* Linn.，別名：菜頭、白菜頭、萊菔、蘆菔、仙人骨、大根、大菜，原產於中亞細亞和中國等地，台灣早期由中國大陸引進，為一或二年生草本植物的根莖，生性喜冷，適溫為 15~22°C，產期於秋、冬、春之季，尤其冬季最為盛產 (張超良、曹慶榮、李保真,1993；蕭偉傑,1998)。根粗大肥厚，可生食，也可作蔬菜炒、拌、燒、煮，並可用於治療疾病，是一種實用及藥用價值均較高的食物。其味甘辛、性微涼，入胃、肺經。在《本草綱目》中記載：「萊菔性冷，為辛甘，

散服及炮煮服用，大下氣，消穀和中。搗汁服，止消渴。生食止渴寬中，煮食化痰消導試。生食升氣，熟食降氣。去邪熱氣，寬胸膈，利大小便。」中醫稱其有「消除腸胃積滯、化肺中熱痰、生津解毒的功効。」由文獻記載可知蘿蔔性涼，甘辛，生食或榨汁服用，可「升氣」，即有幫助打嗝、排出肺部及胃部的穢濁之氣，以達寬中化痰之效果，熟食則可「降氣」，即促進腸管蠕動，幫助食物的糟粕排出體外，又有生津解渴、殺菌解毒效果，所以能治熱燥性頭痛，痰嗽失音，食積脹滿，小便不利，便秘等（張步桃，1995；蕭偉傑，1998；薛聰賢，2000；孟仲法，2010）。

蘿蔔的成分分析方面，每 100 克中含有蛋白質 0.6 克、碳水化合物 5.7 克、維生素 B₁ 0.02 毫克、維生素 B₂ 0.04 毫克、維生素 C 30 毫克、尼克酸(Nicotinic acid) 0.5 毫克、胡蘿蔔素 0.02 毫克、鈣 49 毫克、磷 34 毫克、鐵 0.5 毫克（孟仲法，2010）。此外尚含有氧化酵素、澱粉酵素(diastase)等多種酵素。其所含營養價值主要為根部豐富的維他命 C，及含有的辛味成分的芥子油、澱粉酵素、粗纖維，有促進胃腸蠕動，消除胃腸積滯，幫助消化及治療腸胃病之功效。酒醉時可多喝蘿蔔湯，即取其有下氣消腸胃悶脹及解毒功效而解酒。因其含有維他命 C 及澱粉酵素會因過熱而失去效果，所以生食或榨汁飲用其療效更佳（梁永康，1991；蕭偉傑，1998）。

民間驗方記載，食用燥熱食物而引起胸悶燒心、口乾舌燥、口臭、喉嚨腫痛、可用蘿蔔煮白水清湯代茶大量飲用，可獲得迅速療效（薛聰賢，2000）。因其含有豐富維他命 C，及有生津解渴、殺菌之作用，所以多喝生蘿蔔汁，有預防感冒，及治療感冒引起的咽痛及咽嚨乾啞、常演講之音啞、易口腔發炎者；又因含有多量粗纖維，可增加腸蠕動，及有下氣消腸胃悶脹及解毒功效，所以可治療便秘及解酒（蕭偉傑，1998）。鮮蘿蔔 500 克，洗淨絞汁緩緩飲服，可治口乾、飲食不化、熱痢；再加少量薑汁，可治失音不語（孟仲法，2010）。鮮蘿蔔汁可治高血壓；再加適量生薑、蜂蜜，可治呃逆（張超良等，1993）。

2.2.4 薑(Ginger) 之文獻回顧

薑為薑科(Zingiberaceae)薑屬植物，學名為 *Zingiber officinale*，別名：羌、生姜、薑荷、茗荷、生薑、甘露子、紫薑，為多年生草本植物的根莖部位，原產於亞細亞熱帶及印度等地，現今世界各地熱帶地區都有栽培，喜多濕溫暖的氣候，適溫為 20~25°C，因採收期不同，稱呼也不同；幼嫩白黃色的根莖稱「嫩薑」；半熟成，莖皮淡褐色，光滑肥大者稱「粉薑」；老熟後結實硬化，纖維變粗，辛辣味強者稱『老薑』，可作種薑繁殖的稱「薑母」，陰乾後稱「乾薑」（梁永康，1991；蕭偉傑，1998；薛聰賢，2000）。在成分分析部分，每 100 克中含有水分 91 克、蛋白質 2.1 克、脂肪 0.863 克、碳水化合物 4 克、

纖維質 1.7 克、灰份 0.54 克 (林錦英, 1977)、維生素 B₁ 0.01 毫克、維生素 B₂ 0.04 毫克、維生素 C 4 毫克、菸鹼酸(Nicotinic acid) 0.4 毫克、胡蘿蔔素 0.18 毫克、鈣 20 毫克、磷 45 毫克、鐵 7.0 毫克 (孟仲法, 2010)。

薑之香味及味覺主要成分為倍半萜烯類(sesquiterpenes)碳氫化合物之揮發性油，及辣味成分 gingerols (薑辣醇類)、shogaols (薑烯醇類)、zingerone (薑酮類) 和 paradols 等非揮發性化合物。薑的化學成分已被鑑定出者，多達一百多種化合物，包括油性揮發性成分 0.25-0.3%：薑醇(zingiberol)、紫蘇醇(perillaldehyde)、β-檀香帖醇(β-santalol)、澄花醛(neral)、檸檬醛(citral)、2-龍腦(2-borneol)、α-薑烯(α-zingiberene)、α-薑黃烯(α-curcumene)、β-水芹烯(β-phellandrene)、倍半水芹烯、樟烯(camphene)、β-蒎烯(β-pinene)、7-孟烯(7-menthene)、β-羅勒烯(β-ocimene)、α-香甜油烯(α-bergamotene)、β-金合歡烯(β-farnesene)、月桂烯(myrcene)、異小茴香醇(isofenchyl alcohol)、芳樟醇、棕油精等數十種芳香物質；辛辣成分有：3-薑醇(3-gingerol)、4-薑醇(4-gingerol)、5-薑醇(5-gingerol)、6-薑醇(6-gingerol)、8-薑醇(8-gingerol)、10-薑醇(10-gingerol)、12-薑醇(12-gingerol)、4-薑二醇(4-gingerdiol)、6-薑二醇(6-gingerdiol)、8-薑二醇(8-gingerdiol)、10-薑二醇(10-gingerdiol)、6-甲基辣二醇(methylgingediol)、4-薑二醇雙乙酸

酯醇(4-methylgingedi-acetate)、6-薑二酮(6-gingerdione)、10-薑二酮(10-gingerdione)、6-去氫薑二酮(6-dehydrogingerdione)、10-去氫薑二酮(10-dehydro gingerdione)、6-薑烯酮(6-shogaol)和薑酮(zingerone)等(中醫藥委員會, 1999)。

薑之辛辣成分 gingerol、shogaol、zingerone 為酚類物質, 研究發現具有藥理和生理活性功能, 如止吐、抗胃潰瘍、抗氧化、抗腫瘤、抗炎、解熱鎮痛、殺菌及強心保肝作用(陳堯菊, 1998)。新鮮塊根中 gingerols 為主要活性成分, 為不同長度之非支鏈烷鏈化學結構之相似物(n6~n10), 其中以 6-gingerol 含量最多, 為主要辣味成分(Govindarajan, 1982)。gingerols 的 β 羥基酮結構上 C3 羰基和 C5 羥基, 使得其化學性質極不穩定, 在加熱條件下, C4-H 極易與 C5-OH 脫水形成 shogaols, 此反應是可逆的, 反應速率與溫度相關(Bhattarai, Tran, & Duke, 2001)。Shogaols 在新鮮根只有少量, 在經乾燥和熱處理才會含有豐富 6-shogaol (Jolad et al., 2004)。

民間驗方記載生薑辛溫散寒止嘔, 含薑辣素, 可刺激血管擴張、血流加速, 全身產生溫熱的感覺, 同時促使毛細孔張開, 排出汗液, 降低體溫, 並且能將病毒排出體外。用於風寒感冒之頭痛、咳嗽、胃寒之食慾減退、嘔吐等。對於各類型之感冒生薑是一良好的食療食材, 如預防感冒用生薑、大蔥加紅糖、水煮成大蔥生薑茶服用; 輕症感冒

可用生薑、茶葉加紅棗，加水煮成生薑茶，或以生薑加紫蘇葉以沸水沖泡成薑蘇茶服用；惡寒發熱之感冒可用生薑加芥菜用少許油略炒煮成生薑芥菜湯來食療（鄭振鴻，2004）；寒咳痰多也可用生薑汁加蜂蜜調勻服用（張超良等，1993）；生薑及白蘿蔔切絲，加油加鹽調味，可用於肺寒咳嗽、痰飲咳喘（孟仲法，2010）。在炒菜時加一片薑是用薑驅寒於炒菜，同時亦能誘發蔬菜的甜味，尤其是屬寒涼的蔬菜，如白菜及紹菜等，加薑來炒有驅寒之效果（楊皓耀，2001）。薑母茶中醫配方為老薑 5 錢 (18.75 g) 切成 0.1~0.2 cm 薄片，加水 800 mL 悶煮成 500mL（曾雅青，2002）。

2.3 心率變異(Heart rate variability, HRV)

心率變異分析除了心臟竇房節(Sinus node)本身的自動節律性(intrinsic heart rate)之外，也受到自主神經的影響。一個人的心跳並不是以固定的速度在跳動，事實上若仔細觀察便會發現每次心跳與心跳的間隔均有幾十毫秒以內的微小差異，即便是在平靜、穩定的狀態下，也有相當程度的差異，此種差異稱之為心率變異。心率變異可利用心電圖進行分析，於心電圖上，R 波是較為顯著的波容易容易被偵測，且在心臟電器訊號傳導正常的情況下，RR 間距確實能代表心臟的竇性心率，故最常以 RR 間距來代表心跳間期（陳淑如、蔡月霞、羅映琪、

蔡宜珊、鄭琦，2006），將每一組心跳間期的數列逐一的測量出來，即可進一步做心率變異分析。

2.3.1 心率變異量測與分析

2.3.1.1 心率變異量測

歐洲心臟學會(European Society of Cardiology)與北美心律電生理學會(North American Society of Pacing and Electrophysiology)於 1996 年訂定心率變異分析使用的頻率範圍、命名及標準測量方法，並提出心率變異是一個可精確測量自主神經失調的方法。

2.3.1.2 時域分析

心率變異的時域分析(time domain analysis)是將心跳間期做各種統計學上有關變異大小的計算，以求得各種心率變異的指標，時域分析常用指標如下：

- (1) SDNN(standard deviation of all normal to normal intervals)：正常竇性心搏間期之標準差，為整體 HRV 之評估。
- (2) HR(time average of heart rate):平均心跳數。
- (3) RMSSD(square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent N-N intervals)：正常心跳間期差值平方和的均方根，與副交感神經活性有關。

(4) NN50(number of pairs of adjacent N-N intervals differing by more than 50 ms in the entire recording)：正常心跳間期差值超過 50 毫秒的個數，與副交感神經活性有關。

(5) PNN50(NN50 count divided by the total number of all N-Nintervals)：相鄰正常心跳間期差值超過 50 毫秒的百分比，與副交感神經活性有關。

2.4.1.3 頻域分析

心率變異的頻域分析(frequency domain analysis)是將心跳間期隨時間而變動的訊號，轉換成隨著頻率而變動的訊號，然後將心跳間期的波動分解成許多不同頻率和振幅的正弦波(sine waves)，經快速傅立葉轉換(fast Fourier transformation)在各頻率處的波峰圖而繪製出心跳間期的功率頻譜圖。頻域分析常用指標如下：

(1)低頻功率(low frequency power, LF)，截取之頻率為 0.04-0.15 Hz：指低頻範圍的正常心跳間期的變異數，反應交感神經活性或交感神經與副交感神經同時調控的指標。

(2)高頻功率(high frequency power, HF)，截取之頻率為 0.15-0.4 Hz：指高頻範圍的正常心跳間期的變異數，反應副交感神經活性的指標。

(3)總功率(total power, TP)：功率頻譜曲線下面積的總和，為整體 HRV 之評估。

(4)低高頻功率比值(LF/HF)：指低頻功率與高頻功率之比值，代表交感神經與副交感神經平衡的指標或代表交感神經調控的指標(陳淑如等，2006)。

2.3.2 心率變異的相關研究

近三十年來心率變異(HRV)的分析已被證實是一項敏感、可定量而且非侵入性的檢驗方法，可用於評估自主神經系統所調控的生理及病理狀況(Akselrod et al., 1981; Montano et al., 1994)。有許多學者(陳金城，2002；李育臣，2003；林郁甯，2004；黃新作、川久保清，1992；Tuininga et al.,1994)也提出 HRV 分析具有簡單方便之診斷技術，硬體成本低廉，有大規模推廣之潛力，可以量化和分辨交感與副交感神經活性的優點，是目前被公認評估自律神經最佳的方法之一。有關心率變異廣泛應用於預防醫學領域，對象包括心血管疾病患者、老年人、婦女或兒童等(王顯智、黃美雪，2007；唐善美、駱麗華、顏妙芬、蔡惟全，2006)，主要原因是前述族群的自主神經調控功能會因疾病、老化、生理發展等因素而使其功能表現降低。許多相關研究如身體或心理壓力、肥胖及飲食習慣等也可以運用心率變異分析。

1975 年有關心電圖之功率頻譜分析(power spectral density analysis)開始應用於心率變異的研究，研究人員發現主要有三個波峰，

包括有極低頻功率(very low frequency power, VLF)：頻率小於 0.04 Hz；低頻功率(low frequency power, LF)：頻率介於 0.04-0.15 Hz；高頻功率(high frequency power, HF)：頻率介於 0.15-0.4 Hz。其中低頻功率(LF)來自壓力接受器的反射調控，高頻功率(HF)的主峰頻率為呼吸頻率(Hyndman& Gregory, 1975)；1981 年的動物實驗發現，心率變異頻譜分析可分辨出交感神經及副交感神經的作用。研究人員將狗의交感神經及副交感神經活性使用藥物分別阻斷，當副交感神經被阻斷時，發現高頻功率(HF)大幅降低；當交感神經被阻斷時，發現高頻功率(HF)及低頻功率(LF)同時消失，並且呈現出規則的心跳(Akselrod et al., 1981)。1985 年在人體實驗發現，當受試者在平躺姿勢下給予食用副交感神經阻斷藥物時，高頻功率(HF)會顯著下降，若給予食用交感神經阻斷藥物時，對高頻功率(HF)及低頻功率(LF)沒有顯著的影響；當受試者在站立姿勢下給予食用交感神經與副交感神經阻斷藥物後，發現低頻功率(LF)明顯下降，因此研究人員認為心率變異高頻功率(HF)與副交感神經活性相關，低頻功率(LF)與交感神經及副交感神經的活性相關；而低頻功率(LF)與高頻功率(HF)的比值(LF/HF)則可作為反應交感神經及副交感神經活性的平衡指標或代表交感神經的活性指標(Pomeranz et al., 1985)。在凌晨 0 點到 6 點之間是 LF 和 LF/HF 在一天中最低的時段，同時也是 HF 在一天中最高的時段(Furlan et al.,

1990)。有飲酒習慣的受試者在 LF/HF、收縮壓及舒張壓上明顯高於無飲酒習慣的受試者(Ohira et al., 2009)。人體姿勢的改變在不同的姿勢下，自主神經作用的方式也不同(Pomeranz et al., 1985)。

中醫許多方藥大都有調節自主神經功能之偏頗而達到治病之功效，經由治療的體質調整變化與自主神經改變有相關，故可藉由心率變異頻譜分析在治療前後，交感、副交感神經功能參數值之改變(林郁甯，2004)，了解體質調整改善情形。在許多文獻的研究證實經由飲食方面的改變，也可以調整體質，進而顯現自主神經的改變，如在美國老人中發現，飲食習慣多攝取金槍魚等魚類及 ω -3 脂肪酸，心率變異參數會有較高的 nHF(normalized high-frequency power)、較低的 nLF (normalized low-frequency power)及較低的 LF/HF，顯示副交感神經活性較佔優勢的指數(Mozaffarian, Stein, Prineas, & Siscovick, 2008)。停經後婦女長期奶蛋素食 (ovo-lacto vegetarian)飲食與雜食飲食對照組相比，會有較高的 HF (Fu, Yang, Lin, & Kuo, 2006)。在 40-70 婦女所做的研究，高鹽飲食會有心率下降，並增加高頻功率(HF)，顯示迷走神經的活性增加(McNeely, Windham, & Anderson, 2008)。在 12 位輕度肥胖的日本婦女所做的研究，經過三個月的溫和飲食及熱量限制，不但在體脂肪，腰圍，血清總膽固醇和三酸甘油酯均顯著降低，在心率變異參數 lnTP、lnLF 和 lnHF 均會顯著增加，顯示限制熱量能改善

體內自主神經的平衡(Ito et al., 2001)。蔬菜中所含的 γ -氨基丁酸 (Gamma-Aminobutyric Acid, GABA) 可降低健康年輕人的 LF 和 HF，抑制自主神經活性的作用(Okita et al., 2009)。

綜合以上之文獻回顧，飲食型態對人體心率變異有不同程度的影響，而人體心率變異是否也可以反應出寒熱屬性食物的不同趨勢，是本研究所探討的主題。

第三章 研究方法

3.1 預實驗

本實驗使用之飲用量及飲用後量測時間參考 Watanabe, Routledge 及趙丹平等人之研究方法後進行預實驗（趙丹平，2008; Routledge, Chowdhary, Coote, & Townend, 2002; Watanabe et al., 2006）。首先招募三位受試者(二位男性，一位女性)，每隔 2 天飲用生蘿蔔汁及熟薑汁兩種實驗樣本各 250 克(圖 3.1.1)，飲用後靜坐量測心率變異連續 60 分鐘，實驗結果如圖 3.1.2 及圖 3.1.3，SDNN 於飲用後 25 分鐘開始變化，結果與 Watanabe 等人之研究相似。因此，本研究飲用實驗樣本後之量測時間訂為飲用後 25-45 分鐘。

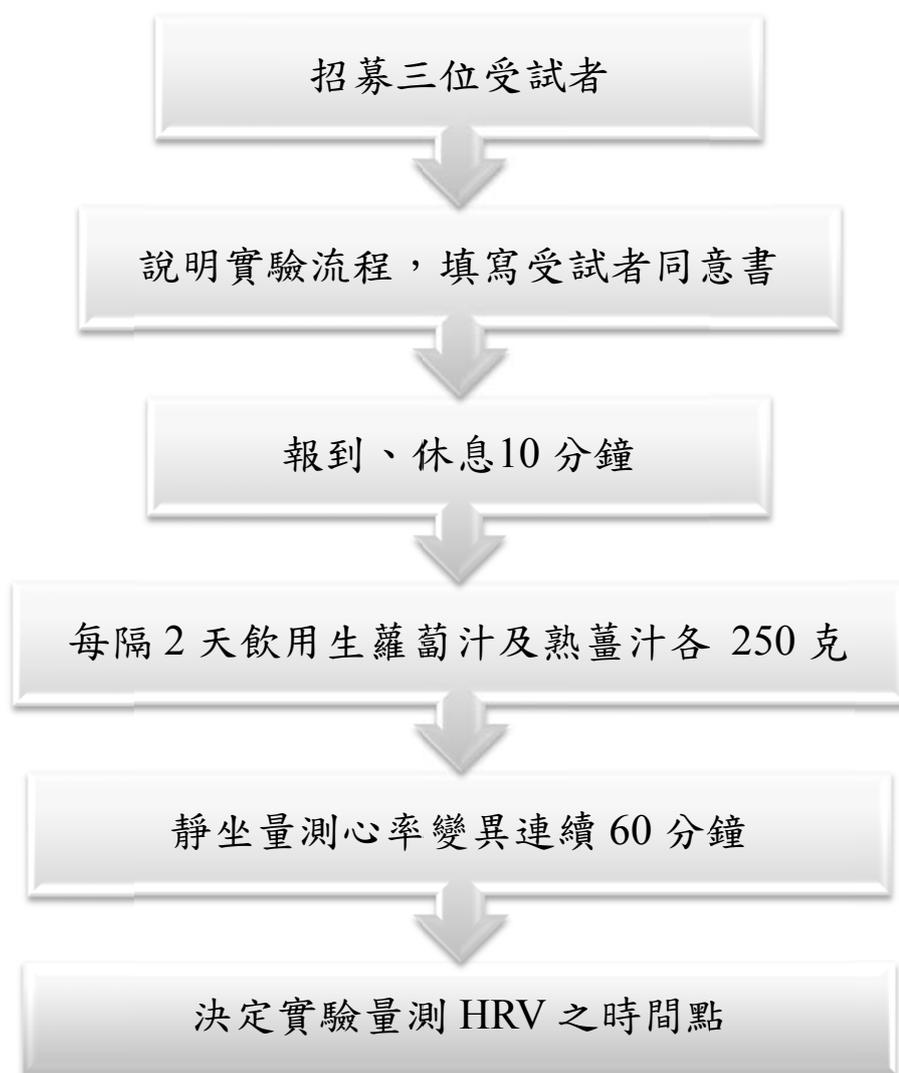


圖 3.1.1 預實驗流程圖

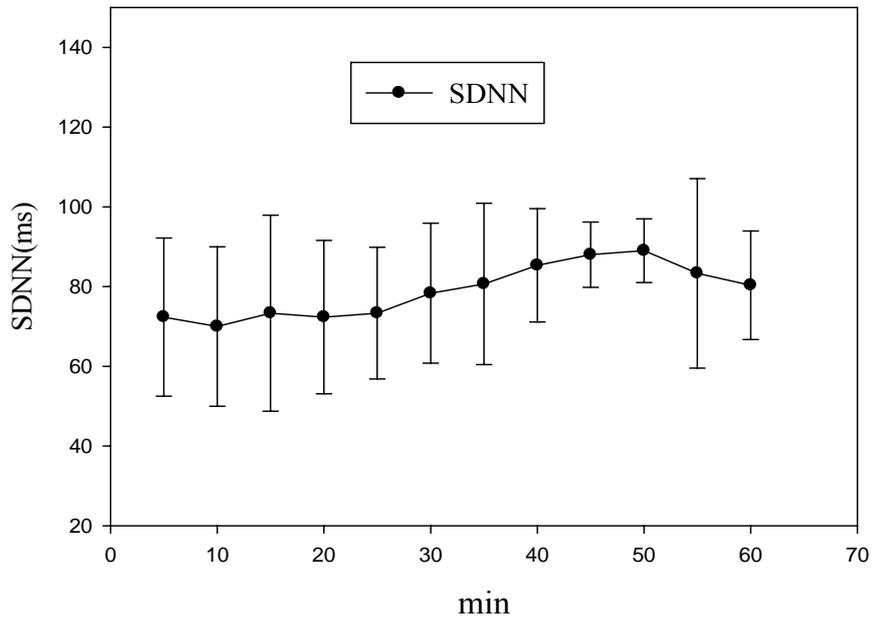


圖 3.1.2 預實驗-飲用熟薑汁後 60 分鐘之 SDNN

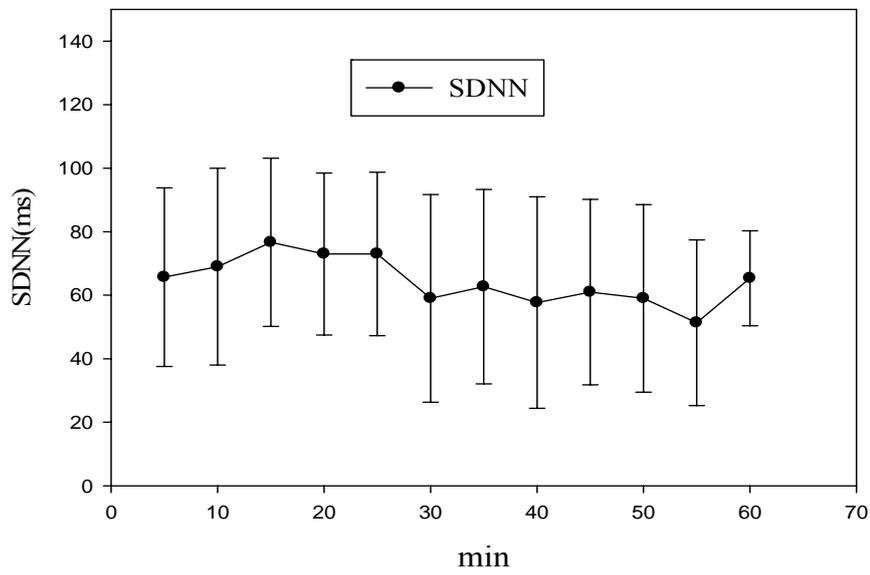


圖 3.1.3 預實驗-飲用生蘿蔔汁後 60 分鐘之 SDNN

3.2 實驗設計與實驗樣本製備

3.2.1 實驗設計

本實驗採受試者內設計(within subject design)之前後測實驗設計(pretest-posttest experimental design)，比較飲用不同屬性食物之前測(pre-test)與後測(post-test)心率變異參數之平均數。實驗選用寒涼性之白蘿蔔及溫熱性之老薑兩種不同屬性的食材，配製成生蘿蔔汁、熟蘿蔔汁、熟蘿蔔加薑汁、熟薑汁，以及開水各 250 克，以不同屬性或加熱處理後之五組實驗樣本作為操作變因，進行受試者心率變異參數之前後測差異比較。受試者在經過說明實驗流程後填寫同意書，每隔 2 天分別飲用五組實驗樣本，每次實驗中取得當次前測 20 分鐘及後測 20 分鐘，共 40 分鐘的心率變異數值。實驗設計流程如圖 3.2.1。



圖 3.2.1 實驗設計流程圖

3.2.2 實驗樣本配製

五組實驗樣本製作方式及樣本編號如下：

表 3.2.2 實驗樣本製作方式及樣本編號

編號	實驗樣本	食材用量	製作方式
A	開水	開水 250 克	
B	生蘿蔔汁	白蘿蔔 100 克	加開水 150 克以果汁機打成汁，過濾，調配成 250 克生蘿蔔汁。
C	熟蘿蔔汁	白蘿蔔 100 克	加水以果汁機打成汁，加熱後過濾，調配成 250 克熟蘿蔔汁。
D	熟蘿蔔加薑汁	白蘿蔔 100 克 +老薑 9.4 克	加水以果汁機打成汁，加熱後過濾，調配成 250 克熟蘿蔔加薑汁。
E	熟薑汁	老薑 9.4 克	加水以果汁機打成汁，加熱後過濾，調配成 250 克熟薑汁。

3.3 受試者招募

本研究對象為嘉義縣某大學之大學部學生。

- (1)年齡介於 20 歲到 25 歲之間
- (2)意識清楚、無認知障礙者
- (3)無家族性遺傳心律不整疾病
- (4)無中重度煙癮者
- (5)無懷孕者

(6)受測前一天不熬夜

(7)受測前一天不飲用酒精類、咖啡、茶類等含咖啡因飲料

(8)有意願參與本研究受試者，填寫受試者實驗同意書

排除條件為靜坐 5 分鐘心率呈現不穩定者，以及飲用開水即心率呈現不穩定者。符合以上條件共 20 位自願受試者，男性 10 位，女性 10 位。

3.4 研究工具及實驗場所

(1)心率變異分析儀：CMH 3.0, Check My Heart, DailyCare (BioMedical Inc, Chungli, Taiwan.)

(2)心電圖電極貼：MEDITRACE™ 200, Ludlow, Kendall ECG Electrodes, Covidien, Hampshire, United States .

(3)計時器：WISEWIND，正倒數計時器，數位式，台灣製。

(4)照度計：TENMARS, TM-204，數位式，台灣製。

(5)溫溼度計：WISEWIND，四合一溫濕度計，數位式，台灣製。

(6)果汁機：LOHAS, NUTRITION-MIX 3HP，日本製。

本研究實驗地點為室內具有整潔與安靜之獨立空間，面積 12 m²。室內溫度控制在攝氏 25 ± 3°C，相對溼度濕度控制在 65 ± 10 %，實驗空間兩側使用窗簾隔離室外光線，實驗進行時光線控制 58 ± 3 lux，

受試者以自然舒適姿態靜坐椅子上。測試時間為上午 08:30 到 11:00 進行。

實驗流程如圖 3.2.1，經篩選符合選擇條件之受試者，在聽取研究計劃主持人說明整個實驗流程，受試者充分了解後，填寫受試者同意書。在每隔 2 天進行受試者飲用五組實驗樣本各 250 克的 HRV 量測。每次試驗分二段進行，第一段為前測(pre-test)20 分鐘；第二段為後測(post-test) 20 分鐘。進行試驗前，先將心電圖電極貼片貼於受試者雙手手腕內側上方 6 公分處，連接心率變異分析儀，靜坐休息 10 分鐘後，再進行 HRV 量測，量測步驟如下：(1)開啟心率變異分析儀。(2)開始進行 20 分鐘的靜坐 HRV 前測試驗，心率變異分析儀儲存記錄 HRV 實驗參數。(3)飲用 250 克實驗樣本後，靜坐休息 25 分鐘。(4)開始進行 20 分鐘的靜坐 HRV 後測試驗，心率變異分析儀儲存記錄後完成實驗，每次試驗時間總長為 75 分鐘。

3.5 心率變異數據量測及參數擷取

心率變異量測方法是將心率變異分析儀，透過導線連接左右手腕內側之心電圖電極貼片，藉由導線擷取脈搏處的微電流取得心電訊號，再經由放大及過濾雜波等處理，繪製成心電圖後並存為心電圖數據；心電圖數據暫存在儀器端，待完成所有實驗後，再透過 USB 連結線

傳輸至電腦端。經由心率變異分析儀儲存於電腦端的心電圖數據，以心率變異擷取軟體讀取，再另存為 R-R Interval 的數值，然後使用心率變異軟體(Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, KUBIOS HRV, 2.0 版本)分析，從心率變異分析儀所量測的 40 分鐘 R-R Interval 數值，然後取得心率變異時域分析及頻域分析之數值。

心率變異參數總功率(total power, TP)、低頻功率(low frequency power, LF)及高頻功率(high frequency power, HF)，三者原始值以取自然對數(nature log, ln)方式進行轉換，再進行統計分析。而正常竇性心搏間期標準差(standard deviation of all normal to normal intervals, SDNN)、每分鐘平均心跳數(time average of heart rate, HR)、正常心跳間期差值平方和的均方根(square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent NN intervals, RMSSD)、相鄰正常心跳間期差值超過 50 毫秒的比例(NN50 count divided by the total number of all NN intervals, PNN50%)，及低高頻功率比(LF/HF)，則以原始值進行統計分析。

3.6 統計分析

使用 SPSS 及 Excel 套裝軟體進行統計資料分析。統計軟體分析所有受試者及不同性別受試者在各組組內及組間之心率變異數值前

後差異，實驗結果之分析，設定顯著水準為 p 值小於 0.05，表示具有顯著差異。

3.6.1 成對樣本 t 檢定

成對樣本 t 檢定 (paired-samples t -test) 用以比較所有受試者及男女受試者飲用五組實驗樣本之各組組內 HRV 參數前後測之平均數差異。設定顯著水準為 0.05，若 p 值小於 0.05，則表示具有顯著差異。

3.6.2 單因子變異數重複量數分析

單因子變異數 (one-way analysis of variance) 之重複量數統計 (repeated measurements) 用以比較五組實驗樣本之各組間前測 HRV 參數，以及前後測差異百分比 ($\Delta\% = \frac{(\text{post} - \text{pre}) \times 100}{\text{Pre}}$)。經 Sidak 事後檢定分析，比較組間前測 (Baseline) 的平均數及前後測差異百分比 ($\Delta\%$)，設定顯著水準為 0.05，若 p 值小於 0.05，則表示具有顯著差異。

第四章 研究結果

本研究結果分為五部分，依序為：一、研究對象之基本資料分析。二、所有受試者飲用五組實驗樣本之 HRV 前後測差異比較。三、男女受試者飲用五組實驗樣本之 HRV 前後測差異比較。四、所有受試者及男女受試者飲用五組實驗樣本之 HRV 組間前測(Baseline)差異比較。五、所有受試者及男女受試者飲用五組實驗樣本之 HRV 組間前後測差異百分比 ($\Delta\%$) 差異比較。

4.1 研究對象基本資料

所招募的受試者經條件篩選後總共為 20 人，完成五組實驗樣本試驗的受試者總共為 20 人(完成率 100%)。受試者包含男性 10 名，平均年齡為 21.9 ± 1.0 歲，及女性 10 名，平均年齡為 22.2 ± 1.1 歲。20 位受試者的年齡於性別分佈在統計上並無顯著差異($p=0.538$)。

4.2 所有受試者飲用五組實驗樣本之 HRV 前後測差異比較

所有受試者分別飲用開水、生蘿蔔汁、熟蘿蔔汁、熟蘿蔔加薑汁及熟薑汁等五種實驗樣本，其個別 HRV 之前後測差異比較結果如下：

4.2.1 所有受試者飲用開水之前後測 HRV 比較

如表 4.2.1 顯示。

4.2.1.1 時域分析

所有受試者分析結果，顯示於 SDNN、HR、RMSSD 及 PNN50 的改變均無顯著差異。

4.2.1.2 頻域分析

所有受試者分析結果，顯示於 lnLF、lnHF、lnTP 及 LF/HF 改變均無顯著差異。

表 4.2.1 所有受試者飲用開水之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>P</i> value
Time domain			
SDNN (ms)	54 ± 25	58 ± 25	0.087
HR (bpm)	75 ± 8	74 ± 8	0.421
RMSSD (ms)	45 ± 30	45 ± 27	0.941
PNN50 (%)	21 ± 18	22 ± 17	0.603
Frequency domain			
lnLF	6.48 ± 0.74	6.58 ± 0.59	0.278
lnHF	6.18 ± 1.08	6.20 ± 1.04	0.821
lnTP	7.51 ± 0.89	7.54 ± 0.73	0.711
LF/HF	1.81 ± 1.06	1.96 ± 1.25	0.395

4.2.2 所有受試者飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

如表 4.2.2 顯示。

4.2.2.1 時域分析

所有受試者分析結果，顯示於 SDNN、HR、RMSSD 及 PNN50 的改變均無顯著差異。

4.2.2.2 頻域分析

所有受試者分析結果，顯示於 lnLF、lnHF、lnTP 及 LF/HF 改變均無顯著差異。

表 4.2.2 所有受試者飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>P</i> value
Time domain			
SDNN(ms)	60 ± 28	55 ± 20	0.174
HR (bpm)	76 ± 9	74 ± 8	0.231
RMSSD(ms)	48 ± 28	45 ± 17	0.420
PNN50 (%)	23 ± 15	25 ± 15	0.410
Frequency domain			
lnLF	6.70 ± 0.83	6.57 ± 0.71	0.323
lnHF	6.43 ± 0.98	6.38 ± 0.84	0.742
lnTP	7.81 ± 0.83	7.70 ± 0.69	0.361
LF/HF	1.60 ± 0.72	1.46 ± 0.63	0.265

4.2.3 所有受試者飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

如表 4.2.3 顯示。

4.2.3.1 時域分析

所有受試者中，於 SDNN(ms)後測平均為 66 ± 18 ，高於前測平均之 58 ± 20 ($p = 0.008$)；HR(bpm)後測平均為 71 ± 8 ，低於前測之 75 ± 9 ($p = 0.000$)；RMSSD(ms)後測為 53 ± 25 ，高於前測平均之 46 ± 26 ($p = 0.007$)；在 PNN50(%)前後測無顯著差異。

4.2.3.2 頻域分析

在所有受試者中，lnLF 後測平均為 6.96 ± 0.72 ，高於前測平均之 6.65 ± 0.91 ($p = 0.024$)；lnHF 後測平均為 6.49 ± 0.88 ，高於前測平均之 6.22 ± 0.94 ($p = 0.023$)；lnTP 後測平均為 8.14 ± 0.57 ，高於前測平均之 7.81 ± 0.72 ($p = 0.004$)；LF/HF 無顯著差異。

表 4.2.3 所有受試者飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Time domain			
SDNN (ms)	58 ± 20	66 ± 18	0.008*
HR (bpm)	75 ± 9	71 ± 8	0.000*
RMSSD (ms)	46 ± 26	53 ± 25	0.007*
PNN50 (%)	21 ± 16	26 ± 19	0.054
Frequency domain			
lnLF	6.65 ± 0.91	6.96 ± 0.72	0.024*
lnHF	6.22 ± 0.94	6.49 ± 0.88	0.023*
lnTP	7.81 ± 0.72	8.14 ± 0.57	0.004*
LF/HF	2.10 ± 1.40	1.97 ± 1.00	0.581

4.2.4 所有受試者飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較

如表 4.2.4 顯示。

4.2.4.1 時域分析

所有受試者中，於 SDNN(ms)後測平均為 78 ± 23 ，高於前測平均之 62 ± 20 ($p = 0.000$)；HR(bpm)後測平均為 71 ± 9 ，低於前測之 74 ± 9 ($p = 0.000$)；RMSSD(ms)後測為 67 ± 27 ，高於前測之平均 53 ± 24 ($p = 0.000$)；PNN50(%)後測為 37 ± 21 ，高於前測之平均 29 ± 18 ($p = 0.003$)。

4.2.4.2 頻域分析

所有受試者中，lnLF 後測平均為 7.15 ± 0.56 ，高於前測平均為 6.67 ± 0.63 ($p = 0.000$)；lnHF 後測平均為 6.99 ± 1.00 ，高於前測平均之 6.53 ± 1.03 ($p = 0.002$)；lnTP 後測平均為 8.36 ± 0.57 ，高於前測平均之 7.92 ± 0.64 ($p = 0.001$)；LF/HF 無顯著差異。

表 4.2.4 所有受試者飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Time domain			
SDNN (ms)	62 ± 20	78 ± 23	0.000*
HR (bpm)	74 ± 19	71 ± 9	0.000*
RMSSD (ms)	53 ± 24	67 ± 27	0.000*
PNN50 (%)	29 ± 18	37 ± 21	0.003*
Frequency domain			
lnLF	6.67 ± 0.63	7.15 ± 0.56	0.000*
lnHF	6.53 ± 1.03	6.99 ± 1.00	0.002*
lnTP	7.92 ± 0.64	8.36 ± 0.57	0.001*
LF/HF	1.64 ± 1.12	1.68 ± 1.58	0.794

4.2.5 所有受試者飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較

如表 4.2.5 顯示。

4.2.5.1 時域分析

所有受試者中，SDNN(ms)後測平均為 72 ± 24 ，高於前測平均之 58 ± 23 ($p = 0.000$)；RMSSD(ms)後測為 52 ± 23 ，高於前測平均之 45 ± 26 ($p = 0.029$)；於 PNN50(%)後測為 27 ± 13 ，高於前測平均之 23 ± 16 ($p = 0.037$)。

4.2.5.2 頻域分析

在所有受試者中，lnLF 後測平均為 7.05 ± 0.55 ，高於前測平均之 6.66 ± 0.66 ($p = 0.000$)；lnTP 後測平均為 8.12 ± 0.72 ，高於前測平均之 7.80 ± 0.75 ($p = 0.027$)。lnHF 及 LF/HF 則無顯著差異。

表 4.2.5 所有受試者飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Time domain			
SDNN (ms)	58 ± 23	72 ± 24	0.000*
HR (bpm)	74 ± 7	72 ± 6	0.054
RMSSD (ms)	45 ± 26	52 ± 23	0.029*
PNN50 (%)	23 ± 16	27 ± 13	0.037*
Frequency domain			
lnLF	6.66 ± 0.66	7.05 ± 0.55	0.000*
lnHF	6.30 ± 1.00	6.60 ± 0.90	0.069
lnTP	7.80 ± 0.75	8.12 ± 0.72	0.027*
LF/HF	2.07 ± 1.54	2.03 ± 1.28	0.879

4.3 性別在飲用五組實驗樣本之前後測 HRV 比較

上述為對所有受試者飲用五組實驗樣本之前後測 HRV 比較，接著分別就男性受試者及女性受試者在飲用五組實驗樣本之前後測 HRV 比較。

4.3.1 性別在飲用開水之前後測 HRV 比較

如表 4.3.1 顯示。

4.3.1.1 時域分析

男性受試者分析結果，顯示不論 SDNN、HR、RMSSD 及 PNN50 的改變均無顯著差異。

女性受試者分析結果，顯示 HR(bpm)後測平均為 76 ± 7 低於前測平均之 77 ± 7 ($p = 0.01$)；其餘在 SDNN、RMSSD 及 PNN50 的改變均無顯著差異。

4.6.1.2 頻域分析

男性及女性受試者分析結果，顯示於 $\ln\text{LF}$ 、 $\ln\text{HF}$ 、 $\ln\text{TP}$ 及 LF/HF 改變均無顯著差異。

表 4.3.1 性別在飲用開水之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Male			
Time domain			
SDNN (ms)	60 ± 34	64 ± 32	0.177
HR (bpm)	73 ± 9	73 ± 10	0.850
RMSSD (ms)	53 ± 40	51 ± 36	0.670
PNN50 (%)	24 ± 23	24 ± 22	0.962
Frequency domain			
lnLF	6.66 ± 0.93	6.71 ± 0.78	0.732
lnHF	6.35 ± 1.39	6.25 ± 1.26	0.620
lnTP	7.51 ± 1.19	7.49 ± 1.00	0.883
LF/HF	1.88 ± 0.96	2.08 ± 0.96	0.289
Female			
Time domain			
SDNN (ms)	47 ± 8	51 ± 10	0.327
HR (bpm)	77 ± 7	76 ± 7	0.010*
RMSSD (ms)	37 ± 12	39 ± 10	0.553
PNN50 (%)	18 ± 11	20 ± 10	0.454
Frequency domain			
lnLF	6.31 ± 0.46	6.45 ± 0.29	0.196
lnHF	6.01 ± 0.70	6.16 ± 0.84	0.147
lnTP	7.51 ± 0.48	7.59 ± 0.36	0.417
LF/HF	1.74 ± 1.20	1.83 ± 1.53	0.764

4.3.2 性別在飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

如表 4.3.2 顯示。

4.3.2.1 時域分析

男性分析結果顯示，於 SDNN、HR、RMSSD 及 PNN50 的改變均無顯著差異。

女性分析結果，顯示 HR(bpm)後測平均為 76 ± 10 ，低於前測平均之 79 ± 11 ($p = 0.006$)；其餘在 SDNN、RMSSD 及 PNN50 的改變均無顯著差異。

4.3.2.2 頻域分析

男性及女性於 lnLF、lnHF、lnTP 及 LF/HF 改變均無顯著差異。

表 4.3.2 性別在飲用生蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Male			
Time domain			
SDNN (ms)	72 ± 32	61 ± 23	0.085
HR (bpm)	72 ± 6	72 ± 5	0.840
RMSSD (ms)	57 ± 31	47 ± 17	0.191
PNN50 (%)	28 ± 15	26 ± 16	0.698
Frequency domain			
lnLF	7.11 ± 0.89	6.78 ± 0.75	0.183
lnHF	6.81 ± 1.05	6.51 ± 1.26	0.207
lnTP	8.22 ± 0.78	7.90 ± 0.71	0.141
LF/HF	1.63 ± 0.80	1.61 ± 0.60	0.930
Female			
Time domain			
SDNN (ms)	48 ± 19	49 ± 15	0.721
HR (bpm)	79 ± 11	76 ± 10	0.006*
RMSSD (ms)	39 ± 22	42 ± 17	0.231
PNN50 (%)	18 ± 14	23 ± 15	0.076
Frequency domain			
lnLF	6.29 ± 0.55	6.36 ± 0.64	0.454
lnHF	6.05 ± 0.79	6.26 ± 0.82	0.106
lnTP	7.41 ± 0.69	7.51 ± 0.66	0.322
LF/HF	1.58 ± 0.68	1.30 ± 0.65	0.072

4.3.3 性別在飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

如表 4.3.3 顯示。

4.3.3.1 時域分析

在男性部分，HR(bpm)後測平均為 69 ± 8 ，低於前測之 73 ± 9 ($p = 0.003$)；RMSSD(ms)後測為 64 ± 28 ，高於前測平均之 54 ± 32 ($p = 0.011$)；PNN50(%)後測平均為 29 ± 20 高於前測平均之 23 ± 18 ($p = 0.001$)。

在女性部分，HR(bpm)後測平均為 74 ± 8 ，低於前測平均之 77 ± 9 ($p = 0.011$)；SDNN、RMSSD 及 PNN50 均無顯著差異。

4.3.3.2 頻域分析

在男性部分，lnTP 後測平均為 8.45 ± 0.52 高於前測平均之 8.02 ± 0.89 ($p = 0.027$)；lnLF、lnHF 及 LT/HF 均無顯著性差異。

在女性部分，lnLF、lnHF、lnTP 及 LT/HF 均無顯著差異。

表 4.3.3 性別在飲用熟蘿蔔汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Male			
Time domain			
SDNN (ms)	66 ± 25	75 ± 19	0.077
HR (bpm)	73 ± 9	69 ± 8	0.003*
RMSSD (ms)	54 ± 32	64 ± 28	0.011*
PNN50 (%)	23 ± 18	29 ± 20	0.001*
Frequency domain			
lnLF	6.91 ± 1.14	7.31 ± 0.61	0.095
lnHF	6.44 ± 0.98	6.72 ± 0.92	0.069
lnTP	8.02 ± 0.89	8.45 ± 0.52	0.027*
LF/HF	2.19 ± 1.48	2.02 ± 0.90	0.646
Female			
Time domain			
SDNN (ms)	50 ± 12	57 ± 13	0.061
HR (bpm)	77 ± 9	74 ± 8	0.011*
RMSSD (ms)	38 ± 15	43 ± 18	0.209
PNN50 (%)	20 ± 15	22 ± 18	0.529
Frequency domain			
lnLF	6.39 ± 0.53	6.61 ± 0.67	0.148
lnHF	6.00 ± 0.90	6.26 ± 0.81	0.182
lnTP	7.60 ± 0.46	7.83 ± 0.44	0.078
LF/HF	20.1 ± 1.39	1.93 ± 1.15	0.785

4.3.4 性別在飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較

如表 4.3.4 顯示。

4.3.4.1 時域分析

在男性部分，SDNN(ms)後測平均為 85 ± 24 ，高於前測平均之 73 ± 21 ($p = 0.005$)；HR(bpm)後測平均為 69 ± 9 ，低於前測之 71 ± 9 ($p = 0.012$)；RMSSD(ms)後測為 77 ± 24 ，高於前測平均之 63 ± 26 ($p = 0.007$)；PNN50(%)後測平均為 43 ± 18 高於前測平均之 36 ± 19 ($p = 0.035$)。

在女生部分，SDNN(ms)後測平均為 70 ± 21 ，高於前測平均之 51 ± 12 ($p = 0.003$)；HR(bpm)後測平均為 73 ± 10 ，低於前測平均之 76 ± 9 ($p = 0.025$)；RMSSD(ms)後測平均為 57 ± 28 ，高於前測平均之 42 ± 17 ($p = 0.016$)；PNN50(%)後測平均為 31 ± 23 ，高於前測平均 23 ± 16 ($p = 0.042$)。

4.3.4.2 頻域分析

在男性部分，lnLF 後測平均為 7.32 ± 0.53 ，高於前測平均之 6.86 ± 0.45 ($p = 0.002$)；lnTP 後測平均為 8.60 ± 0.54 ，高於前測平均之 8.23 ± 0.51 ($p = 0.025$)。

在女性部分，lnLF 後測平均為 6.97 ± 0.57 ，高於前測平均為 6.46

± 0.74 ($p = 0.013$); lnHF 後測平均為 6.67 ± 1.19 ，高於前測之 6.09 ± 1.09 ($p = 0.016$); lnTP 後測平均為 8.12 ± 0.53 ，高於前測平均之 7.62 ± 0.64 ($p = 0.021$)。

LF/HF 在男性與女性均無顯著差異。

表 4.3.4 性別在飲用熟蘿蔔加薑汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Male			
Time domain			
SDNN (ms)	73 ± 21	85 ± 24	0.005*
HR (bpm)	71 ± 9	69 ± 9	0.012*
RMSSD (ms)	63 ± 26	77 ± 24	0.007*
PNN50 (%)	36 ± 19	43 ± 18	0.035*
Frequency domain			
lnLF	6.86 ± 0.45	7.32 ± 0.53	0.002*
lnHF	6.98 ± 0.78	7.32 ± 0.69	0.062
lnTP	8.23 ± 0.51	8.60 ± 0.54	0.025*
LF/HF	1.22 ± 0.67	1.27 ± 0.60	0.644
Female			
Time domain			
SDNN (ms)	51 ± 12	70 ± 21	0.003*
HR (bpm)	76 ± 9	73 ± 10	0.025*
RMSSD (ms)	42 ± 17	57 ± 28	0.016*
PNN50 (%)	23 ± 16	31 ± 23	0.042*
Frequency domain			
lnLF	6.46 ± 0.74	6.97 ± 0.57	0.013*
lnHF	6.09 ± 1.09	6.67 ± 1.19	0.016*
lnTP	7.62 ± 0.64	8.12 ± 0.53	0.021*
LF/HF	2.06 ± 1.34	2.10 ± 2.13	0.907

4.3.5 性別在飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較

如表 4.3.5 顯示。

4.3.5.1 時域分析

在男性部分，SDNN(ms)後測平均為 86 ± 24 ，高於前測平均之 69 ± 25 ($p = 0.002$)；其餘 HR、RMSSD 及 PNN50 均無顯著差異。

在女性部分，SDNN(ms)後測平均為 57 ± 12 ，高於前測平均之 46 ± 14 ($p = 0.001$)；HR(bpm)後測平均為 73 ± 6 ，低於前測平均為 77 ± 6 ($p = 0.000$)；RMSSD(ms)後測平均為 44 ± 11 ，高於前測平均之 35 ± 12 ($p = 0.001$)；於 PNN50(%)後測平均為 24 ± 12 ，高於前測平均之 17 ± 12 ($p = 0.002$)。

4.3.5.2 頻域分析

在男性部分，lnLF 後測平均為 7.26 ± 0.59 ，高於前測平均之 6.95 ± 0.51 ($p = 0.002$)；而 lnLF、lnTP 及 LF/HF 等，均無顯著性差異。

在女性部分，lnLF 後測平均為 6.83 ± 0.43 ，高於前測平均為 6.37 ± 0.68 ($p = 0.011$)；lnHF 後測平均為 6.33 ± 0.56 ，高於前測平均之 5.90 ± 0.82 ($p = 0.023$)；lnTP 後測平均為 7.81 ± 0.51 ，高於前測平均之 7.38 ± 0.70 ($p = 0.006$)；而 LF/HF 在女性部分亦無顯著差異。

表 4.3.5 性別在飲用熟薑汁之前後測 HRV 比較

Items	Pre-test (n=20)	Post-test (n=20)	<i>p</i> value
Male			
Time domain			
SDNN (ms)	69 ± 25	86 ± 24	0.002*
HR (bpm)	71 ± 7	71 ± 6	1.000
RMSSD (ms)	55 ± 32	61 ± 29	0.364
PNN50 (%)	29 ± 18	30 ± 14	0.666
Frequency domain			
lnLF	6.95 ± 0.51	7.26 ± 0.59	0.025*
lnHF	6.69 ± 1.06	6.87 ± 1.12	0.533
lnTP	8.23 ± 0.54	8.43 ± 0.80	0.416
LF/HF	2.03 ± 1.30	2.15 ± 1.68	0.785
Female			
Time domain			
SDNN (ms)	46 ± 14	57 ± 12	0.001*
HR (bpm)	77 ± 6	73 ± 6	0.000*
RMSSD (ms)	35 ± 12	44 ± 11	0.001*
PNN50 (%)	17 ± 12	24 ± 12	0.002*
Frequency domain			
lnLF	6.37 ± 0.68	6.83 ± 0.43	0.011*
lnHF	5.90 ± 0.82	6.33 ± 0.56	0.023*
lnTP	7.38 ± 0.70	7.81 ± 0.51	0.006*
LF/HF	2.11 ± 1.82	1.90 ± 0.79	0.627

4.4 飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較

前述結果為比較所有受試者及性別在個別飲用五組實驗樣本之前後測心率變異之變化，為了解相同受試者於不同天心率變異參數前測基準值(Baseline)是否穩定，並探討飲用不同實驗樣本後之變化趨勢，首先以單因子變異數(one-way analysis of variance)之重複量數統計(repeated measurements)比較五組實驗樣本之組間前測 HRV 參數，並以 Sidak 事後檢定分析。所有受試者及男女受試者飲用五組實驗樣本組間前測 HRV 比較結果如下：

4.4.1 所有受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較

由表 4.4.1 顯示，只有 PNN50 於組間達顯著差異，其餘 HRV 各參數之組間比較，均未達顯著差異，但經 Sidak 事後檢定，所有受試者飲用五組實驗樣本之前測(Baseline) HRV 各參數均無顯著差異。

4.4.2 男性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較

由表 4.4.2 顯示，在組間 PNN50 及 lnTP 達顯著差異，其餘 HRV 各參數之組間比較，均未達顯著差異，但經 Sidak 事後檢定，男性受試者飲用五組實驗樣本前測 HRV 各參數均無顯著差異。

4.4.3 女性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較

由表 4.4.3 顯示，在 HRV 各參數之組間差異，均未達顯著差異，經 Sidak 事後檢定，女性受試者飲用五組實驗樣本前測 HRV 各參數，亦無顯著差異。

表 4.4.1 所有受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較

Items	Boiled Water	Raw Radish	Cooked Radish	Cooked Radish & Ginger	Cooked Ginger	<i>P</i> value
Time domain						
SDNN (ms)	54 ± 25	60 ± 28	58 ± 21	62 ± 20	58 ± 23	0.362
HR (bpm)	75 ± 8	76 ± 9	75 ± 9	74 ± 9	74 ± 7	0.76
RMSSD (ms)	45 ± 30	48 ± 28	46 ± 26	53 ± 24	45 ± 25	0.363
PNN50 (%)	21 ± 18	23 ± 15	21 ± 16	29 ± 18	23 ± 16	0.037*
Frequency domain						
lnLF	6.49 ± 0.74	6.70 ± 0.83	6.65 ± 0.91	6.66 ± 0.63	6.66 ± 0.66	0.683
lnHF	6.18 ± 1.09	6.43 ± 0.98	6.22 ± 0.94	6.53 ± 1.03	6.29 ± 1.00	0.167
lnTP	7.51 ± 0.89	7.82 ± 0.83	7.81 ± 0.72	7.92 ± 0.64	7.80 ± 0.75	0.106
LF/HF	1.81 ± 1.06	1.60 ± 0.72	2.10 ± 1.40	1.64 ± 1.12	2.07 ± 1.54	0.205

表 4.4.2 男性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較

Items	Boiled Water	Raw Radish	Cooked Radish	Cooked Radish & Ginger	Cooked Ginger	<i>p</i> value
Time domain						
SDNN (ms)	60 ± 35	72 ± 32	66 ± 25	73 ± 21	69 ± 25	0.387
HR (bpm)	73 ± 9	72 ± 6	73 ± 9	71 ± 9	71 ± 7	0.781
RMSSD (ms)	53 ± 41	57 ± 31	54 ± 32	63 ± 25	55 ± 32	0.708
PNN50 (%)	24 ± 23	28 ± 15	23 ± 17	36 ± 19	29 ± 18	0.034*
Frequency domain						
lnLF	6.66 ± 0.93	7.11 ± 0.89	6.91 ± 1.14	6.86 ± 0.45	6.95 ± 0.51	0.417
lnHF	6.35 ± 1.39	6.81 ± 1.04	6.44 ± 0.98	6.98 ± 0.78	6.69 ± 1.06	0.075
lnTP	7.51 ± 1.20	8.22 ± 0.78	8.02 ± 0.89	8.23 ± 0.51	8.23 ± 0.55	0.014*
LF/HF	1.88 ± 0.96	1.63 ± 0.80	2.19 ± 1.48	1.22 ± 0.67	2.03 ± 1.30	0.101

表 4.4.3 女性受試者飲用五組實驗樣本之前測 HRV 比較

Items	Boiled Water	Raw Radish	Cooked Radish	Cooked Radish & Ginger	Cooked Ginger	<i>p</i> value
Time domain						
SDNN (ms)	47 ± 9	48 ± 19	50 ± 12	51 ± 12	46 ± 14	0.721
HR (bpm)	77 ± 7	79 ± 11	77 ± 9	76 ± 9	77 ± 6	0.759
RMSSD (ms)	37 ± 12	39 ± 21	38 ± 14	42 ± 17	35 ± 12	0.610
PNN50 (%)	18 ± 11	18 ± 14	20 ± 15	23 ± 16	17 ± 12	0.657
Frequency domain						
lnLF	6.31 ± 0.46	6.29 ± 0.55	6.39 ± 0.53	6.46 ± 0.74	6.37 ± 0.68	0.940
lnHF	6.01 ± 0.70	6.05 ± 0.79	6.00 ± 0.90	6.09 ± 1.09	5.90 ± 0.82	0.929
lnTP	7.51 ± 0.48	7.41 ± 0.69	7.60 ± 0.46	7.62 ± 0.64	7.38 ± 0.70	0.626
LF/HF	1.74 ± 1.20	1.58 ± 0.68	2.01 ± 1.39	2.06 ± 1.34	2.11 ± 1.82	0.579

4.5 飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)

前述為所有受試者及男女受試者飲用五組實驗樣本前測 HRV (Baseline)比較，經由 Sidak 事後檢定結果，均無顯著差異，顯示所有受試者在不同天之前測值呈穩定狀態。接著進行前後測差異百分比 ($\Delta\% = \frac{(\text{post-pre}) \times 100}{\text{Pre}}$) 運算，比較所有受試者及男女受試者在飲用五組實驗樣本 HRV 前後測差異百分比 ($\Delta\%$) 之組間差異，其結果如下：

4.5.1 所有受試者在飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比 ($\Delta\%$)比較

由表 4.5.1 顯示，在組間 $\Delta\text{SDNN}(\%)$ 、 $\Delta\text{RMSSD}(\%)$ 、 $\Delta\text{lnLF}(\%)$ 、 $\Delta\text{lnHF}(\%)$ 及 $\Delta\text{lnTP}(\%)$ 均達顯著差異，但經 Sidak 事後檢定， $\Delta\text{lnHF}(\%)$ 未達顯著差異，僅於飲用開水之 $\text{lnTP}(\%)$ 為 0.76 ± 8.93 與飲用熟蘿蔔汁之 4.38 ± 5.69 呈現顯著差異，其餘與飲用生蘿蔔汁(B)、熟蘿蔔汁(C)、熟蘿蔔加薑汁(D)、熟薑汁(E)之組間均無顯著差異；飲用熟蘿蔔汁(C)、熟蘿蔔加薑汁(D)及熟薑汁(E)之組間亦無顯著差異，只有飲用生蘿蔔汁(B)與飲用熟蘿蔔汁(C)、熟蘿蔔加薑汁(D)及熟薑汁(E)之組間呈現顯著差異，其結果如下：

4.5.1.1 時域分析

飲用生蘿蔔汁(B) 之 $\Delta\text{SDNN}(\%)$ 為 -2.36 ± 22.73 ，與飲用熟蘿蔔汁(C)之 17.04 ± 20.72 、飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 28.52 ± 24.92 ，及飲用熟薑汁(E)之 28.19 ± 20.72 均達顯著差異；飲用生蘿蔔汁(B)之 $\text{RMSSD}(\%)$ 為 3.59 ± 29.52 ，與飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 30.05 ± 27.86 達顯著性差異。

4.5.1.2 頻域分析

飲用生蘿蔔汁(B) 之 $\Delta\ln\text{LF}(\%)$ 為 -1.42 ± 8.14 ，與飲用熟蘿蔔汁(C)之 5.39 ± 8.84 、飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 7.30 ± 7.39 達顯著差異；飲用生蘿蔔汁(B) 之 $\Delta\ln\text{TP}(\%)$ 為 -0.96 ± 6.45 ，與飲用熟蘿蔔汁(C)之 4.38 ± 5.69 及飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 5.85 ± 6.89 達顯著差異。

4.5.2 男性受試者在飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比

($\Delta\%$)比較

由表 4.5.2 顯示，在組間只有 $\Delta\text{SDNN}(\%)$ 、 $\Delta\ln\text{LF}(\%)$ 、 $\Delta\ln\text{TP}(\%)$ 均達顯著差異，經 Sidak 事後檢定，只有飲用生蘿蔔汁(B)與飲用熟蘿蔔汁(C)、熟蘿蔔加薑汁(D)及熟薑汁(E)之組間呈現顯著差異，其結果如下：

4.5.2.1 時域分析

飲用生蘿蔔汁(B)之 Δ SDNN(%)為 -10.49 ± 23.83 ，與飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 18.64 ± 18.57 ，及飲用熟薑汁(E)之 27.34 ± 20.52 達顯著差異； Δ RMSSD(%) 組間差異 p 值為0.054，雖未達顯著差異，但經Sidak事後檢定結果，飲用生蘿蔔汁(B)組為 -7.59 ± 32.7 ，與飲用熟蘿蔔汁(C)之 25.84 ± 24.86 ，及飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 29.66 ± 30.48 均達顯著差異。

4.5.2.2 頻域分析

與飲用生蘿蔔汁(B)比較： Δ lnLF(%)為 -3.76 ± 10.86 ，與飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 6.18 ± 4.96 達顯著差異； Δ lnHF(%)為 -3.56 ± 10.98 ，與飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 5.35 ± 7.84 達顯著差異； Δ lnTP (%)為 -3.61 ± 7.37 與飲用熟蘿蔔汁(C)之 5.84 ± 6.65 ，及飲用熟蘿蔔加薑汁(D)之 4.47 ± 5.33 達顯著差異。

4.5.3 女性受試者在飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比

(Δ %)比較

由表 4.5.3 顯示，在組間只有 Δ SDNN(%)及 Δ lnTP(%)達顯著差異，但經 Sidak 事後檢定，飲用五組實驗樣本之各組間均未達顯著差異。

表 4.5.1 所有受試者飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)比較

Items	Boiled Water	Raw Radish	Cooked Radish	Cooked Radish & Ginger	Cooked Ginger	<i>p</i> value
Time domain						
Δ SDNN (%)	9.36 ± 21.40	-2.36 ± 22.73 ^a	17.04 ± 20.72 ^b	28.52 ± 24.92 ^b	28.19 ± 20.72 ^b	0.000*
Δ HR (%)	-1.03 ± 6.87	-1.41 ± 6.74	4.96 ± 4.06	-3.78 ± 4.12	-2.78 ± 6.75	0.169
Δ RMSSD (%)	6.70 ± 30.52	3.59 ± 29.52 ^a	21.83 ± 26.72	31.05 ± 27.86 ^b	25.54 ± 34.75	0.007*
Δ PNN50 (%)	17.80 ± 43.43	16.04 ± 53.69	39.35 ± 46.57	39.64 ± 42.68	39.34 ± 58.41	0.255
Frequency domain						
Δ lnLF (%)	1.79 ± 6.37	-1.42 ± 8.14 ^a	5.39 ± 8.84 ^b	7.30 ± 7.39 ^b	6.30 ± 7.05	0.001*
Δ lnHF (%)	0.76 ± 8.93	0.18 ± 9.55	5.14 ± 8.78	7.98 ± 9.61	6.10 ± 12.28	0.035*
Δ lnTP (%)	0.70 ± 5.34 ^{ac}	-0.96 ± 6.45 ^a	4.38 ± 5.69 ^b	5.85 ± 6.89 ^c	4.33 ± 7.54	0.001*
Δ LF/HF (%)	13.90 ± 41.68	-2.03 ± 38.29	13.22 ± 44.88	3.57 ± 37.67	13.92 ± 43.56	0.625

註：Sidak 事後檢定結果，數據右上標示不同字母表示兩組間有顯著差異。

表 4.5.2 男性受試者飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)比較

Items	Boiled Water	Raw Radish	Cooked Radish	Cooked Radish & Ginger	Cooked Ginger	<i>p</i> value
Time domain						
Δ SDNN (%)	10.86 \pm 20.90	-10.49 \pm 23.83 ^a	19.02 \pm 24.42	18.64 \pm 18.57 ^b	27.34 \pm 20.52 ^b	0.001*
Δ HR (%)	-0.17 \pm 9.75	-0.87 \pm 8.53	-5.58 \pm 4.11	-3.84 \pm 3.97	0.38 \pm 8.21	0.204
Δ RMSSD (%)	6.34 \pm 36.57	-7.59 \pm 32.72 ^a	25.84 \pm 24.86 ^b	29.66 \pm 30.48 ^b	20.77 \pm 44.23	0.054
Δ PNN50 (%)	9.56 \pm 45.97	3.30 \pm 47.29	45.36 \pm 31.60	31.20 \pm 31.26	13.45 \pm 52.56	0.167
Frequency domain						
Δ lnLF (%)	0.99 \pm 7.36	-3.76 \pm 10.43 ^a	7.12 \pm 10.86	6.18 \pm 4.96 ^b	4.50 \pm 5.28	0.007*
Δ lnHF (%)	-0.55 \pm 11.36	-3.56 \pm 10.98 ^a	5.02 \pm 8.07	5.35 \pm 7.84 ^b	3.79 \pm 14.60	0.210
Δ lnTP (%)	0.35 \pm 6.69	-3.61 \pm 7.37 ^a	5.84 \pm 6.65 ^b	4.47 \pm 5.33 ^b	2.55 \pm 9.16	0.014*
Δ LF/HF (%)	20.92 \pm 39.34	9.72 \pm 44.32	17.06 \pm 52.04	17.17 \pm 34.97	17.59 \pm 48.14	0.985

註：Sidak 事後檢定結果，數據右上標示不同字母表示兩組間有顯著差異。

表 4.5.3 女性受試者飲用五組實驗樣本之前後測差異百分比($\Delta\%$)比較

Items	Boiled Water	Raw Radish	Cooked Radish	Cooked Radish &Ginger	Cooked Ginger	<i>p</i> value
Time domain						
Δ SDNN (%)	7.86 \pm 22.92	5.78 \pm 19.38	15.06 \pm 17.36	38.40 \pm 27.36	29.03 \pm 22.00	0.008*
Δ HR (%)	-1.88 \pm 1.71	-3.68 \pm 3.40	-4.34 \pm 4.14	-3.71 \pm 4.48	-5.94 \pm 2.54	0.104
Δ RMSSD (%)	7.05 \pm 25.08	14.77 \pm 22.16	17.82 \pm 29.21	32.44 \pm 26.55	30.30 \pm 23.28	0.128
Δ PNN50 (%)	26.05 \pm 41.45	28.79 \pm 59.07	33.33 \pm 59.16	48.08 \pm 52.06	65.23 \pm 54.32	0.427
Frequency domain						
Δ lnLF (%)	2.58 \pm 5.50	0.93 \pm 4.35	3.66 \pm 6.36	8.41 \pm 9.37	8.10 \pm 8.35	0.078
Δ lnHF (%)	2.07 \pm 5.96	3.92 \pm 6.41	5.26 \pm 9.88	10.61 \pm 10.87	8.41 \pm 9.66	0.213
Δ lnTP (%)	1.04 \pm 3.90	1.69 \pm 4.22	2.92 \pm 4.41	7.22 \pm 8.22	6.11 \pm 5.39	0.043*
Δ LF/HF (%)	6.87 \pm 44.83	-13.79 \pm 28.70	9.37 \pm 38.87	-10.04 \pm 36.90	10.26 \pm 40.71	0.503

註：Sidak 事後檢定結果，數據右上標示不同字母表示兩組間有顯著差異。

4.6 五組樣本對交感及副交感神經相關 HRV 參數之 影響

心率變異中 SDNN 與 TP 的相關性較高，與交感神經活性之相關指標包括 SDNN、LF 及 TP (Bigger et al.,1992)。與副交感神經活性之相關指標包括 RMSSD、PNN50 與 HF (Malik et al.,1996)。由表 4.5.1 至表 4.5.3 得知所有受試者飲用生蘿蔔汁(B)與飲用熟蘿蔔汁(C)、熟蘿蔔加薑汁(D)及熟薑汁(E)比較， Δ SDNN(%)、 Δ lnLF (%) 和 Δ lnTP(%) 等交感神經 (Sympathetic) 相關參數達顯著差異；與副交感神經 (Parasympathetic)有關之參數 Δ RMSSD (%)及 Δ lnHF(%) 達顯著差異 (表 4.6)。

表 4.6 依交感、副交感神經之 HRV 相關參數分類，總結飲用實驗樣本 B 與 C、D、E 之比較

	C, D, E and B comparison				
	All subjects			Male	Female
Sympathetic-related parameters					
Δ SDNN (%)	C*	D*	E*	D**	E**
Δ lnLF (%)	C*	D**		D*	
Δ lnTP (%)	C*	D*		C*	D*
Parasympathetic-related parameters					
Δ RMSSD (%)		D*		C*	D*
Δ lnHF (%)				D*	

B: raw radish juice, C: cooked radish juice, D: cooked radish juice with ginger juice, E: cooked ginger juice

*: $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

第五章 討論

本研究探討健康大學生飲用不同寒熱屬性食材後心率變異之差異。影響人體心率變異變化的因素很多，為提高實驗數據準確性減低誤差值，實驗設計採受試者內設計 (within subject design) 的前後測比較，並藉由固定測試時間以減少因每次測試時間不同所造成之誤差 (Furlan et al., 1990)；固定受試者測試時之坐姿以排除不同姿勢影響人體自主神經反應 (Pomeranz, et al., 1985)；篩選受試者時排除飲酒、熬夜和喝咖啡習慣等變因 (Ohira et al., 2009)。由表4.4.1顯示，所有受試者在飲用五組實驗樣本之前測(Baseline) HRV參數均無顯著差異，顯示研究對象每次前測HRV數值有良好的穩定性，可以作為比較不同屬性食材後測值的基準。以下就研究結果進行討論：

5.1 食物熱量、寒熱屬性與心率變異之相關性

本研究結果顯示在飲用熟蘿蔔汁、熟蘿蔔加薑汁及熟薑汁後，HRV 參數 SNDD、RMSSD、lnLF 及 lnTP 均顯著上升；飲用熟蘿蔔汁及熟蘿蔔加薑汁後 lnHF 顯著上升；飲用熟蘿蔔加薑汁及熟薑汁後 PNN50 顯著上升。Watanabe 等人 (2006) 對 20 名年輕人所做的研究，在飯後 30 分鐘 LF/HF 比值顯著增加，LF/HF 比值與食物熱效應 (Thermic effect of food, TEF) 顯著呈現正相關，但 LF、HF 與 TEF 之

間則無相關性，顯示能量消耗與交感神經調節有相關。高碳水化合物和高脂肪的飲料(900 Cal)，會增加呼吸商(Respiratory quotient,RQ)及能量消耗(energy expenditure)，同時HR和LF/HF也會上升，尤其碳水化合物的能量代謝，與高RQ和LF/HF上升，產生交感神經調節有相關(Millis et al., 2009)。本研究使用之食材蘿蔔每100克含有蛋白質0.6克，碳水化合物5.7克(孟仲法，2010)；薑每100克含有蛋白質2.1克，碳水化合物4克、脂肪0.86克(林錦英，1977)，換算實驗中使用量之熱量，生蘿蔔汁及熟蘿蔔汁為25.2 Cal，熟蘿蔔加薑汁為28.2 Cal，熟薑汁為3 Cal，熱量均相當低，顯示食物所含之熱量多寡並不能代表食物之寒熱屬性；而飲用熟蘿蔔汁、熟蘿蔔加薑汁及熟薑汁後HRV參數SNDD、RMSSD、lnLF及lnTP均顯著上升，也說明食物所含之熱量多寡並不能完全解釋心率變異之變化。

本研究中所有受試者飲用寒涼之生蘿蔔汁之 Δ SDNN(%) (-2.36 ± 22.73)與飲用溫熱性之熟薑汁 (28.19 ± 20.72)相比達顯著差異(表4.5.1)，顯示寒涼屬性食物對心率變異會有反向的調控，此結果對於日後研究食療相關議題有重要的參考價值。

5.2 男女受試者飲用不同屬性食物之差異

本研究中男性受試者在飲用熟蘿蔔汁後在RMSSD、PNN50及

lnTP 均呈現上升現象，顯示熟蘿蔔汁對男生可能有提升自主神經的作用，但女性受試者飲用熟蘿蔔汁後在 HRV 各參數均無顯著差異。男性受試者在飲用熟薑汁後呈現 SDNN, lnLF 顯著上升，顯示熟薑汁對男生的交感神經活性有提升作用，而女性受試者在飲用熟薑汁後，SDNN、lnLF、lnTP、RMSSD、PNN50 及 lnHF 均顯著上升，顯示熟薑汁對女生的交感及副交感神經均有提升作用。以上結果顯示男女生對同一種食物有不同的心率變異反應。依陳敬修等（2001）利用心率變異參數評估中醫陰陽體質之研究，陽盛體質者其 SDNN 約為 59；PNN50 約為 23；LF 約為 1138；HF 約為 796；TP 約為 3541（陳敬修、邱創乾、宋慶龍、張永賢，2001）。本研究前測結果中男性受試者之交感及副交感神經相關參數均高於女性受試者（表 4.4.2 及表 4.4.3），如參考上述 HRV 參數評估本研究受試者之體質，男性受試者之 SDNN、lnLF、PNN50、lnHF 及 lnTP 均高於女性受試者，顯示男性受試者比女性受試者傾向於陽盛之熱性體質。因此，性別或體質差異可能是個體對不同屬性食物產生不同生理反應的重要因素。

5.3 飲用開水之 HRV 變化

本研究中飲用開水（約室溫 28°C），結果發現在飲用後 25 至 45 分鐘心率變異各參數均無明顯變化，與黃芊芊（2005）所做的研究相

同，該研究是以高中生為受試者，在安靜時飲用 4°C 和 37°C 的 500 mL 開水，比較飲用前後測差異，結果發現後測 0 至 20 分鐘的 SDNN、LF、HF 及 LF/HF 等參數與前測比較，均無顯著差異(黃芊芊, 2005)；Friesen 等人研究健康兒童飲用 120 mL 開水的 60 分鐘之心率變異結果，在 LF 及 HF 均無顯著差異；另一研究消化不良的兒童飲用開水的實驗，對照組健康兒童飲用 120 mL 開水在 60 分鐘的 LF、HF 及 LF/HF 亦均無顯著差異(Friesen, Lin, Schurman, Andre, & McCallum, 2007/2010)。Routledge 等人(2002)的研究以 10 位年輕人飲用 500 mL 與飲用 20 mL 水(對照組)對心臟迷走神經的影響，結果飲用 500mL HR 會顯著下降，下降高峰是在 20 和 25 分鐘之間；而且飲用 500mL 在 Δ RMSSD 與 Δ HF 與對照組有顯著差異，顯示飲用 500mL 水會增加迷走神經活性 (Routledge et al., 2002)，對於飲用量是否對 HRV 有不同的影響，也是日後可以深入探討的問題。

5.4 飲用生蘿蔔汁及熟蘿蔔汁之 HRV 變化

本研究中比較飲用生蘿蔔汁與熟蘿蔔汁在組間前後差異百分比 ($\Delta\%$)，在 Δ SDNN (-2.36 ± 22.73 vs 17.04 ± 20.72)、 Δ lnLF (-1.42 ± 8.14 vs 5.39 ± 8.84) 及 Δ lnTP (-0.96 ± 6.45 vs 4.38 ± 5.69) 皆有顯著差異； Δ HR、 Δ RMSSD、 Δ PNN50 與 Δ lnHF 等參數雖未達顯著差異，亦呈現

不同的反應趨勢，顯示生蘿蔔經加熱處理後對心率變異有不同的影響。

蘿蔔之活性成分芥子油苷(mustard oil glucoside)，又稱硫代葡萄糖苷(glucosinolate, GLS)，是十字花科(Brassicaceae)的含氮、硫陰離子親水性的植物二次代謝物，目前已鑑定的有 120 多種(Reichelt et al., 2002)，主要成分為 4-甲硫基-3-丁烯基硫代葡萄糖苷，占總含量 70% 以上(張麗、何洪巨、陳靜華、趙學志，2010)。當蔬菜在被食用或機械破碎時，GLS 可被內源芥子酶(myrosinase)水解成異硫氰酸鹽(isothiocyanate)，其具有廣泛的生物活性，在植物品質、風味、抗癌、保健具有重要作用(陳亞洲、陳思學、閻秀峰，2008)。但在不同的加工處理，如打漿、蒸煮、冷凍、脫水、發酵，都會使 GLS 發生不同解降(De Vos & Blijleven, 1988)。在烹飪中也會使 GLS 的含量降低，並且使芥子酶失去活性，因而使異硫氰酸鹽的含量下降，研究發現以油炸及油炸後水煮的損失最大(袁高峰、陳思學、汪俏梅，2009)。有關異硫氰酸鹽的研究以蘿蔔硫素(Sulforaphane, SFN) 最多，SFN 是一種本身缺電子的親電性(electrophiles)的活性化合物，易與帶有多電子的親核性分子(nucleophiles)反應，像是 Cysteine 的硫氫基(sulfhydryl groups)、Histidine 的咪唑基(imidazole groups)和 Lysine 的胺基(amino groups)，若親電性分子直接和扮演訊息傳遞蛋白的親核性基團結合，

可能會導致傳遞蛋白質的活性減弱（劉燕琴，2007）。另一方面，GLS 的解降在高等動物中表現出抗營養化效應，有抑制甲狀腺功能的作用（李晨、薛峰、繆文華、潘思軼，2010），會對心肌收縮、神經系統及產熱、營養代謝等有不同程度的影響（麥麗敏等，2008）。

根據研究結果推測生蘿蔔汁可能含有減緩自主神經活性的成分，經加熱處理後成分產生變化，反而有活化自主神經的作用，此現象是否與生蘿蔔汁所含的熱敏感成分如維他命 C、B1、B2、澱粉酵素、氧化酵素、芥子油及芳香等成分有關，仍需更多的研究探討。

5.5 飲用蘿蔔及薑汁之 HRV 變化

本研究中比較蘿蔔與薑二種不同寒熱屬性食物之 HRV 反應，熟蘿蔔汁與熟薑汁在所有心率變異參數皆無顯著差異；熟薑汁與生蘿蔔汁比較，對所有受試者交感神經有提升現象，顯示寒熱屬性之趨勢在熟薑汁與熟蘿蔔汁之間沒有熟薑汁與生蘿蔔汁之間來得顯著。

薑富含 gingerols、shogaols 及 zingerones 等具有辛辣成分的酚類物質，研究證實 gingerols 具有強心、調節血管舒縮功能、抗氧化及保護心肌等作用（蔣蘇貞、宓穗卿、王寧生，2007）。Gingerols 經加熱會脫水形成 shogaols，此反應是可逆的，其反應速率與溫度及 pH 有關(Bhattarai et al.,2001)。在動物實驗發現，乾薑乙醇萃取液對麻醉

後貓的血管運動中樞及呼吸中樞有興奮作用，對心臟有興奮作用。乾薑甲醇萃取液在 0.1 g/mL 濃度時，可使離體豚鼠心房自主運動增強，其強心成分為 6-gingerol 和 6-shogaol (蔣蘇貞等，2007)。在離體實驗顯示 gingerol 對離體大鼠心房有正性肌力和變時作用，gingerol 在 $3 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-5}$ mol/L 濃度時，能激活心肌肌漿網 (sarcoplasmic reticulum, SR) Ca^{2+} ATP 酶活性，促進 SR 攝取 Ca^{2+} ； 3×10^{-6} mol/L 濃度時，可增加離體豚鼠心房細胞的縱向收縮頻率和幅度 (Kobayashi, Ishida, Shoji, & Ohizumi, 1988)。在人體實驗，對心衰竭病人的左心室心肌製備研究顯示，gingerol 能提高 SR 的 Ca^{2+} ATP 酶活性，顯著增加 SR 對鈣的攝取，具有正性肌力作用，能恢復受損心肌之收縮間歇後增強效應 (post-rest potentiation)，對舒張功能障礙心室肌的力量-頻率關係 (force-frequency relation) 有輕度改善作用 (Maier et al., 2000)。gingerol 及其同系物分子結構中的鄰甲氧酚基 (o-methoxyphenol) 和烴鏈 (hydrocarbon chain) 可能是其增加 SR 鈣泵活性作用的必需活性官能團 (Ohizumi, Sasaki, Shibusawa, Ishikawa, & Ikemoto, 1996)。由上述研究顯示 gingerol 及其同系物具有強心作用。在本研究中發現只要是飲用含熟薑汁組別，對交感及副交感神經皆有提升作用，推測可能與薑含有強心及調節血管舒縮功能的活性成分有關。

第六章 結論

本研究以由寒熱屬性食物組成的五組實驗樣本為操控變因，探討寒熱屬性食物對人體產生心率變異之影響。實驗結果發現，所有受試者在飲用開水及生蘿蔔汁後，其心率變異參數均無顯著改變；而飲用熟蘿蔔汁、熟蘿蔔加薑汁及熟薑汁對於交感及副交感神經相關之心率變異參數均有提升之現象，顯示熟蘿蔔與薑汁有促進自主神經活化的作用。在性別比較部分，女性受試者飲用熟蘿蔔汁對自主神經均無顯著改變，飲用熟薑汁對自主神經有顯著改變；男性受試者在飲用熟蘿蔔汁和熟薑汁對交感神經活性有顯著變化，顯示性別對不同的實驗樣本呈現不同的反應。

本研究結果顯示，食物加熱或食用不同屬性食物，短期內會對人體心率變異產生不同的影響，唯其影響是否擴及所有自主神經調控之生理功能、影響的持續時間及與體質的相互影響等問題，仍需更多的研究探討。

第七章 研究建議

民以食為天，飲食問題與健康息息相關，長期的飲食習慣可能會造成個人體質上的改變，對於食物的感受亦可能因體質差異而有不同的反應。本研究受限於研究資源及時間因素，未將受試者平日飲食習慣及受測當時體質傾向等因素做深入調查及分類；受試者人數不多，過於偏離標準差之測量數據，易造成統計上的誤差，影響研究結果的判斷。例如在本研究中，有些心率變異參數及性別上呈差異趨勢，但未達統計水準之顯著性，探究原因可能是樣本數不夠所造成的，若能擴大研究對象人數，並將體質傾向分類，可能會使研究結果之判斷更為完善。

本研究並未對受試者限制 12 小時禁食，所以個人受測當時早餐飲食狀況，可能影響受測結果，未來之相關研究如能對受試者限制 12 小時禁食，儘可能減少 HRV 測定之干擾因子。

本研究為短時間量測受試者對食物不同屬性的心率變異之變化，就食療保健而言，調理體質需長時間的飲食配膳，才能真正改善體質之偏頗，因此，如能就個人體質之寒熱性傾向，做長期的研究與追蹤，應能使研究結果更具參考價值。

參考文獻

中文部分

中醫藥委員會 (1999)。中藥材品質管制-組織型態學鑑定，台北市：

行政院衛生署中醫藥委員會。

王鳳英、顧祐瑞 (2004)。中醫食療與養生。台北市：禾楓書局。

王顯智、黃美雪 (2007)。心率變異度的發展與臨床應用。中華體育

季刊，21 (3)，1-9。

匡調元 (2008)。人體體質學-中醫學個性化診療原理。台北市：文光

圖書有限公司

呂萬安 (2006)。中醫與養生。台北市：威仕曼出版社。

李晨、薛峰、繆文華、潘思軼 (2010)。硫代葡萄糖苷降解研究進展。

食品科學，31(09)，313。

李育臣 (2003)。以心率變異探討針刺對周邊性顏面神經麻痺之影響。

未出版碩士論文，中國醫藥學院中國醫學研究所，台中市。

周學勝 (2006)。中醫基礎理論。台南市：大孚書局。

孟仲法 (2010)。怎麼吃蔬菜。台北市：新潮社文化事業有限公司。

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。未出版碩士論文，慈濟大學醫學研究所，花蓮市。

- 林錦英 (1977)。治咳中藥之研究。未出版碩士論文，中國醫藥大學
中國藥學研究所，台中市。
- 奚中和 (1996)。中醫學概要 (第三版)。台北市：文光圖書有限公司。
- 唐善美、駱麗華、顏妙芬、蔡惟全 (2006)。探討心導管檢查前病人
焦慮及心率變異之關係。實證護理，2 (1)，53-60。
- 唐雲 (2004)。走近中醫。台北市：積木文化出版。
- 翁維健 (1991)。中國飲食療法。台北市：台灣珠海出版有限公司。
- 袁高峰、陳思學、汪俏梅 (2009)。芥子油苷及其代謝產物的生物學
效應研究與應用。核農學報，23(4)，664-668。
- 馬方傑、潘欣祥 (2007)。人體能量信息奧秘。台北市：元氣齋出版
社。
- 郭永潔 (2010)。中醫食養與食療。上海市：上海科學技術出版社。
- 國家衛生研究院 (2008)。2020 健康國民白皮書技術報告。苗栗縣：
國家衛生研究院。
- 彭文煌、黃世勳 (2010)。中藥藥理學。台中市：文興出版社。
- 張永勳、何玉鈴、黃世勳 (2008)。中藥學概論。台中市：文興出版
社。
- 張步桃 (1995)。黑豆·蘿藦·茶。台北市：元氣齋出版社有限公司。
- 張偉榮、匡調元、沈雁、肖頤、張俊、黃新生、薛惠娟、趙偉康、顧

- 文聰(1992)。食物對體質形成影響的生化研究。中醫雜誌,33(7), 49-50。
- 張偉榮、薛惠娟、匡調元、趙偉康、顧文聰、沈雁、肖頤、張俊(1996)。食物調整病理性體質的生化研究。中國中醫基礎醫學雜誌,2(1), 36-36。
- 張超良、曹慶榮、李保真(1993)。藥用蔬果。台北市：渡假出版社有限公司。
- 張麗、何洪巨、陳靜華、趙學志(2010)。不同蘿蔔品種中硫代葡萄糖苷組分及含量分析。中國蔬菜,18, 43-46。
- 梁永康(1991)。怎麼吃蔬菜最有益。台北市：書泉出版社。
- 陳亞洲、陳思學、閻秀峰(2008)。環境對植物芥子油苷代謝的影響，生態學報,28(6)。
- 陳金城(2002)。以心率變異分析探討丹道氣功效應研究。未出版之碩士論文，中國醫藥學院中西醫結合研究所，台中市。
- 陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭琦(2006)。心率變異度的簡介及護理上的應用。新臺北護理期刊,7(1), 1-11。
- 陳堯菊(1998)。蔥薑的神奇妙用，台北市：華碩文化。
- 陳華(1993)。中醫的科學原理。台北市：台灣商務印書館。
- 陳敬修、邱創乾、宋慶龍、張永賢(2001)。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。

麥麗敏、祁葉榮、廖美華、戴瑄、黃玉琪、呂國昀 (2008)。解剖生理學。台北市：華杏出版股份有限公司。

曾雅青 (2002)。藥材養生事典。台北市：三采文化出版公司。

黃中平 (2009)。飲食中的太極圖。台北市：宇河文化出版有限公司。

黃莘莘 (2005)。飲用水溫度對安靜時心率變異度之影響。未出版之碩士論文，輔仁大學體育學系碩士論文，台北縣。

黃淑貞、姚元青 (1999)。大學生的健康信念、飲食相關自我效能與飲食行為。師大學報，教育類，44(1&2)，43-45。

黃新作、川久保清 (1992)。從心電圖 R-R 波間隔變動 Power Spectrum 周波數解析法來探討心臟自律神經功能之變化。國立體育學院論叢，3(1)，107-116。

楊皓耀 (2001)。薑之本草學考察與(6)-薑辣醇高效液相層析儀分析探討。未出版之碩士論文，中國醫藥大學中國藥學研究所，台中市。

楊維傑 (1984)。黃帝內經素問譯解。台北市：台聯國風出版社。

葉學益 (2008)。黃帝內經輕鬆學。台北縣：智林文化。

趙丹平 (2008)。探討溫熱性食物與寒涼性食物於溫熱性及寒涼性體質之人體內產生的生理訊息差異。未出版之博士論文，國立台灣

大學生物資源暨農學院食品科技研究所，台北市。

劉燕琴（2007）。探討 *Chalcone* 和 *Sulforaphane* 對內皮細胞之抗發炎及細胞保護的作用機轉。未出版之碩士論文，國立嘉義大學生物科技研究所，嘉義市。

蔣蘇貞、宓穗卿、王寧生（2007）。薑酚心血管藥理作用研究進展。
時珍國醫國藥，01。

鄭振鴻（2004）。感冒食譜。台北市：二魚文化事業有限公司。

蕭偉傑（1998）。蔬果療法。台北市：綠生活國際股份有限公司。

薛聰賢（2000）。台灣蔬果實用百科2。台北市：台灣普綠有限公司出版部。

英文部分

- Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F. A., Shannon, D. C., Berger, A. C., & Cohen, R. J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, *213*(4504), 220-222.
- Anderson, E. N. (1980). Heating and cooling foods in Hong-Kong and Taiwan. *Social Science Information*, *19*(2), 237-268.
- Bhattarai, S., Tran, V. H., & Duke, C. C. (2001). The stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, *90*(10), 1658-1664.
- Bigger, J. T., Jr., Fleiss, J. L., Steinman, R. C., Rolnitzky, L. M., Kleiger, R. E., & Rottman, J. N. (1992). Correlations among time and frequency domain measures of heart period variability two weeks after acute myocardial infarction. *American Journal of Cardiology*, *69*(9), 891-898.
- Dai, J., Lampert, R., Wilson, P. W., Goldberg, J., Ziegler, T. R., and Vaccarino, V. (2010). Mediterranean dietary pattern is associated with improved cardiac autonomic function among middle-aged men: a twin study. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, *3*(4), 366-373.
- De Vos, R.H. & Blijleven, G.H.(1988).The effect of processing

conditions on glucosinolates in cruciferous vegetables. *Zeit Lebensm Untersuch Forsch*, 187, 525 -529.

Friesen, C. A., Lin, Z., Schurman, J. V., Andre, L., & Mc Callum, R. W. (2007). Autonomic nervous system response to a solid meal and water loading in healthy children: its relation to gastric myoelectrical activity. *Neurogastroenterology & Motility* , 19(5), 376-382.

Friesen, C. A., Lin, Z., Schurman, J. V., Andre, L., & McCallum, R. W. (2010). The effect of a meal and water loading on heart rate variability in children with functional dyspepsia. *Digestive Diseases and Sciences*, 55(8), 2283-2287.

Fu, C. H., Yang, C. C., Lin, C. L., & Kuo, T. B. (2006). Effects of long-term vegetarian diets on cardiovascular autonomic functions in healthy postmenopausal women. *American Journal of Cardiology*, 97(3), 380-383.

Furlan, R., Guzzetti, S., Crivellaro, W., Dassi, S., Tinelli, M., Baselli, G., Malliani, A. (1990). Continuous 24-hour assessment of the neural regulation of systemic arterial pressure and RR variabilities in ambulant subjects. *Circulation*, 81(2), 537-547.

Govindarajan, V. S. (1982). Ginger--chemistry, technology, and quality evaluation: part 1. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* , 17(1), 1-96.

Ho, S. C., Tsai, P.J. (2004). Comparison of the effects of "hot" and "cold"

- Chinese medicinal plants on the production of inflammatory mediators by RAW 264.7 cells. *Journal of Food and Drug Analysis*, 12(2), 120-127.
- Huang, C. J., Wu, M.C. (2002). Differential effects of foods traditionally regarded as heating and cooling on prostaglandin E-2 production by a macrophage cell line. *Journal of Biomedical Science*, 9(6), 596-606.
- Hyndman, B. W., & Gregory, J. R. (1975). Spectral analysis of sinus arrhythmia during mental loading. *Ergonomics*, 18(3), 255-270.
- Ito, H., Ohshima, A., Tsuzuki, M., Ohto, N., Yanagawa, M., Maruyama, T., et al. (2001). Effects of increased physical activity and mild calorie restriction on heart rate variability in obese women. *Japanese Heart Journal*, 42(4), 459-469.
- Jolad, S. D., Lantz, R. C., Solyom, A. M., Chen, G. J., Bates, R. B., & Timmermann, B. N. (2004). Fresh organically grown ginger (*Zingiber officinale*): composition and effects on LPS-induced PGE₂ production. *Phytochemistry*, 65(13), 1937-1954.
- Kobayashi, M., Ishida, Y., Shoji, N., & Ohizumi, Y. (1988). Cardiogenic action of [8]-gingerol, an activator of the Ca⁺²-pumping adenosine triphosphatase of sarcoplasmic reticulum, in guinea pig atrial muscle. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 246(2), 667-673.

- Maier, L. S., Schwan, C., Schillinger, W., Minami, K., Schutt, U., & Pieske, B. (2000). Gingerol, isoproterenol and ouabain normalize impaired post-rest behavior but not force-frequency relation in failing human myocardium. *Cardiovascular Research*, 45(4), 913-924.
- Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz P. J., (1996). Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*, 93, 1043-1065.
- McNeely, J. D., Windham, B. G., & Anderson, D. E. (2008). Dietary sodium effects on heart rate variability in salt sensitivity of blood pressure. *Psychophysiology*, 45(3), 405-411.
- Millis, R. M., Austin, R. E., Bond, V., Faruque, M., Goring, K. L., Hickey, B. M., et al. (2009). Effects of high-carbohydrate and high-fat dietary treatments on measures of heart rate variability and sympathovagal balance. *Life Science*, 85(3-4), 141-145.
- Montano, N., Ruscone, T. G., Porta, A., Lombardi, F., Pagani, M., & Malliani, A. (1994). Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. *Circulation*, 90(4), 1826-1831.
- Mozaffarian, D., Stein, P. K., Prineas, R. J., & Siscovick, D. S. (2008). Dietary fish and omega-3 fatty acid consumption and heart rate variability in US adults. *Circulation*, 117(9), 1130-1137.

- Ninio, D.M., Hill, A.M., Howe, P.R., Buckley, J.D., Saint, D.A. (2008). Docosahexaenoic acid-rich fish oil improves heart rate variability and heart rate responses to exercise in overweight adults. *British Journal of Nutrition*, 100,1097-1103.
- Ohira, T., Tanigawa, T., Tabata, M., Imano, H., Kitamura, A., Kiyama,M., Iso, H. (2009). Effects of habitual alcohol intake on ambulatory blood pressure, heart rate, and its variability among Japanese men. *Hypertension*, 53(1), 13-19.
- Ohizumi, Y., Sasaki, S., Shibusawa, K., Ishikawa, K., & Ikemoto, F. (1996). Stimulation of sarcoplasmic reticulum Ca²⁺-ATPase by gingerol analogues. *Biological & Pharmaceutical Bulletin* , 19(10), 1377-1379.
- Okita, Y., Nakamura, H., Kouda, K., Takahashi, I., Takaoka, T., Kimura, M., et al. (2009). Effects of vegetable containing Gamma-aminobutyric acid on the cardiac autonomic nervous system in healthy young people. *Journal of Physiological Anthropology* , 28(3), 101-107.
- Park, S. K., Tucker, K. L., O'Neill, M. S., Sparrow, D., Vokonas, P. S., Hu, H., et al. (2009). Fruit, vegetable, and fish consumption and heart ratevariability: the Veterans Administration Normative Aging Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89(3), 778-786.
- Pomeranz, B., Macaulay, R. J., Caudill, M. A., Kutz, I., Adam, D.,

- Gordon, D., et al. (1985). Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *American Journal of Physiology*, 248(1 Pt 2), H151-153.
- Reichelt, M., Brown, P. D., Schneider, B., Oldham, N. J., Stauber, E., Tokuhisa, J., et al. (2002). Benzoic acid glucosinolate esters and other glucosinolates from *Arabidopsis thaliana*. *Phytochemistry*, 59(6), 663-671.
- Routledge, H. C., Chowdhary, S., Coote, J. H., & Townend, J. N. (2002). Cardiac vagal response to water ingestion in normal human subjects. *Clinical Science (London)*, 103(2), 157-162.
- Tuininga, Y. S., van Veldhuisen, D. J., Brouwer, J., Haaksma, J., Crijns, H. J., Man in't Veld, A. J., et al. (1994). Heart rate variability in left ventricular dysfunction and heart failure: effects and implications of drug treatment. *British Heart Journal*, 72(6), 509-513.
- Watanabe, T., Nomura, M., Nakayasu, K., Kawano, T., Ito, S., & Nakaya, Y. (2006). Relationships between thermic effect of food, insulin resistance and autonomic nervous activity. *Journal of Medical Investigation*, 53(1-2), 153-158.