

# 中國醫藥大學

碩士論文

編號：DOSH-0108

醫院病房熱環境之舒適要求實測調查研究  
**A Field Survey on Thermal Requirements  
in Hospital Wards**

所別：職業安全與衛生學系碩士班

指導教授：黃瑞隆 博士

學生：簡瑞宏 Chien, Jui-Hung

學號：9372008

中 華 民 國 95 年 7 月

## 誌謝

論文終於接近尾聲了，研究所生涯也將告一段落。本研究論文得以完成，首先當感謝指導老師 黃瑞隆教授的悉心指導，從研究主題的選定、架構的建立、實驗的進行…等，均蒙黃老師諄諄教誨，亦使知識領域得以全面性的拓展。

在論文審查的過程中，感謝口試委員 鄭明仁教授、郭昭吟教授以及 蘇崇輝教授的不吝指教，使得論文架構以及內容缺失得以補完。感謝 賴俊雄教授、王文忻教授、廖宏章教授、趙克平教授、蔡詩偉教授、張大元教授、許文信教授、林文海教授以及 陳強琛教授在課堂上的授業解惑，提升其他專業領域的學習視野。

感謝研究室學妹聖慈、乃榕、嫻真、茹涵、婉珩、家蓁、家仔、譽文、宜紋、偉婷在研究上的支持與協助，亦感謝一同奮鬥的友校同學昭明的互相扶持與鼓勵。

感謝辛勤育我養我的父母，在我感到挫折失意時給我溫暖、支持與鼓勵，迷惑時給我指引，讓我有繼續向前的動力及方向。也感謝默默支持我的女友珮君，在遇到難題時給予我幫助及扶持，文書處理上的長才實在助我良多。謹以本論文獻給所有幫助過我的人，並致上最高的敬意與謝意。

簡瑞宏 于中國醫藥大學 2006.07.13

## 摘要

近十年內，住院成長率超過五成，故舒適性的病房環境對住院病患日益重要。若病患處於舒適的熱環境中，對病情的恢復有正面的影響。

為了解 ASHRAE Standard 55 是否適用於年齡、健康狀況以及居住行為不同於一般人的住院病患，本研究以中部某醫學中心 83 間內、外科病房的住院病患為對象，以現場實測和問卷調查同步進行的方式調查住院病患的熱舒適性。從 2005 年一月到六月之間，收集有效問卷 933 份，其中冬天 442 份，夏天 491 份。問卷中除了對病患的熱舒適進行評估，亦詢問病患的背景資料以及對病房環境特性的滿意度。

實測結果發現因為溼度控制不當，大多數實測數據並未落在舒適區內，但仍有超過八成的受訪者對熱環境表示滿意。藉由機率迴歸分析發現住院病患的冬、夏兩季的中性溫度分別為  $23^{\circ}\text{C ET}^*$  和  $24^{\circ}\text{C ET}^*$ ，喜好溫度為  $23.3^{\circ}\text{C ET}^*$  和  $24^{\circ}\text{C ET}^*$ ，舒適溫度範圍為  $21.4^{\circ}\text{C ET}^* \sim 25.2^{\circ}\text{C ET}^*$ ，較 ASHRAE Standard 55 建議的舒適溫度範圍窄。卡方檢定的結果發現住院病患的健康狀況與其熱感覺相關，但年齡、住院天數以及原居住地都未達顯著水準。虛弱群不論是在中性溫度、喜好溫度或者舒適溫度範圍上都略高於健康群約  $1^{\circ}\text{C ET}^*$ ，與其他場所的研究相比則擴大到  $1.4 \sim 2.5^{\circ}\text{C ET}^*$  之間，顯示住院病患想要有較暖和的熱舒適環境。

關鍵字：熱舒適、住院病患、中性溫度、喜好溫度

# ABSTRACT

In recent ten years, the ratio of hospitalization grows more than fifty percent. A comfortable environment of ward is more and more important. If an inpatient stays in a comfortable environment, it will make an active influence on recovering.

This project examines the comfort criteria of ASHRAE Standard 55 for the application of inpatients. Field experiments used survey questionnaires and physical measurements were conducted in 83 medical and surgical wards of a medical center in Taichung. A total of 933 data were collected from January to June in 2005, and there were 442 data in winter and 491 data in summer.

Field measurements show that most measured thermal environments don't fall in comfort zone, due to inappropriate humidity control, but there are still more than eighty percent of subjects accept the thermal environment they occupied. According to the probit regressive analysis, the thermal neutral temperatures for inpatients in winter and summer occurred at 23°C ET\* and 24°C ET\* respectively, and thermal preferred temperatures occurred at 23.3°C and 24°C ET\*. The range of acceptable thermal comfort zones of inpatients is 21.4°C~25.2°C ET\*, which is narrower than that recommended by the ASHRAE Standard 55. The chi-square tests were applied to find the significant aspects that affect the inpatients' thermal sensations. The results show that health status of inpatients has significant influence but the age, gender, and the time to be in hospital have no statistical significance. The weak group is a little higher by 1°C ET\* than the healthy group. Comparing with the results of the experiments in other places, the range enlarges to 2°C ET\*. The result shows that the inpatients want warmer thermal comfort conditions.

Keyword: thermal comfort, inpatient, neutral temperature, preferred temperature

# 目錄

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一章 緒論                   | 1  |
| 第一節 研究動機與目的              | 1  |
| 第二節 文獻剖析                 | 3  |
| 第三節 研究內容與流程              | 7  |
| 第二章 研究方法                 | 12 |
| 第一節 研究對象                 | 12 |
| 第二節 儀器設備                 | 15 |
| 第三節 問卷內容                 | 25 |
| 第四節 實驗步驟                 | 29 |
| 第五節 分析方法                 | 30 |
| 第三章 問卷與物理測定結果彙整          | 34 |
| 第一節 受訪者基本特性統計            | 34 |
| 第二節 受訪者反應特性統計            | 41 |
| 第三節 物理測定數據彙整             | 49 |
| 第四章 研究結果                 | 56 |
| 第一節 受訪者熱接受、熱喜好以及熱感覺的交叉分析 | 56 |
| 第二節 熱接受度                 | 60 |
| 第三節 中性溫度                 | 63 |

|      |            |       |     |
|------|------------|-------|-----|
| 第四節  | 喜好溫度       | ..... | 67  |
| 第五節  | 熱舒適範圍      | ..... | 71  |
| 第五章  | 檢定結果       | ..... | 74  |
| 第一節  | 受訪者背景資料檢定  | ..... | 74  |
| 第二節  | 病房背景資料檢定   | ..... | 82  |
| 第六章  | 討論         | ..... | 91  |
| 第一節  | 影響熱感覺的其他因子 | ..... | 91  |
| 第二節  | 與其他文獻比較    | ..... | 96  |
| 第七章  | 結論         | ..... | 99  |
| 参考文献 |            | ..... | 102 |



## 表目錄

|       |                            |    |
|-------|----------------------------|----|
| 表 2-1 | ISO 7726 測量室內環境熱舒適參數所需儀器標準 | 16 |
| 表 2-2 | 病患基本資料問卷                   | 26 |
| 表 2-3 | 病房內熱舒適方面資料問卷               | 27 |
| 表 2-4 | 病房內環境特性滿意度方面資料問卷           | 28 |
| 表 2-5 | 穿衣量及身體狀況方面資料問卷             | 28 |
| 表 3-1 | 受訪者熱感覺投票分佈                 | 42 |
| 表 3-2 | 受訪者熱喜好投票分佈                 | 43 |
| 表 3-3 | 受訪者熱接受投票分佈                 | 44 |
| 表 3-4 | 物理測定資料彙整                   | 52 |
| 表 4-1 | 受訪者熱接受對熱喜好的交叉分析            | 56 |
| 表 4-2 | 受訪者熱接受對熱感覺的交叉分析            | 58 |
| 表 4-3 | 受訪者熱接受對熱感覺的交叉分析            | 59 |
| 表 4-4 | 冬天受訪者熱感覺中間值詢問統計表           | 63 |
| 表 4-5 | 夏天受訪者熱感覺中間值詢問統計表           | 64 |
| 表 4-6 | 冬天受訪者熱喜好詢問統計表              | 67 |
| 表 4-7 | 夏天受訪者熱喜好詢問統計表              | 68 |
| 表 5-1 | 受訪者性別之卡方檢定結果               | 76 |
| 表 5-2 | 受訪者年齡之卡方檢定結果               | 77 |

|        |                          |    |
|--------|--------------------------|----|
| 表 5-3  | 受訪者床位之卡方檢定結果             | 78 |
| 表 5-4  | 受訪者居住地之卡方檢定結果            | 79 |
| 表 5-5  | 受訪者住院天數之卡方檢定結果           | 80 |
| 表 5-6  | 受訪者健康狀況之卡方檢定結果           | 81 |
| 表 5-7  | 受訪者噪音滿意度之卡方檢定結果          | 83 |
| 表 5-8  | 受訪者照明滿意度之卡方檢定結果          | 84 |
| 表 5-9  | 受訪者空氣品質滿意度之卡方檢定結果        | 85 |
| 表 5-10 | 受訪者空間大小之卡方檢定結果           | 86 |
| 表 5-11 | 受訪者病床舒適度之卡方檢定結果          | 87 |
| 表 5-12 | 受訪者醫護人員服務滿意度之卡方檢定結果      | 88 |
| 表 5-13 | 受訪者空調狀況之卡方檢定結果           | 89 |
| 表 6-1  | 受訪者年齡、健康度、住院天數以及居住地卡方檢定表 | 91 |
| 表 6-2  | 其他文獻比較表                  | 97 |



## 圖目錄

|       |                     |    |
|-------|---------------------|----|
| 圖 1-1 | 研究流程                | 11 |
| 圖 2-1 | 病房樓層平面圖             | 14 |
| 圖 2-2 | 病房內基本配置平面圖          | 15 |
| 圖 2-3 | Busch 在泰國所使用之儀器     | 18 |
| 圖 2-4 | Kwok 在夏威夷所使用之儀器     | 18 |
| 圖 2-5 | Krzysztof 在澳洲所使用之儀器 | 19 |
| 圖 2-6 | Wang 在哈爾濱進行實驗所用儀器   | 20 |
| 圖 2-7 | 現場測量用之室內氣候採擷系統      | 21 |
| 圖 2-8 | PMV、PPD 與熱感尺度之關係示意圖 | 23 |
| 圖 2-9 | 實測調查的進行方式及住院病患的穿著狀況 | 30 |
| 圖 3-1 | 受訪者人數與月份分佈          | 35 |
| 圖 3-2 | 受訪者人數與星期分佈          | 35 |
| 圖 3-3 | 受訪者樓層分佈             | 36 |
| 圖 3-4 | 受訪者病床分佈             | 37 |
| 圖 3-5 | 受訪者性別分佈             | 38 |
| 圖 3-6 | 受訪者年齡分佈             | 38 |
| 圖 3-7 | 受訪者居住地分佈            | 39 |
| 圖 3-8 | 受訪者住院天數分佈           | 39 |

|        |                |    |
|--------|----------------|----|
| 圖 3-9  | 受訪者健康程度分佈      | 40 |
| 圖 3-10 | 受訪者熱感覺投票分佈     | 41 |
| 圖 3-11 | 受訪者熱喜好投票分佈     | 42 |
| 圖 3-12 | 受訪者熱接受投票分佈     | 43 |
| 圖 3-13 | 受訪者氣流感覺投票分佈    | 44 |
| 圖 3-14 | 受訪者空氣溼度感覺投票分佈  | 45 |
| 圖 3-15 | 受訪者空氣品質感覺投票分佈  | 45 |
| 圖 3-16 | 受訪者噪音滿意度投票分佈   | 46 |
| 圖 3-17 | 受訪者照明滿意度投票分佈   | 46 |
| 圖 3-18 | 受訪者空氣品質滿意度投票分佈 | 47 |
| 圖 3-19 | 受訪者空間滿意度投票分佈   | 47 |
| 圖 3-20 | 受訪者病床滿意度投票分佈   | 48 |
| 圖 3-21 | 受訪者醫護人員服務滿意度分佈 | 48 |
| 圖 3-22 | 一月物理測定資料數據分佈   | 49 |
| 圖 3-23 | 二月物理測定資料數據分佈   | 50 |
| 圖 3-24 | 三月物理測定資料數據分佈   | 50 |
| 圖 3-25 | 四月物理測定資料數據分佈   | 51 |
| 圖 3-26 | 五月物理測定資料數據分佈   | 51 |
| 圖 3-27 | 六月物理測定資料數據分佈   | 52 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 圖 3-28 冬天物理測定結果               | 54 |
| 圖 3-29 夏天物理測定結果               | 54 |
| 圖 4-1 三種接受度評估比較               | 61 |
| 圖 4-2 冬天熱中性溫度迴歸圖              | 66 |
| 圖 4-3 夏天熱中性溫度迴歸圖              | 66 |
| 圖 4-4 冬天熱喜好溫度迴歸曲線圖            | 70 |
| 圖 4-5 夏天熱喜好溫度迴歸曲線圖            | 70 |
| 圖 4-6 全年溫度下限與 ASHRAE 建議溫度下限比較 | 73 |
| 圖 4-7 全年溫度上限與 ASHRAE 建議溫度上限比較 | 73 |
| 圖 5-1 受訪者性別分佈                 | 75 |
| 圖 5-2 受訪者年齡分佈                 | 77 |
| 圖 5-3 受訪者床位分佈                 | 78 |
| 圖 5-4 受訪者居住地分佈                | 79 |
| 圖 5-5 受訪者住院天數分佈               | 80 |
| 圖 5-6 受訪者健康狀況分佈               | 81 |
| 圖 5-7 受訪者噪音滿意度分佈              | 83 |
| 圖 5-8 受訪者照明滿意度分佈              | 84 |
| 圖 5-9 受訪者空氣品質滿意度分佈            | 85 |
| 圖 5-10 受訪者空間大小滿意度分佈           | 86 |

|        |                      |    |
|--------|----------------------|----|
| 圖 5-11 | 受訪者病床舒適滿意度分布         | 87 |
| 圖 5-12 | 受訪者醫護人員服務滿意度分布       | 88 |
| 圖 5-13 | 受訪者空調狀況分布            | 89 |
| 圖 6-1  | 冬天受訪者虛弱族群與健康族群中性溫度比較 | 93 |
| 圖 6-2  | 夏天受訪者虛弱族群與健康族群中性溫度比較 | 93 |
| 圖 6-3  | 冬天健康族群與虛弱族群喜好溫度比較    | 95 |
| 圖 6-4  | 夏天健康族群與虛弱族群喜好溫度比較    | 95 |



# 第一章 緒論

## 第一節 研究動機與目的

一九九六年至今，平均每半年住院成長率為百分之二點八，總成長率超過五成。現今的消費意識抬頭，民眾對於品質的要求提升，住院病患所重視的焦點除了醫護人員的醫療技術以外，也開始重視病房的環境品質，因此舒適性的病房環境對住院病患日益重要。若病患處於舒適的熱環境中，不但有助於安定病患的心情，對其病情的恢復絕對有正面的幫助。

舒適是人的一種感覺，是人透過自己的感覺器官而獲得身體或精神上的愉悅感。廣義上的舒適，涉及氣象、醫學、生物、人文地理、心理學等諸方面。如果狹義地理解，舒適也可認為是人體與環境達到熱量的平衡。人體會透過平衡身體內部經由新陳代謝所產生的熱量和散失到外部環境的熱量，而與外界的熱環境相互作用。為了達到身體溫度的平衡，必須藉由傳導、對流、輻射以及蒸散等方式來獲得或是失去熱量。這些熱交換的機制被以下六個因子所影響：(1) 乾球溫度 (2) 平均輻射溫度 (3) 相對溼度 (4) 空氣流動 (5) 活動量 (6) 衣著量。當人覺得熱不舒適時，就必須去改變其中一個或數個因子，以重新達到熱舒適的平衡。對於住院病患而言，因為醫療需要，其服裝要求必須方便脫穿，而以手術服為主，無法因應溫度的變化而任意增減衣物。而其在住院期間大多

躺在床上休養，活動量也大幅降低，無法藉由活動量來調節身體的溫度。而且住院病患因身體較為虛弱，代謝量降低，導致調節體溫的機能變差，生理上無法針對熱環境地變化快速做出反應。所以應充分了解其熱舒適性的需求，藉由適合病患的室內物理環境因子來維持熱交換的機制。

在設計上，不同的場所因為用途不同，其使用者的年齡、性別以及主要活動也不同，因此對於熱舒適應有不同的要求，所以空調工程師必須充分了解各種場所使用者不同的熱舒適性要求。但多數的設計者還是直接引用 ASHRAE Standard 55<sup>(1)</sup> 所推薦的熱舒適範圍作為設計的準則，作為辦公室、住宅以及教室空調的參考標準，而在病房的空調設計上也是採用同樣的標準。於 1992 年所提出的 ASHRAE Standard 55，主要是根據北美或歐洲的青壯年族群在實驗室的環境控制艙內的實驗結果所制定的。但其主要的實驗對象主要是以大學生為主，與主要以 40 歲以上較高齡族群為主的住院病患並不相同，而且住院病患的身體狀況也比大學生虛弱。而在目前的實測研究中，多數實測調查對象的年齡範圍在 18-64 歲之間，主要都以青壯年族群為主，調查的場所也以辦公室、教室以及住宅為限。一般辦公室、教室以及住宅的使用者，以來幾乎每天都只有白天或晚上會生活在這些環境裡，很少有一整天的居留，而且這樣的居住模式會持續很長的一段時間。可是住院病患除生病之外，幾乎不會住在病房內，大多沒有很長期的居留，且住院期間全天留在病房內，所以

他們的居住行為與其他辦公室、教室以及住宅的居住者並不相同。因此，ASHRAE Standard 55 所制定的推薦標準可否直接適用在明顯不同於調查對象的族群，仍然需要進行進一步的現場實測調查。

本研究是要藉由實測研究與統計分析了解住院病患的熱舒適要求條件是否與一般人相同，確定病患對熱舒適的需求條件，找到病患的熱接受範圍、中性溫度與喜好溫度，並與 ASHRAE Standard 55 做比較以檢驗是否適合應用於病房環境。

## 第二節 文獻剖析

建築物居住者的熱舒適研究方式可以分為兩種：(1) 實驗室 (2) 現場調查。第一種方法最早是由 Fanger<sup>(2)</sup> 在 1970 年的時候提出的，其實驗的方法是在實驗室中架設一環境模擬艙以模擬欲檢測的環境。Fanger 是以辦公室的環境為模擬的對象，ASHRAE Standard 55 以及 ISO 7730<sup>(3)</sup> 主要就是根據該方法的結果訂定的。這種方法的優點，在於研究者可以高度控制可影響熱感知的環境因子，而研究者也可以決定參數的相對影響。此外，藉由控制熱環境，研究者可以研究相同的受測者在不同季節的熱舒適狀況，這縮小了使用不同統計樣本所造成的資料誤差。而缺點是特殊環境以及控制所需的儀器設備以及技術人員都是十分昂貴的。而且，因為實驗對象必須要到實驗室進行實驗，對於一些無法到實驗室者（如病人、年老者等），該方法並不適用。

近年來利用環境模擬艙的方式進行的研究包括 Fanger 在 1975 年<sup>(4)</sup> 調查一般大學生的喜好溫度以及 1977 年<sup>(5)</sup> 調查冬泳選手和冷凍儲藏室中的肉類包裝者的喜好溫度；1979 年 Gonzalez<sup>(6)</sup> 在康乃狄克州長達五天的熱浪中調查短時間的熱適應性；1990 年 Chung 和 Tong<sup>(7)</sup> 在香港以 134 位年輕中國人為對象調查氣候適應性；1991 年 De Dear<sup>(8)</sup> 在新加坡對大學生的喜好溫度進行調查；Fountain 在 1993 年<sup>(9)</sup> 對空氣流動跟熱舒適關係的研究以及 1994 年<sup>(10)</sup> 對短期居住行為的熱舒適調查；在 1994 年 Humphreys<sup>(11)</sup> 以馬來西亞人為對象，搭設實驗艙分別模擬馬來西亞以及倫敦的氣候以了解其熱舒適；1995 年 Xu<sup>(12)</sup> 對於高空氣濕度對舒適的主觀感受影響的調查；以及 2001 年徐筱琪<sup>(13)</sup> 針對空調辦公室舒適度的調查等。

第二種方法最常用於決定熱舒適狀況的研究上，實驗的方式是將現場實測與問卷調查結合。以較簡單、較便宜的儀器量測環境的變數，同時配合經過設計的問題了解居住者對於室內環境的反應，問卷調查與現場實測是同時進行的。從問卷中得到的資料，與實測的結果相結合，可以更能了解整個環境狀況對於熱舒適的影響。這個方法的優點在於可以適應不同的工作及居住環境，反應不同受測對象對環境適應性的問題。不受限於實驗室，這種研究方式可以包含不同的建築型式、空調系統或居住者的影響，甚至也適用於一些無法到實驗室的受測對象。



近年來使用現場實測調查的研究包括 1991 年 De Dear<sup>(14)</sup> 調查了新加坡自然通風的居住型大樓以及空調的辦公大樓；Busch<sup>(15)</sup> 在 1992 年對泰國曼谷的辦公室環境進行的調查；1994 年 De Dear 以及 Fountain<sup>(16)</sup> 在澳洲東北部的 Townsville 調查了使用空調的辦公大樓；1998 年 Kwok<sup>(17)</sup> 在夏威夷對中學空調及自然通風教室進行調查；1998 年 Karyono<sup>(18)</sup> 在雅加達對辦公室大樓進行研究；1998 年 Daniel<sup>(19)</sup> 對香港的辦公室環境進行調查；2001 年 Kwok<sup>(20)</sup> 在拉斯維加斯地區針對老人院中年齡高於 65 歲的老人進行的研究；2002 年 Wong<sup>(21)</sup> 在新加坡對中學學校 15 間自然通風教室裡學生和老師的研究；2003 年 Kwok<sup>(22)</sup> 在日本對中學學校的空調以及自然通風教室進行的研究；以及 2004 年黃瑞隆<sup>(23)</sup> 對台灣大學空調以及自然通風教室進行的研究等。

從這些文獻中可以發現其研究的對象主要都是以青壯年族群為主，而調查的環境大多都是辦公室或是教室，但對於不同於這些調查環境以及調查對象的族群—如醫院及住院病患—的調查結果仍然不足，近年來對醫院環境進行研究的文獻只有兩篇。1977 年 Smith<sup>(24)</sup> 對醫院病房區的病人熱舒適度進行調查，以了解病人熱舒適的最佳穩定情形。實驗的對象是針對一般空調外科病房的 209 個病人，男女比例約各佔一半，男性年齡在 12~78 歲之間，女性年齡在 10~79 歲之間。實驗方式採現場實測以及問卷調查同時進行的方式，物理測定的場所是在主要病房區，量測

了乾球溫度、黑球溫度、溼球溫度以及風速，架設的高度分別為 10 公分、80 公分以及 160 公分，大約相當於地板、病床以及病患坐在床上時頭的高度。所得到的溫度在 21.5°C~22°C，相對溼度為 30%~70%，而輻射溫度測得的結果與氣溫差不多。但在此研究中只詢問了病人的 TSV 熱感覺，而並未詢問熱喜好以及熱接受度。對於病人的中性溫度、喜好溫度以及熱接受度範圍也缺乏調查，而是將受訪者分成（1）投寒冷、涼和微涼（2）微暖、暖和炎熱（3）寒冷和涼（4）炎熱和暖四個族群，然後分別作迴歸。此外，所測得的數據也未與 ASHRAE Standard 55 所建議的範圍做比較。

2005 年 Hashiguchi<sup>(25)</sup> 在日本福岡的一間醫院，對病人以及包括護士、護士助理的醫院員工進行熱環境和主觀反應的調查。實驗主要在冬天進行，採用的方式是現場實測與問卷調查同時進行，物理測定的主要場所是在病房、護理站以及走廊，架設的高度為 0.6 公尺以及 1.1 公尺。總共對 36 位病人以及 45 位員工進行問卷調查，研究的結果顯示病房內的平均溫度範圍為 20°C~23°C，有超過七成的病人覺得病房內的環境是舒適的，測得的相對溼度低於 40%，有過低的現象，所以多數的病人以及員工都有皮膚乾燥以及口渴的症狀。但是在本篇研究當中，並未探討病人的中性溫度、喜好溫度和熱接受範圍，對於病人的熱舒適只探討 TSV 熱感覺，沒有詢問熱接受度以及熱喜好，也缺少與 ASHRAE Standard 55

建議的範圍相比較的數據。此外，調查的季節也僅限於冬季，對於其他季節當中病房的熱環境以及病人對熱舒適的反應並未進行全面的調查。

綜觀以上所有的文獻，可以發現其調查對象多針對於青壯年族群，所調查的環境也以辦公大樓、住宅以及教室為主。而在少數對於醫院病房環境進行的調查中，多只針對環境的物理因子進行測定，並未詳細對病人的熱舒適感覺做一完全的探討，缺乏病人熱喜好以及熱接受的資料，也未與 ASHRAE 建議的標準比較，因此便無法了解 ASHRAE 的建議範圍對於病房的適用性。此外，更缺乏全年包括冷、暖季節全面性的數據資料，無法了解在不同季節中住院病患是否會有不同的熱需求。

### 第三節 研究內容與流程

針對研究的目的，確立研究的主要內容如下：

- (1) 比較以物理性環境測定測得的室內氣候、ASHRAE Standard 55 建議的舒適範圍以及病人普遍接受舒適範圍之實際差異，以反應病人對於病房熱環境的舒適感受狀況。
- (2) 統計分析問卷調查結果，比較個人因素如性別、年齡、居住地等的基本資料，以及病房環境特性如照明的滿意度、噪音、空間大小等的滿意度對於病房內熱舒適性的影響差異。
- (3) 由現場實測以及問卷資料找出病房的中性溫度、喜好溫度與熱接受範圍，並比較住院病患所需的熱環境條件是否符合 ASHRAE

Standard 55。

本研究主要是為了檢討 ASHRAE Standard 55 對於病房的適用性，研究流程如圖 1-1。首先對熱舒適的理論、熱舒適的標準、熱舒適的研究方法以及各種不同對象的熱舒適調查進行文獻研究，以建立研究的理論基礎。再以舒適度的理論，配合研究的主要目的，設計實驗進行的方法與流程。現場實測調查是採取使用一對一的方式，問卷調查與物理性環境測量同步進行的。問卷內容是參考 ASHRAE 編號 RP-462 和 RP-921 的研究計劃，並配合本研究的主要目的與內容修改而成。現場測量系統放在手推車上，可以記錄空氣溫度、濕度、風速和黑球溫度，選用的感測器都符合 ASHRAE Standard 55 與 ISO 7726、7730 對熱評估儀器設備的要求，測量高度與病患躺在床上的高度相同。對收集到的病患背景資料以及病房環境滿意度與室內熱環境評估進行卡方檢定，以判別與熱環境無直接相關的因子是否會影響住院病患對熱舒適的判斷。再比較物測資料落在 ASHRAE Standard 55 建議舒適區的比例以及三種熱接受調查滿意度的交叉分析、比對差異，來了解病房內實際的熱環境，以及病患對於病房熱環境的舒適感受和需求。根據物理測定資料求出 ET\* (new effective temperature, 新有效溫度)、PMV (Predicted Mean Vote, 預測平均投票數)、PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied, 預測不滿意度百分比) 並找出住院病患的熱接受度範圍、喜好溫度以及中性溫度，再將其與 ASHRAE

Standard 55 比較異同，以檢視 ASHRAE Standard 55 對於病房的適用性。

依照研究的流程，本論文分成四章，內容如下：

第一章為緒論，先以研究動機與目的說明病房環境舒適對住院病患的重要性，舒適感覺的影響因子，以及住院病患與一般健康者的差異，以了解 ASHRAE Standard 55 在病房適用性上的問題。探討與本研究相關的文獻，以獲得可行的研究方式以及評估方法。在研究內容中確定本研究進行的架構與方向，以及配合研究目的所應該要進行的檢測項目。最後經由研究流程確立實驗進行的程序以及評估方法。

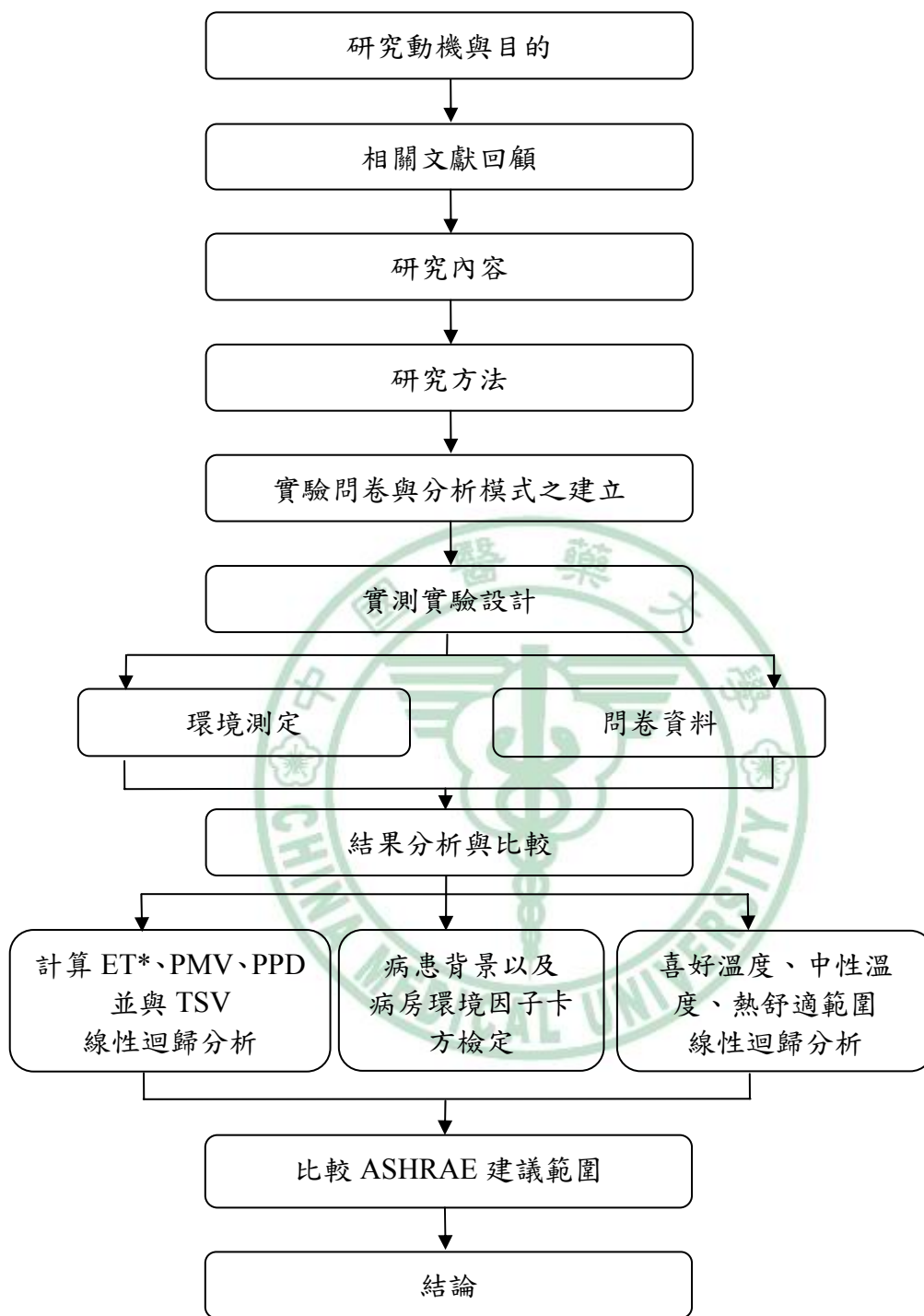
第二章介紹實驗的流程、器具以及對象。詳細說明實驗進行的流程與方式、所使用的儀器以及其選用的標準、架設的方法，介紹問卷的內容以及問題設計的目的，還有選擇實驗對象的原則，並針對所選擇的病房背景作環境的介紹。

第三章至第六章為研究結果與討論，就所獲得的有效樣本作一分類與統計，針對病患的背景資料（如居住地、年齡、住院時間等）以及病房的環境特性（如噪音、照明、醫護人員服務等）滿意度做卡方檢定，以確定環境因子對病患舒適度的影響。觀察物理測定結果落在 ASHRAE 舒適區的比例，以了解病房物理環境的特性。比較三種病人滿意度的調查結果，以了解病人對於病房內的熱舒適需求。計算  $ET^*$  以及找出病人的中性溫度、喜好溫度和熱接受範圍，以各種評估的方式來了解病人對

病房熱環境的滿意程度，並量化病人對於病房內熱環境舒適度的需求標準。再與 ASHRAE Standard 55 所推薦的舒適範圍比較，檢討 ASHRAE 對於病房環境的適用性。

第七章為結論，藉由實際實驗與 ASHRAE Standard 55 互相比對的結果，對日後設計病房空調時所參考的標準作一改善與建議，以期達到最能滿足病房環境熱舒適的需求。





第一章

第二章

第三章、第六章

第七章

圖 1-1 研究流程

## 第二章 研究方法

### 第一節 研究對象

實測場所是在台灣中部一所醫學中心的第三醫療大樓，此為一 21 層樓高的建築，方位為坐南朝北，因此陽光從窗戶內照射進病房的情形較少，對室內溫度的影響也不大。其樓層的分布如下：1~3 樓為門診區，5~6 樓為開刀房，7 樓為產房與育兒室，8 樓為婦產科病房，9~20 樓為內、外科病房以及 21 樓的院長室、副院長室和會議廳。

所使用的空調系統為全水式中央空調，使用各層風管機（FCU）的定風量系統。冰水主機位於地下二樓，共有三台，製造出冰水送至各層獨立機房內的風管機，連接風管至每間病房，病房內可控制溫度、空調開關及風量大小。此種系統適用於設備容量較大、需各層分別控制且對空氣品質要求較高者，同時適用於熱負荷穩定而變化較小的環境，也可避免因某樓層的病毒暴露造成全院性的感染。

本實驗主要於 9~20 樓的內、外科病房中進行，其中 9 樓為胸腔外科病房，10、11 樓為一般外科病房，12 樓為泌尿外科病房，13 樓為骨科病房，14 樓為耳鼻喉科病房，15 樓為神經內科病房，16 樓為一般內科病房，17 樓為肝膽腸胃內科病房，18 樓為腎臟科病房，19 樓為血液腫瘤科病房，20 樓為一般內科病房。其中除 13 樓另設置泌尿科檢查室以及 19 樓另設置門診化療注射室而樓層空間稍有不同，其他樓層的基本配置大致相



同，平面圖如圖 2-1 所示。每層樓有 23 間病房，其中 1~14 號病房為二人病房或單人病房，位於每層樓的南面。而本研究進行實驗訪問的病房為編號 15~23 號，皆為健保四人病房，位於每層樓的北面，病房內的基本配置如圖 2-2 所示。選擇健保四人病房的原因是因為單人病房或雙人病房的受訪者多表示不希望受到打擾，所以研究只針對健保四人病房的住院病患。

研究對象的選擇，並無住院科別或性別的限制，由訪問人員預先視病人狀況篩選，去除了身體明顯不適或睡眠中的病患。之後詢問其本人以及家屬的同意，徵得其同意之後即進行訪問，而且只對十歲以上的受訪者進行訪問，以增加問卷結果的信度。

每一間病房每週最多只進行一次實驗，以免過度打擾病人，也可避免重複進行問卷使得病人不耐煩，而降低信度。每週進行三至四次調查，每次調查時間配合病患作息時間，分成早上及下午兩個時段，早上時段從九點開始至中午吃飯時間為止，下午時段從二點開始至五點晚餐時間為止。

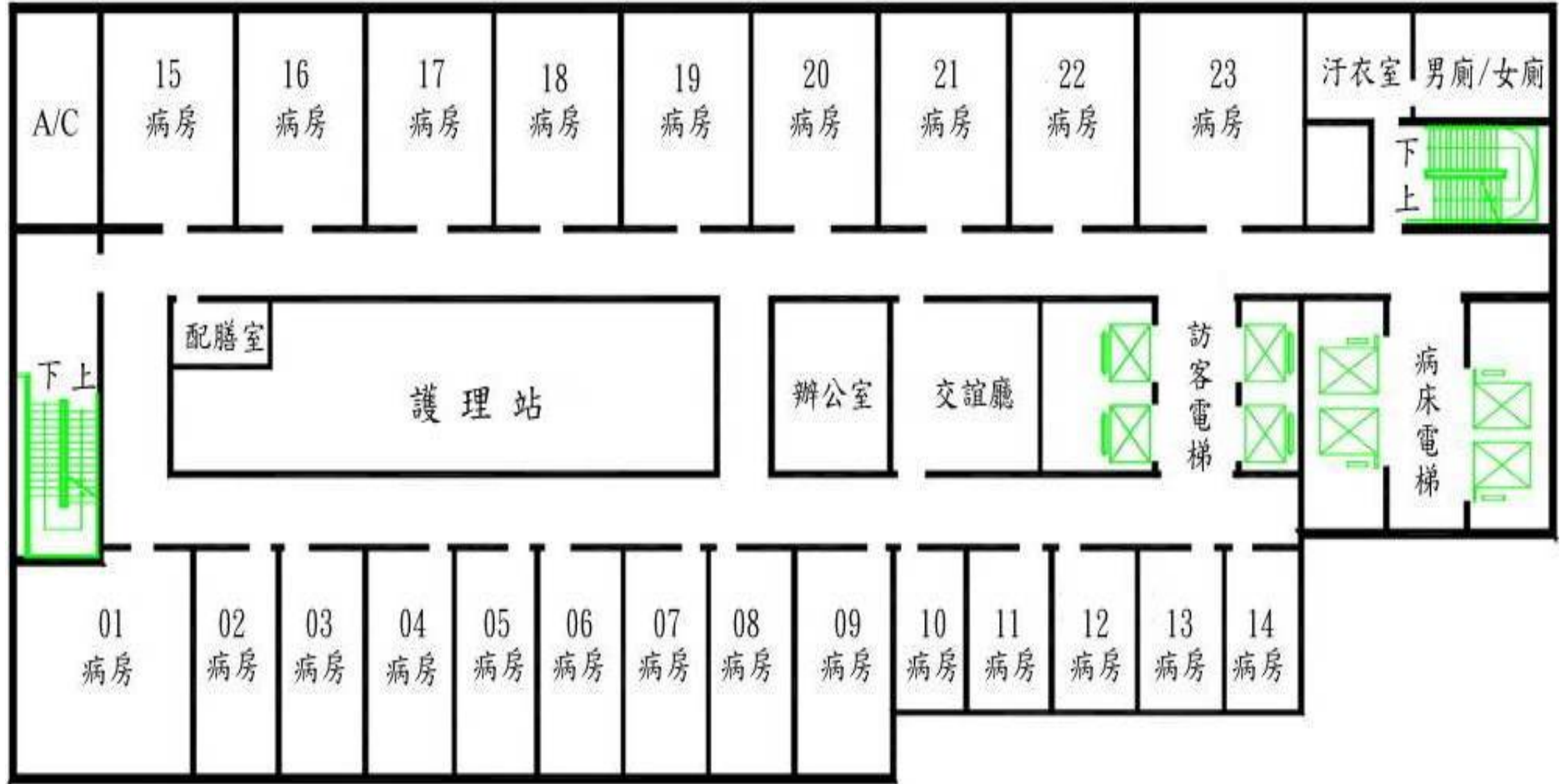


圖 2-1 病房樓層平面圖

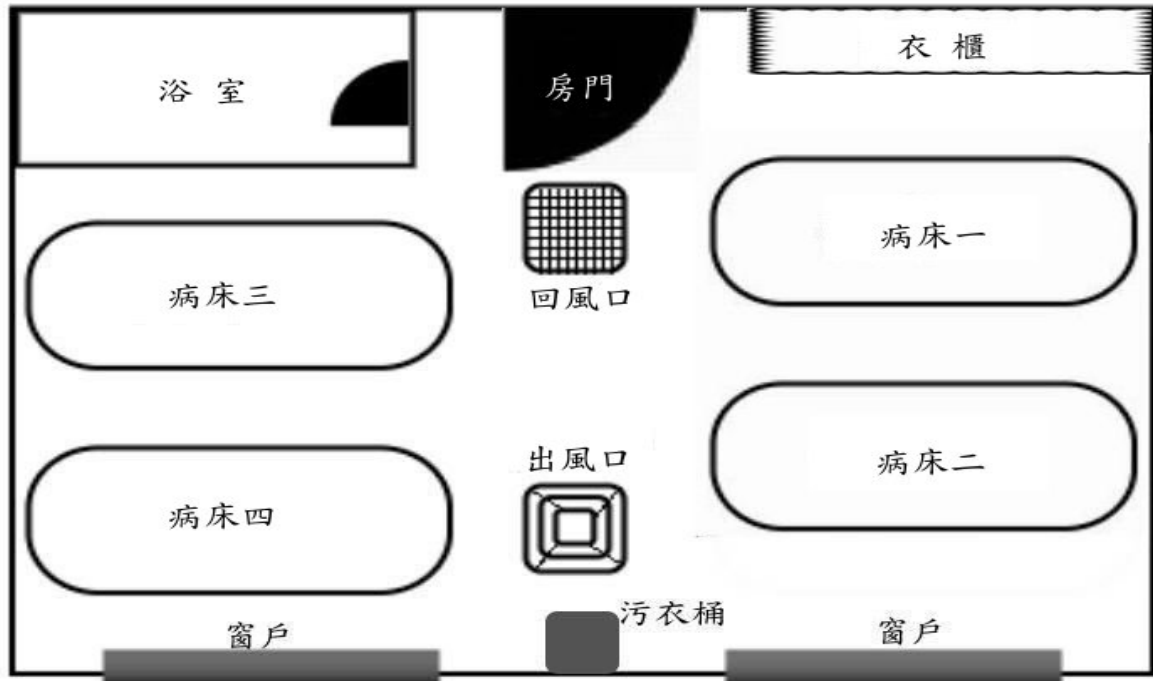


圖 2-2 病房內基本配置平面圖

## 第二節 儀器設備

如前所述，影響熱舒適的熱交換機制被以下六個因子所影響：(1) 乾球溫度 (2) 平均輻射溫度 (3) 相對溼度 (4) 空氣流動 (5) 活動量 (6) 衣著量。其中 (1) ~ (4) 項皆屬於環境因子，必須依靠物理性測定測量其實際範圍，以判定是否達到熱舒適的要求，也可以藉由測量到的環境因子參數計算  $ET^*$ 、 $PMV$  以及  $PPD$ ，以進行進一步的舒適度分析。對於物理性測定的儀器要求，ASHRAE Standard 55 與 ISO Standard 7726 都有詳細的規定，其中對於熱舒適研究中物理測量儀器的規定節錄於表 2-1。

表 2-1 ISO 7726 測量室內環境熱舒適參數所需儀器標準

| 參數         | 測定範圍       | 準確度  | 反應時間<br>(90%) <sup>a</sup> |
|------------|------------|--|----------------------------|
| 空氣溫度       | 10~30°C    | 需求：±0.5°C 理想：±0.2°C<br>準確度在 $ tr-ta  \leq 10^\circ\text{C}$ 時有效                | 必須即時回應 <sup>b</sup>        |
| 平均<br>輻射溫度 | 10~40°C    | 需求：±2°C 理想：±0.2°C<br>這一個準確度以現今儀器難以達到其要求，當無法達到時，以實際精確度為準。                       | 必須即時回應 <sup>b</sup>        |
| 空氣速率       | 0.05~1 m/s | 需求：± $ 0.05 + 0.05Va $ m/s<br>理想：± $ 0.02 + 0.07Va $ m/s<br>無論風向如何，其準確度應該是肯定的。 | 反應時間<br>為十秒 <sup>c</sup>   |
| 濕球溫度       | 無建議        | 無建議  | 無建議                        |
| 黑球溫度       | 無建議        | 無建議  | 無建議                        |

a. 達到 90% 最後數值的時間與階段變化相當於 2.3 次的時間常數。

b. 為間隔不變的測量，反應時間必須表現最小的隨時變動，但是能夠快速的正確測量峰值到峰值間的變化。

c. 對氣流或不穩定的空氣之評估其反應時間需要在 0.2 秒的等級以上，一個平均值的平均週期最少要超過三分鐘。

回顧過去同樣使用現場實測方式的研究調查，現場物理環境因子實測的方式大致上可分為兩種。第一種是量測所有在計算 SET\*、PMV 以及 PPD 時所需的參數，包括黑球溫度、乾球溫度、相對溼度、衣著係數以及代謝量。所有的物理量測與問卷調查同時進行，但只在一個測量高度進行測量。相對溼度可用溼球溫度換算或是用溼度計直接測量，風速必須在 0.1m/s 以上。這種方式可以以測量主要影響舒適度之物理參數的方式，來評估行為調整所帶來的衝擊以及主觀反應的控制。過去使用這種方式量測的研究包括 1992 年 Busch 對泰國的辦公室環境進行調查，量測了乾球溫度、相對溼度、黑球溫度以及風速，所有的感測器與記錄器都裝在一個與標準工具箱類似大小的木盒中，如圖 2-3，放置的高度與桌面高度相同。

1998 年 Kwok 在夏威夷對中學自然通風以及空調教室進行調查，量測的環境因子有乾球溫度、黑球溫度、風速、溼度、二氧化碳濃度以及空氣微粒。所有儀器架設於推車上並與記錄器連接，架設情形如圖 2-4 所示。而因儀器的限制並不允許其採取三個實驗高度，所以選取 1.1 公尺當作反應坐姿受測者熱體驗的最適當高度。考慮到所有學生的座位都位於教室中央且座位相近，所以儀器的測點只選擇一個，也就是教室的中央。其他使用這種方式的研究還有 Wong 在 2002 年對新加坡的中學以電扇調節室內熱環境的教室進行的研究、2003 年 Kwok 對日本中學學校的

研究以及 2005 年 Mui<sup>(26)</sup> 對於亞熱帶地區空調辦公室的中性溫度進行的調查等等。



圖2-3 Busch在泰國所使用之儀器

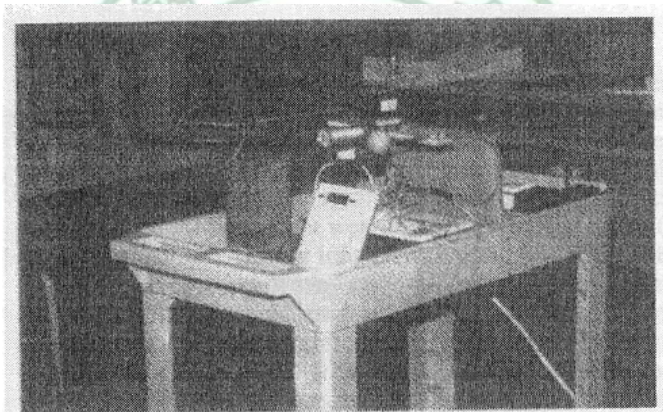


圖2-4 Kwok在夏威夷所使用之儀器

另一種方式不僅量測所有在計算SET\*、PMV以及PPD時所需的參數，而且所有使用的感測器以及實驗過程都完全符合ASHRAE Standard 55以及ISO 7730的規定。在三種高度進行測量，分別是0.1m、0.6m以及1.2m。使用這種方式更有助於詳細檢查環境中的差異所造成的影響。1998年Krzysztof<sup>(27)</sup> 在澳洲的Kalgoorlie-Boulder對22個機械空調的辦公室環境進行研究，三個不同的高度所調查的物理環境因子略有不同，大致包括

空氣溫度、黑球溫度、風速、露點溫度以及相對溼度，所使用的儀器如圖2-5。

2005年Wang<sup>(28)</sup>量測了哈爾濱居住建築的熱舒適，量測的因子包括空氣溫度、相對溼度、不對稱輻射溫度以及風速。空氣溫度以及風速在三個高度量測，分別是0.1m、0.6m以及1.1m；相對溼度於1.1m處量測；不對稱輻射溫度於0.6m處量測，所使用的儀器照片如圖2-6。其他使用這種方式的研究還有De Dear在1998年對香港空調辦公大樓所進行的調查以及Kwok在2001年在拉斯維加斯針對老年人的熱舒適需求所進行的調查等。

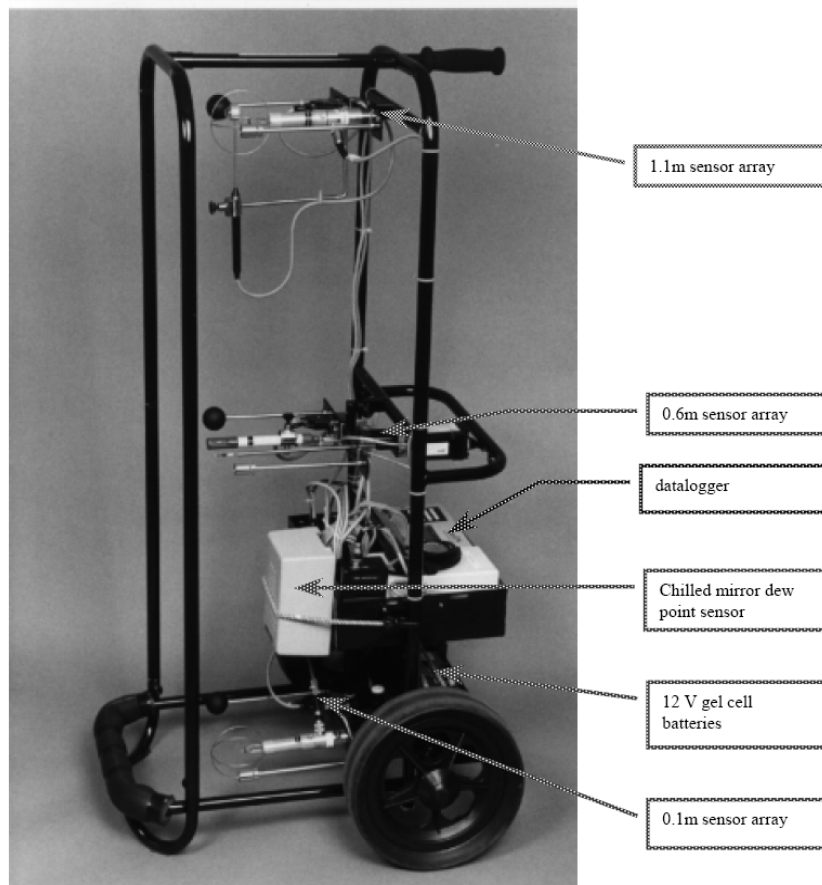


圖2-5 Krzysztof在澳洲所使用之儀器

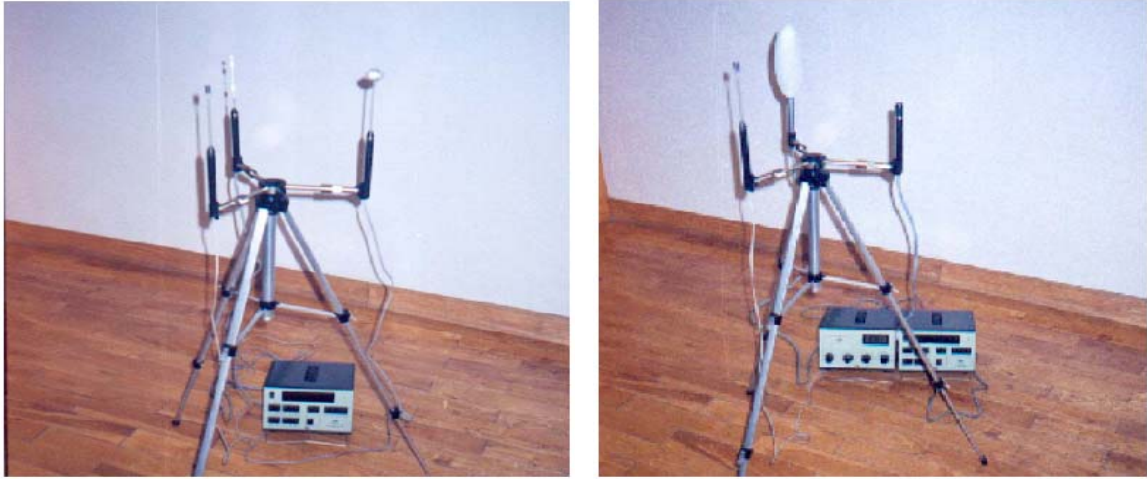


圖2-6 Wang在哈爾濱進行實驗所用儀器

從以上研究可知雖然所測量的環境因子略有差異，可是某些因子如乾球溫度、黑球溫度、相對溼度或濕球溫度以及風速是每個研究中固定量測的參數。本研究參考過去的文獻，也選擇空氣溫度、溼度、風速、輻射溫度以及二氧化碳濃度作為量測的環境因子。

本研究因病患大多都是平躺於床上，很少有其他活動，所以測量高度只採取一個高度，也就是與病患躺在病床上的高度大約相同。現場測量系統基於機動性考量，放置在手推車上，所有的感測器都安裝在推車上，並與推車底部的數據紀錄器組成一套室內氣候採擷系統，如圖2-7所示。它可以記錄空氣溫度、溼度、風速、輻射溫度以及二氧化碳濃度等病房內的室內氣候參數，平均輻射溫度是由黑球溫度換算而得的，其換算公式如下：

$$\bar{t}_r = \left[ (t_g + 273)^4 + 2.5 \times 10^8 \times v_a^{0.6} (t_g - t_a) \right]^{\frac{1}{4}} - 273 \quad (2-1)$$

$\bar{t}_r$ ：平均輻射溫度     $t_g$ ：黑球溫度     $v_a$ ：風速     $t_a$ ：乾球溫度



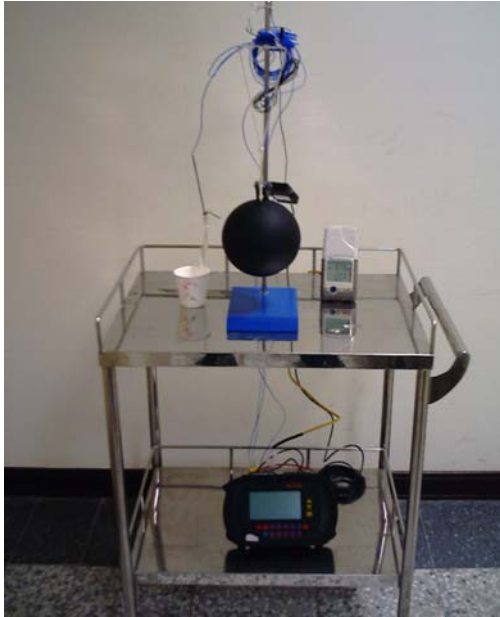


圖 2-7 現場測量用之室內氣候採擷系統

選用的感測器都符合 ASHRAE Standard 55 與 ISO Standards 7730 對熱評估儀器設備的要求。受訪者無法從這套系統得知室內熱環境狀況，以免影響其主觀感覺。儀器所擺設的位置緊鄰病床邊，量測病房背景值時則將儀器推車推至病房中央。

本研究中所使用的溫度計類型為 K-type 熱偶型溫度計，量測範圍  $0^{\circ}\text{C}$  ~  $500^{\circ}\text{C}$ ，準確度在  $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$  之間，用以量測乾球溫度、黑球溫度以及濕球溫度。黑球的直徑為 15 公分，溫度計從用以密封開口的橡膠塞開孔中插入至球心以量測黑球溫度，黑球溫度可用以換算成平均輻射溫度。量測濕球溫度時，以濕紗布包覆溫度計前端，紗布末端浸入水中以保持可因毛細現象而維持濕潤，並注意不能使水直接接觸溫度計，所量測到的濕球溫度可以用來換算成相對濕度。用來量測風速的風速計為定風向微風速計，量測範圍為  $0\sim 2.5\text{m/s}$ ，測量時必須對準氣流方向才能量測到準確

的結果。用來量測二氧化碳的監測器為可以量測溫度、濕度以及二氧化碳濃度複合型直讀式感測計，但在本研究中僅用於量測二氧化碳濃度，其量測範圍為 0~9999 ppm。所有的感測器都與記錄器連接以即時記錄實驗數據，數據每分鐘登錄一次，其值為一分鐘內每秒數據的平均值。

本研究在評估病房內熱環境舒適度時，使用 ET\*、PMV (Predicted Mean Vote，預測平均投票數) 以及 PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied，預測不滿意度百分比) 作為評估的指標。

熱環境指標 (thermal environment index) 即是用以評估人體在不同溫度下配合其他環境因素的冷熱感覺或生理反應。將數個影響冷熱感覺或生理反應的參數綜合於一變數，此變數即為指標。早期 Houghten 與 Yaglou<sup>(29)</sup> 曾提出一純經驗的有效溫度 (effective temperature, ET) 指標，考慮溫度、濕度與風速等的綜合效應。Gagge et al.<sup>(30)</sup> 則提出一新的有效溫度指標 ET\*，其定義為：當環境相對濕度為 50% 時，與真實環境中具相同皮膚散熱的溫度。ASHRAE 所建議的舒適區 (comfort zone) 即以 ET\* 配合相對濕度與絕對濕度而定義。雖然 ET\* 與舒適區的應用相當廣泛，可用以反映在一般辦公室或居家環境中的冷熱舒適度，但其適用範圍仍受限於人體的活動量、衣著量、風速與輻射熱效應。其計算公式如下：

$$(T_o - ET^*) + (w h_e' / h') (P_a - 0.5 P_{SET^*}) = 0 \quad (2-2)$$

$$\text{其中 } w = E_{sk}/E_{max} = [H_{sk} - h' (T_{sk} - T_o)] / [h_e' (P_{ssk} - P_{sdp})] \quad (2-3)$$

$T_o$ ：操作溫度  $w$ ：發汗率  $h_e'$ ：蒸發熱傳係數  $h'$ ：熱傳係數

$P_{sET*}$ ：50%RH的飽和蒸氣壓  $H_{sk}$ ：表面熱量  $T_{sk}$ ：表面溫度

$P_{ssk}$ ：皮膚之飽和蒸氣壓  $P_{sdp}$ ：露點溫度的飽和蒸氣壓

在 PMV 以及 PPD 的部份，根據 ISO 7730 的定義，熱環境的舒適為「當人的下意識對所處的熱環境表示滿意時的狀況」。人體對熱環境感到滿意的基本條件，是人體與環境維持熱平衡。而人體與環境的熱平衡，受到人體的活動量 (activity) 和衣著量 (clothing)，以及環境的參數包括溫度、平均輻射溫度 (mean radiation temperature, MRT)、風速和濕度的影響。若能測得室內環境中的各項參數，則可根據 ISO 7730 計算出用來表示室內熱環境舒適度的 PMV 與 PPD 指標，其關係如圖 2-8。

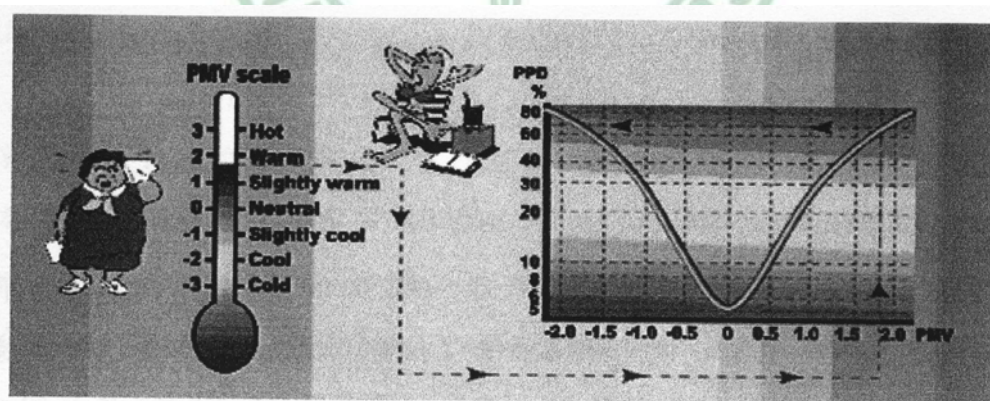


圖 2-8 PMV、PPD 與熱感尺度之關係示意圖

PMV 是建立在人體保持熱平衡的條件下，當人體保持熱平衡時，體內的新陳代謝熱會與人體的散熱量保持平衡。在一般熱環境中，人體主要是靠皮膚以及呼吸來調整體內溫度，以保持熱平衡。根據 Fanger 在 1972

年對 1300 個受測者的實驗結果，所得的 PMV 計算公式如下：

$$\begin{aligned}
 \text{PMV} = & (0.303e^{-0.036M} + 0.028) \times \{ (M - W) - 3.05 \times 10^{-3} \\
 & \times [5733 - 6.99 \times (M - W) - P_a] - 0.42[(M - W) - 58.15] \\
 & + 1.7 \times 10^{-5}M(5867 - P_a) - 0.0014M \times (34 - t_a) - 3.96 \times 10^{-8}f_{cl} \\
 & \times [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] + f_{cl}h_c(t_{cl} \pm t_a) \} \quad (2-4)
 \end{aligned}$$

其中

$$\begin{aligned}
 t_{cl} = & 35.7 - 0.028 \times (M - W) - I_{cl} \times \{3.96 \times 10^{-8}f_{cl} \\
 & \times [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] + f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a) \} \quad (2-5)
 \end{aligned}$$

$$h_c = 2.38 \times (t_{cl} - t_a)^{0.25} \text{ or } h_c = 12.1v^{0.5} \quad (2-6)$$

$$f_{cl} = 1.00 + 1.29I_{cl} \text{ for } I_{cl} < 0 \leq 0.78 \text{ m}^2\text{kW}^{-1} \quad (2-7)$$

$$\text{or } f_{cl} = 1.05 + 0.645I_{cl} \text{ for } I_{cl} > 0.78 \text{ m}^2\text{kW}^{-1} \quad (2-8)$$

ISO 7730 亦建議公式 (1) 的適用範圍如下：

$$-2 < \text{PMV} < 2$$

$$M = 46 \text{ W/m}^2 \text{ to } 232 \text{ W/m}^2 \text{ (0.8 met to 4 met)}$$

$$I_{cl} = 0 \text{ m}^\circ\text{C/W to } 0.310 \text{ m}^\circ\text{C/W} \text{ (0 clo to 2 clo)}$$

$$T_a = 10^\circ\text{C to } 30^\circ\text{C}$$

$$T_r = 10^\circ\text{C to } 40^\circ\text{C}$$

$$V_{ar} = 0 \text{ m/s to } 1 \text{ m/s}$$

$$P_a = 0 \text{ pa to } 2700 \text{ pa}$$

RH=30% to 70%

PMV 指標是預測群體的平均反應，但是每個人的感覺雖然在平均值附近，卻不一定相同。所以有需要去了解有多少人對環境感到不滿意。PPD 指標就是一種用來量化七種熱感指標（-3=寒冷、-2=涼爽、-1=微涼、0=剛好、1=微暖、2=溫暖、3=炎熱）下，對熱環境感到不滿意人數的指標，以實驗調查所得到的平均舒適度不滿意百分比值 PPD 可用來預測感覺太熱或太冷的人數。PMV 與 PPD 之間的關係如下：

$$PPD = 100.0 - 95e^{-n} \quad (2-9)$$

$$n = 0.035353PMV^4 + 0.2179PMV^2 \quad (2-10)$$

ISO 7730 所推薦的熱舒適範圍為  $-0.5 < PPD < 0.5$ ，也就是讓 90% 以上的室內居住者對其所處的熱環境感到滿意。當數值等於 0 時，代表絕大多數的人都會感到滿意。

計算新有效溫度 (ET\*)、預測平均投票數 (PMV) 和預測不滿意度百分比 (PPD) 等熱舒適指標所需的受訪者的新陳代謝率則採用相當於斜躺著或靜靜坐著時的 0.8met。

### 第三節 問卷內容

問卷內容是參考 ASHRAE 編號 RP-462<sup>(31)</sup> 和 RP-921 的研究計劃修改而成的，分成四個主要部份。第一部份是詢問有關年齡、性別、居住地以及住院多久等基本資料，如表 2-2。本部分是用於調查病人的背景環境

對其熱舒適的感覺之影響，檢討身體狀況、性別以及年齡是否會影響其對熱舒適的要求。而且由原先居住在鄉村或都市、南部或北部這樣不同的生活環境搬入病房時，會不會因為已習慣原有的熱環境，而有不同的熱感覺。

表 2-2 病患基本資料問卷

|            |            |   |   |   |
|------------|------------|---|---|---|
| 測試日期：_____ | 測試時間：_____ |   | 門 |   |
| 病房號碼：_____ | 測試床位：_____ | 1 |   | 3 |
| 對象性別：_____ | 對象年齡：_____ |   |   |   |
| 居住地點：_____ | 住院多久：_____ | 2 |   | 4 |
|            |            |   |   |   |

第二部份是請病人對所處的病房進行包括熱感覺、熱喜好和熱接受度的熱環境評估，如表 2-3。熱感覺是採用 ASHRAE 傳統七個等級式的熱感尺度，分別表示冷至熱區間感受程度，其定義範圍為：「冷=-3、涼=-2、有點涼=-1、剛好=0、有點暖=1、暖=2、熱=3」，藉由這七個等級的選擇以了解病人的熱感覺。在這個問題中最多人選擇「-1，0，1」的溫度，就是病患的中性溫度。中性溫度是人體不感覺冷也不感覺熱的溫度，也是人體感覺最舒適的溫度。熱喜好是問：「我希望現在的熱環境：調涼爽點、不用調整、調暖和點」，經由這個問題可以了解受訪者在對熱環境可以選擇的前提下，其主動的偏好。這個問題的結果可以用迴歸的方式找出病患喜好的溫度。熱接受度則直接詢問是否能接受現在的熱溫度，以了解病人在不能改變熱環境的狀態下，其被動的接受度，也可以

從問題的結果找出病患的熱接受範圍。從以上三個問題更可以比較出病人對病房環境的接受度差異。對於室內的空氣流動、濕度、空氣品質以及舒適度，則分別由非常舒適至非常不舒適七等級區間感受而定，以了解病患對於病房內其他物理環境因子的舒適感受。空調偏好則是詢問病患希望空調弱一點、不改變、強一點。

表 2-3 病房內熱舒適方面資料問卷

|                             |    |       |      |       |       |    |
|-----------------------------|----|-------|------|-------|-------|----|
| <b>問題一：現在覺得病房內的溫度如何？</b>    |    |       |      |       |       |    |
| 寒冷                          | 涼爽 | 微涼    | 適中   | 微溫    | 溫暖    | 炎熱 |
|                             |    |       |      |       |       |    |
| <b>問題二：你覺得現在空氣的流動情況如何？</b>  |    |       |      |       |       |    |
| 極悶                          | 太悶 | 微悶    | 適中   | 微風    | 有風    | 強風 |
|                             |    |       |      |       |       |    |
| <b>問題三：你希望</b>              |    |       |      |       |       |    |
| 空調弱一點                       |    | 不用改變  |      |       | 空調強一點 |    |
|                             |    |       |      |       |       |    |
| <b>問題四：你覺得現在空氣中的溼度如何？</b>   |    |       |      |       |       |    |
| 極乾                          | 太乾 | 微乾    | 適中   | 微濕    | 太濕    | 極濕 |
|                             |    |       |      |       |       |    |
| <b>問題五：你覺得現在房間內的空氣品質如何？</b> |    |       |      |       |       |    |
| 極好                          | 很好 | 好     | 適中   | 差     | 很差    | 極差 |
|                             |    |       |      |       |       |    |
| <b>問題六：你現在覺得舒服嗎？</b>        |    |       |      |       |       |    |
| 極冷                          | 太冷 | 涼爽且舒適 | 舒適   | 溫暖且舒適 | 太暖    | 極熱 |
|                             |    |       |      |       |       |    |
| <b>問題七：你希望</b>              |    |       |      |       |       |    |
| 冷一點                         |    | 不用改變  |      |       | 熱一點   |    |
|                             |    |       |      |       |       |    |
| <b>問題八：你覺得現在溫度的接受度如何？</b>   |    |       |      |       |       |    |
| 可接受                         |    |       | 不可接受 |       |       |    |
|                             |    |       |      |       |       |    |

第三部份則詢問病人對病房內的特性（如噪音、照明、空間大小、空氣品質、病床舒適性、醫護人員的滿意度等）給於從極滿意到極不滿意的七個等級的評分，如表 2-4。這個部份的結果，主要是用於調查病人對病房環境的滿意度是否會影響其對熱舒適的感覺，也可以避免受訪者將其對病房內環境特性的不滿，轉移到對熱環境的評估上。問卷最後則是病人的健康狀況與衣服穿著狀況的調查，如表 2-5。藉此可了解健康程度對病人熱感覺的影響，以及檢查身體較虛弱的病患與一般人是否會有不一樣的熱感覺。而依照病患的穿著情形可以計算衣著係數 (clo)，並了解衣著量與熱感覺的相互關係。

表 2-4 病房內環境特性滿意度方面資料問卷

|  |               |
|--|---------------|
| <b>問題八：請對下列病房內的環境特性，依您個人的感覺圈選合適的數值。</b>            |               |
| <b>(7 很滿意 6 滿意 5 稍滿意 4 中等 3 稍不滿意 2 不滿意 1 很不滿意)</b> |               |
| (1) 噪音方面.....                                      | 1 2 3 4 5 6 7 |
| (2) 照明方面.....                                      | 1 2 3 4 5 6 7 |
| (3) 室內空氣品質方面.....                                  | 1 2 3 4 5 6 7 |
| (4) 空間大小方面.....                                    | 1 2 3 4 5 6 7 |
| (5) 病床舒適方面.....                                    | 1 2 3 4 5 6 7 |
| (6) 醫護人員的服務態度方面.....                               | 1 2 3 4 5 6 7 |

表 2-5 穿衣量及身體狀況方面資料問卷

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>問題九：請填寫您目前的穿衣情況。</b>  |                          |                          |                          |
| 褲子：_____                 |                          |                          |                          |
| 衣服：_____                 |                          |                          |                          |
| 鞋襪：_____                 |                          |                          |                          |
| <b>問題十：請依您的健康狀況勾選</b>    |                          |                          |                          |
| 健康                       | 稍虛弱                      | 虛弱                       | 很虛弱                      |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



#### 第四節 實驗步驟

本研究的實測方式採取現場測量與問卷調查同步進行的方式，以了解病人對於病房內熱舒適的要求。實驗進行方式如圖 2-9。在每一間病房都進行客觀的物理測量以及主觀的問卷調查，以一對一的方式同步進行。所有儀器均事先架設於推車上。由過去的問卷紀錄選擇欲訪問的樓層，以每一間病房每週最多只進行一次實驗、每層樓訪問機率均等為原則，以避免過度打擾病人。

到達訪問現場後，先由工作人員依受測者條件篩選受測者，排除睡眠中或身體不適的病患，同時也不訪問十歲以下的病患，以提高問卷的信度。再從篩選過後的病患中，找尋自願的參與者。先簡略概述來意、實驗進行流程及注意事項，徵得其同意之後，將儀器推至病床邊，啟動儀器記錄病床周圍環境數據，同時由研究人員口述問卷內容，再依其回答紀錄。訪問過程約三至五分鐘，問卷結束後，同時結束儀器記錄，並找尋下一個自願參與者。結束整間病房訪問後，再將儀器推至病房中央，以記錄病房背景環境數據以及病房內空調設定之風速大小。



(a) 冬天



(b) 夏天

圖 2-9 實測調查的進行方式及住院病患的穿著狀況

## 第五節 分析方法

在問卷中，與熱舒適無直接相關的因子有受訪者基本資料包括性別、居住地、年齡、住院時間等四個因子，以及病房特性包括照明、噪音、室內空氣品質、空間大小、病床舒適度和醫護人員服務態度的滿意度，最後還有病人的健康程度。本研究以卡方檢定探討這些與熱舒適無直接相關的因子是否為影響受訪者對病房內熱環境評估的因子。而在本研究中熱感覺部份的問卷資料結果，可以用機率迴歸分析找到最多受訪者投熱中性的溫度 (-1, 0, 1)，也就是中性溫度。而熱喜好部份的問卷資料結果可以用同樣的機率迴歸分析，找到喜好溫度。以下就卡方獨立性檢定以及機率迴歸分析作一介紹。

(a) 卡方獨立性檢定：

卡方獨立性檢定是統計研究人員想要檢定兩個屬性間是否獨立的統計法，通常是將資料列示為列聯表的形式，因此也稱為列聯表檢定。列聯表的形式通常是將一個屬性排成橫列，另一個屬性排成縱行。

在做獨立性檢定時，我們設立的虛無假設 ( $H_0$ ) 通常是母體元素的兩個屬性是獨立無關的，對立假設是母體元素的兩個屬性是有關而非獨立的。而對於這兩個屬性的獨立性，可以利用統計量來檢定。 $\chi^2$  檢定統計量為：

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - \hat{E}_{ij})^2}{\hat{E}_{ij}} \quad (2-11)$$

其中  $\hat{E}_{ij} = (\text{i 列總和} \times \text{j 行總和}) \div \text{樣本數}$

$r$ ：列聯表中橫列的個數       $c$ ：縱行的個數

$O_{ij}$ ：樣本觀察次數       $\hat{E}_{ij}$ ：估計的理論次數

上式的自由度決定於  $r \times c$  的觀察個數，但每一橫列或每一縱行的最後一筆資料因受限於橫列或縱行的總和次數，故無法自由決定，因此失去了  $r+c-1$  的自由度，所以自由度為  $(r-1)(c-1) = rc - r - c + 1$ 。

若  $O_{ij}$  與  $\hat{E}_{ij}$  的差異較大時， $\chi^2$  會較大，則不接受  $H_0$ ；反之若  $O_{ij}$  與  $\hat{E}_{ij}$  的差異不大時， $\chi^2$  會較小，則接受  $H_0$ 。決策法則在選定的顯著水準  $\alpha$  下為：

(1) 若  $\chi^2 > \chi^2_{(r-1)(c-1), \alpha}$ ，則拒絕  $H_0$ 。

(2) 若  $\chi^2 < \chi^2_{(r-1)(c-1), \alpha}$ ，則接受  $H_0$ 。

## (b) 機率迴歸分析

連續的隨機變數大多會集中於平均數的附近，在這些數值中特大的數值與特小的極端數值不多，而且會對稱的分散於平均數的兩側。也就是說其次數分配曲線像一個鐘形，而且其數值大部分集中於三個標準差範圍內 ( $p(u-3\sigma < x < u+3\sigma) = 0.9974$ )。此種隨機變數稱為常態隨機變數，其分配稱為常態分配。

$$\text{平均數： } E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}} dx = u \quad (2-12)$$

$$\text{變異數： } V(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x-u)^2 \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}} dx = \sigma^2 \quad (2-13)$$

$u$ ：平均數       $\sigma$ ：標準差

將隨機變數減去其平均數後，再除以標準差的過程，稱之為標準化，所得的結果稱為標準化變數 ( $z$  值)。

$$Z = \frac{x-u}{\sigma} \quad (2-14)$$

機率迴歸分析是將研究變數根據相關理論建立依變數為自變數的函數，然後利用所獲得的樣本估計參數的方法。其主要目的是想要了解變數間的關係，並協助決策的進行。兩者直線關係表示為：

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \quad i=1, \dots, n \quad (2-15)$$

上式稱為迴歸模型，是一個機率模型， $Y_i$  為一隨機變數。在  $X=X_i$  情況下， $Y_i$  值不確定。當其根據累積標準常態分配出現時，稱之為 probit

模式，也就是機率迴歸模式。而在  $X=X_i$  條件下，也就是  $X$  為固定變數時，每一組殘差項為常態分配且平均數為 0，亦即  $E(\varepsilon_i) = 0$ ，因此可得  $E(Y_i) = E(\alpha + \beta X_i + \varepsilon_i) = \alpha + \beta X_i$ 。所以在  $X=X_i$  條件下， $Y_i$  隨機變數的平均數為  $\alpha + \beta X_i$ 。



## 第三章 問卷與物理測定結果彙整

### 第一節 受訪者基本特性統計

在 2005 年的元月到六月共蒐集到 933 組有效樣本資料，其中冬天（一到三月）442 組（47%），夏天（四到六月）491 組（53%）。本研究中冬天與夏天的定義與一般認知上的季節劃分並不相同，冬天意指不需提供冷氣便可達舒適環境條件之季節，夏天則為需要提供冷氣方可達到熱舒適環境條件的季節。冬季與夏季受訪者人數略有不同，是因為冬季期間有農曆新年，因此冬季的人數會略少於夏季。此情形由圖 3-1 的受訪者人數與月份的分佈以及圖 3-2 的受訪者人數與星期的分佈中更容易了解，一月底過年前人數開始減少，三月之後才開始增加。四月的受訪者人數亦較少，是因為四月前半部份天氣陰雨潮溼，仍屬較濕冷的季節，所以病房內病患多選擇不開啟空調，就定義上仍不屬於夏季，因此到四月後半部分才開始進行屬於夏季部分的研究。

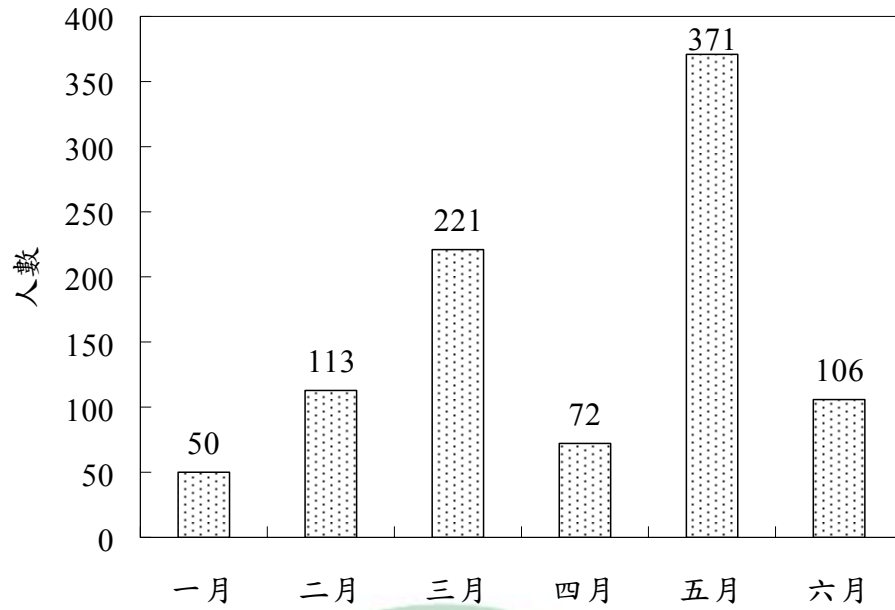


圖 3-1 受訪者人數與月份分佈

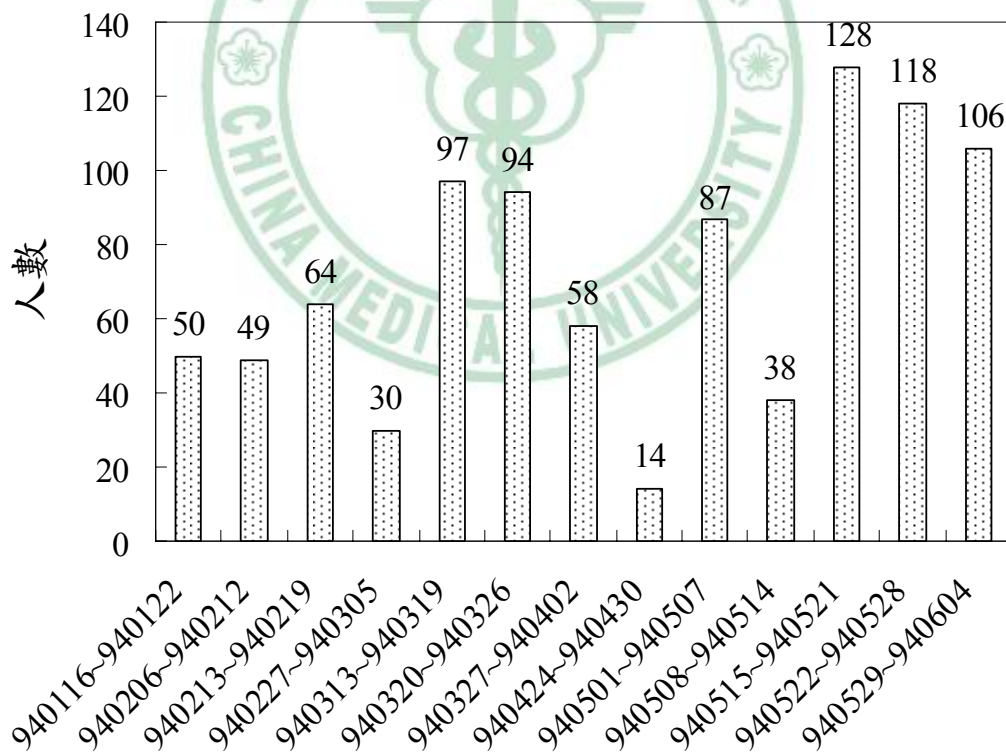


圖 3-2 受訪者人數與星期分佈

受訪者的病房樓層及床位分佈如圖 3-3、3-4。其中 9~14 樓的受訪者人數較多，是因為這些樓層多屬於外科病房，外科手術後病患身體狀況較虛弱，不方便到處走動，多留在病房內恢復休息，所以受訪的機會較高。而且外科病患住院期間較短而流動率較高，所以雖然在同一樓層訪問，也不至於會有重複訪問而打擾病人的情形，可以有較多的訪問人次。而 15 樓以上多屬內科病房，其住院病患雖然需要長期治療，但不至於需要長期臥床休息，所以病患到處走動的機率較高。且因內科病患需要長期的治療，所以流動率較低，必須顧慮到是否會有重複訪問的問題產生。在受訪者病床的分佈上面，每個病床的訪問次數幾乎相等，以便了解病房內每個床位病患的熱感覺是否會因床位不同而有所差異。

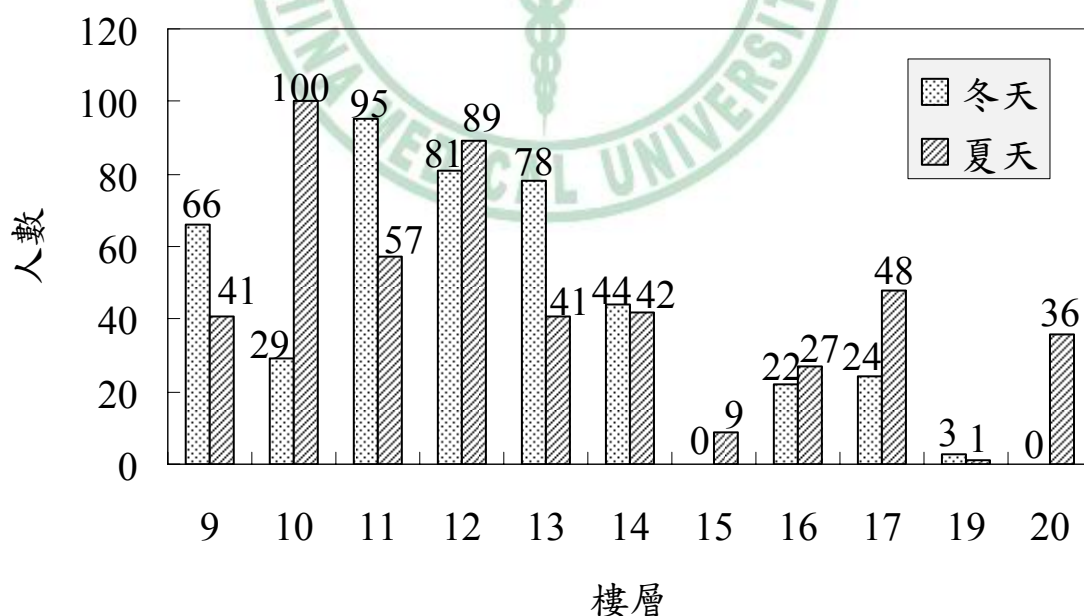


圖 3-3 受訪者樓層分佈



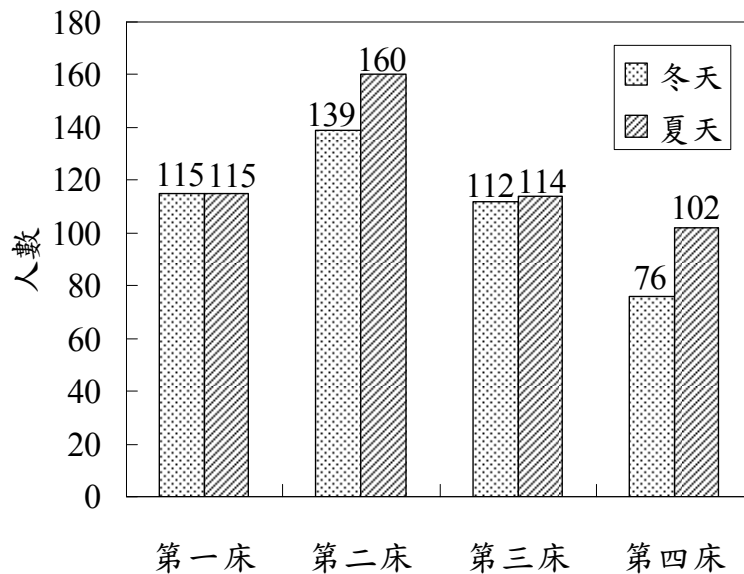


圖 3-4 受訪者病床分佈

受訪者性別分佈如圖 3-5，男性為 488 人 (52%)，女性為 445 人 (48%)。主要受訪對象為住院病患，年齡為 10~90 歲，受訪者年齡的分佈如圖 3-6。冬天受訪者的平均年齡為 58 歲，夏天則為 56 歲。其中 50~90 歲以上者佔 62%，顯示其主要為中高齡族群，其年齡層比以大學生為研究對象所訂定的 ASHRAE Standard 55 明顯較高，這也是本研究有別於其他針對辦公室、教室或住宅為對象之研究的特色之一。在年齡的分布上，冬季與夏季亦略有不同，冬季的年齡分布較為偏高，平均分布於 50 歲~90 歲，甚至有超過 90 歲的受訪者；而夏季多集中於 40 歲~80 歲，80 歲以上的受訪者只有 4 人。

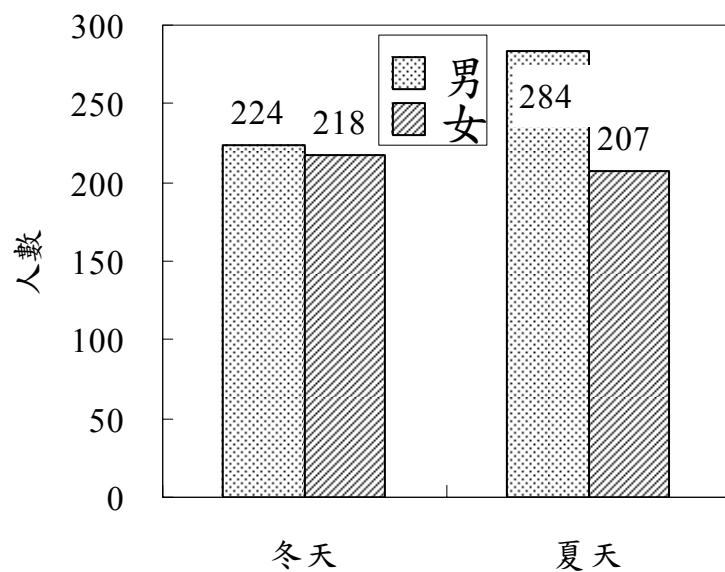


圖 3-5 受訪者性別分佈

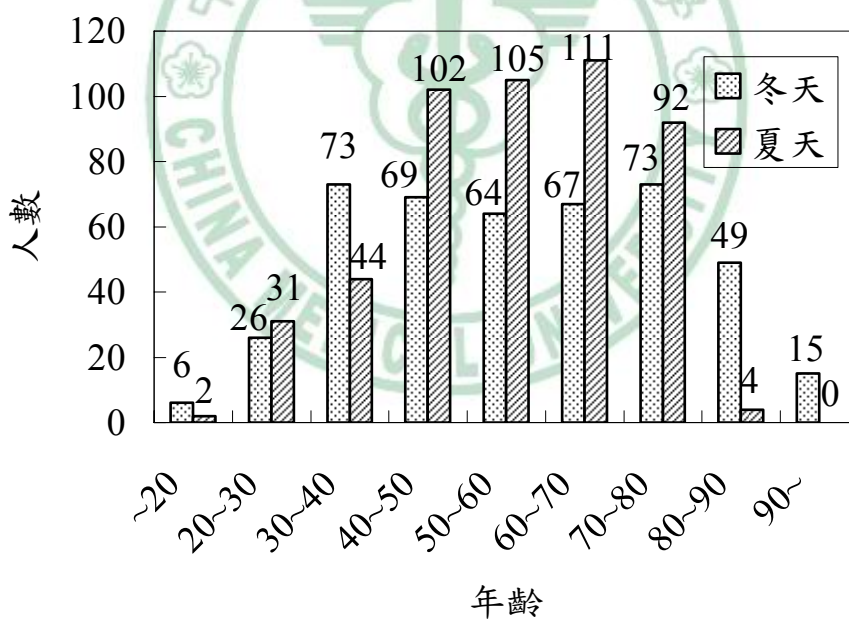


圖 3-6 受訪者年齡分佈

圖 3-7 顯示病人的居住地。多數病患來自台中、彰化、南投、雲林等中部縣市 (821)，其次為嘉義、台南、高雄、屏東。

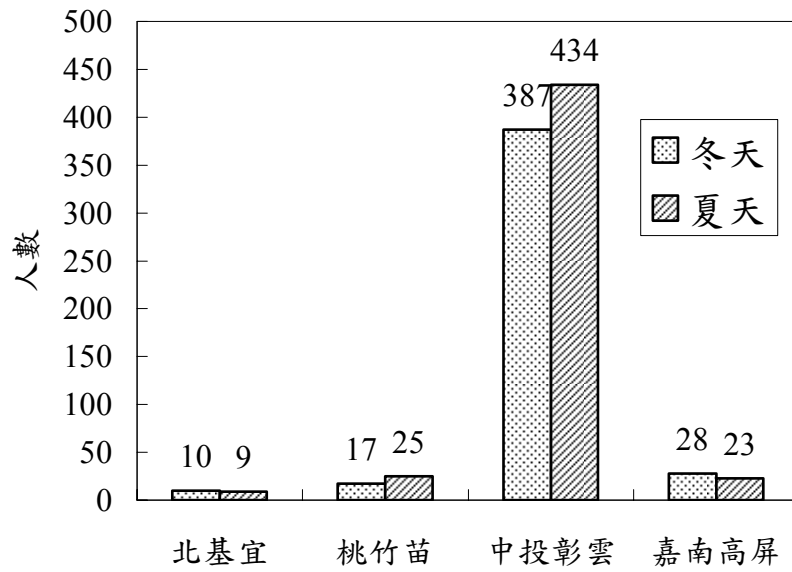


圖 3-7 受訪者居住地分佈

而在住院天數方面，冬、夏兩個季節的受訪者住院天數多集中於 14 天以內，很少有住院超過半個月的長期病患，其分佈如圖 3-8。

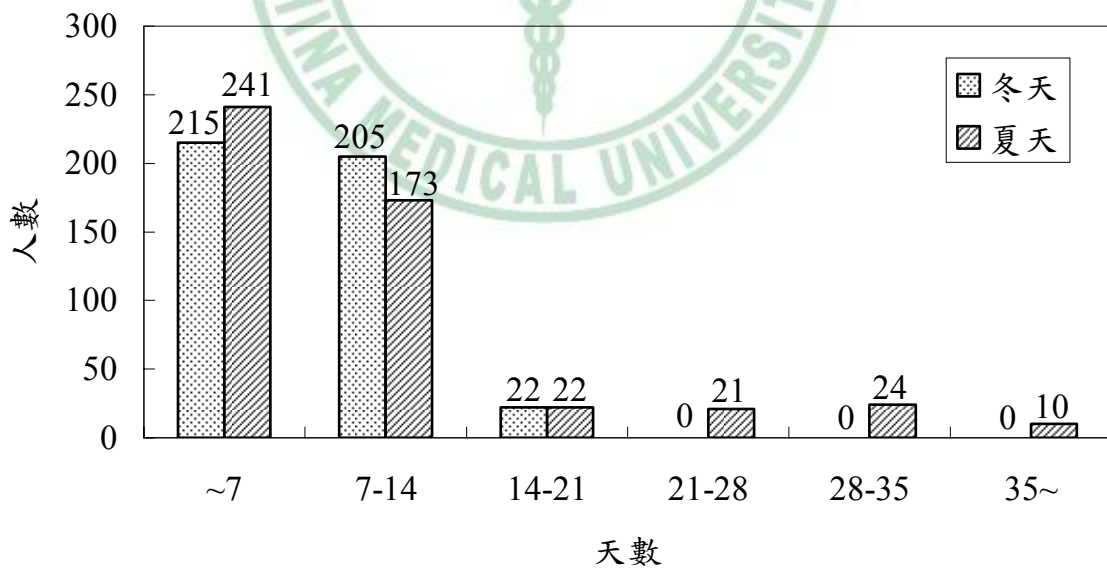


圖 3-8 受訪者住院天數分佈

如圖 3-9 所示，在冬天有超過四成以上的人認為自己的身體狀況較平常為虛弱，而在夏天則超過五成。雖然也有受訪者認為自己的身體狀況為健康，但一般認為醫生尚未許可出院者，其身體狀況相較於一般在辦公室、教室或住宅的居住者而言是較為虛弱的。

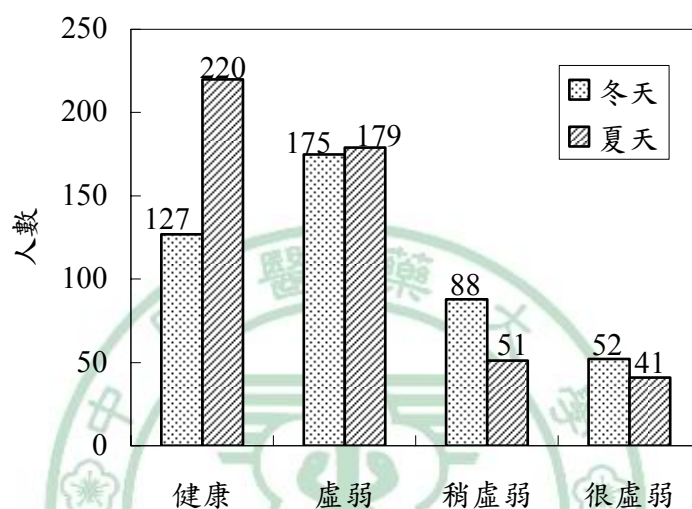


圖 3-9 受訪者健康程度分佈

## 第二節 受訪者反應特性統計

病人的熱感覺投票分佈如圖 3-10，多數集中於剛好，顯示病患多可以接受病房內的環境。

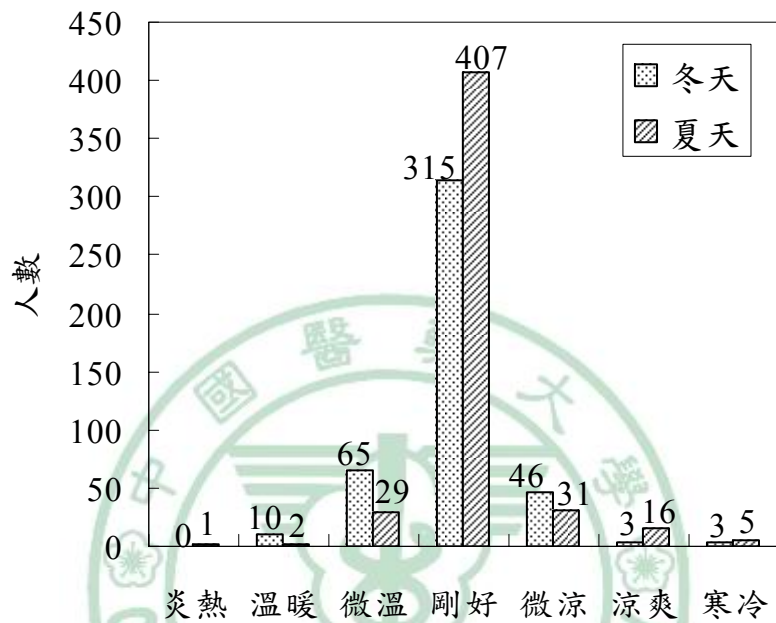


圖 3-10 受訪者熱感覺投票分佈

表 3-1 受訪者熱感覺投票分佈

| 日期            | 熱感覺 |    |    |     |    |    |    |
|---------------|-----|----|----|-----|----|----|----|
|               | 寒冷  | 涼爽 | 微涼 | 剛好  | 微暖 | 溫暖 | 炎熱 |
| 940116~940122 | 0   | 1  | 5  | 35  | 7  | 1  | 1  |
| 940206~940212 | 0   | 1  | 6  | 35  | 5  | 1  | 1  |
| 940213~940219 | 0   | 3  | 14 | 43  | 4  | 0  | 0  |
| 940227~940305 | 0   | 0  | 2  | 23  | 5  | 0  | 0  |
| 940313~940319 | 0   | 3  | 20 | 69  | 5  | 0  | 0  |
| 940320~940326 | 0   | 2  | 10 | 67  | 13 | 1  | 1  |
| 940327~940402 | 0   | 0  | 8  | 43  | 7  | 0  | 0  |
| 940424~940430 | 1   | 0  | 1  | 9   | 1  | 2  | 0  |
| 940501~940507 | 0   | 1  | 6  | 68  | 7  | 2  | 3  |
| 940508~940514 | 0   | 1  | 2  | 32  | 2  | 0  | 1  |
| 940515~940521 | 0   | 0  | 9  | 107 | 6  | 5  | 1  |
| 940522~940528 | 0   | 0  | 5  | 102 | 7  | 4  | 0  |
| 940529~940604 | 0   | 0  | 6  | 89  | 8  | 3  | 0  |
| 合計            | 1   | 12 | 94 | 722 | 77 | 19 | 8  |

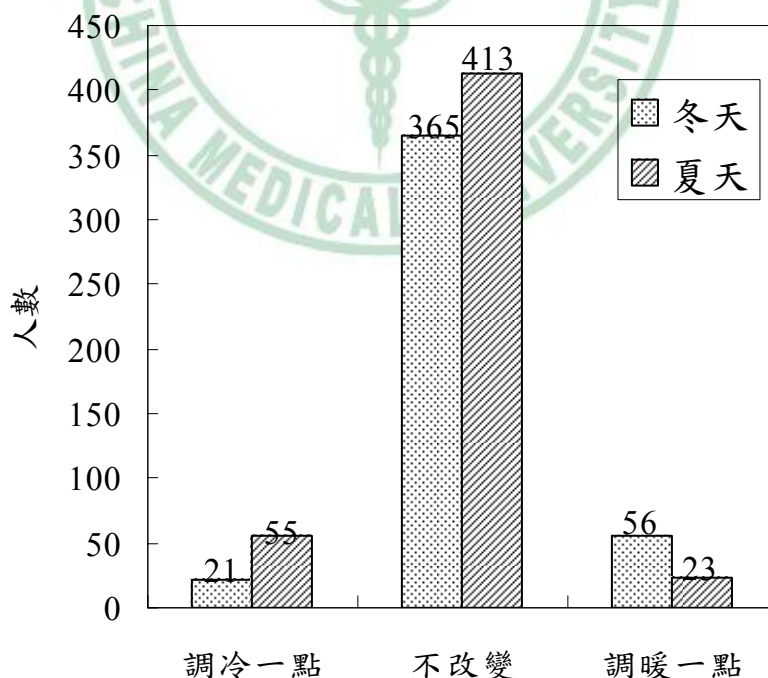


圖 3-11 受訪者熱喜好投票分佈

表 3-2 受訪者熱喜好投票分佈

| 日期            | 熱喜好 |      |     |
|---------------|-----|------|-----|
|               | 冷一點 | 不用改變 | 暖一點 |
| 940116~940122 | 6   | 37   | 7   |
| 940206~940212 | 5   | 39   | 5   |
| 940213~940219 | 0   | 51   | 13  |
| 940227~940305 | 0   | 29   | 1   |
| 940313~940319 | 3   | 79   | 15  |
| 940320~940326 | 5   | 80   | 9   |
| 940327~940402 | 2   | 50   | 6   |
| 940424~940430 | 5   | 6    | 3   |
| 940501~940507 | 11  | 71   | 5   |
| 940508~940514 | 2   | 34   | 2   |
| 940515~940521 | 15  | 105  | 8   |
| 940522~940528 | 11  | 104  | 3   |
| 940529~940604 | 11  | 93   | 2   |
| 合計            | 76  | 778  | 79  |

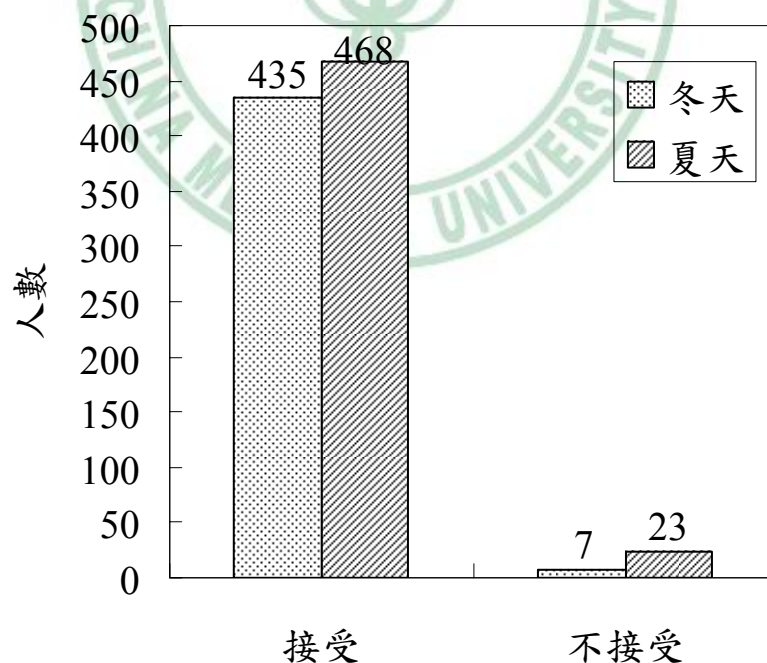


圖 3-12 受訪者熱接受投票分佈

表 3-3 受訪者熱接受投票分佈

| 日期            | 熱接受 |     |
|---------------|-----|-----|
|               | 接受  | 不接受 |
| 940116~940122 | 49  | 1   |
| 940206~940212 | 48  | 1   |
| 940213~940219 | 63  | 1   |
| 940227~940305 | 30  | 0   |
| 940313~940319 | 95  | 2   |
| 940320~940326 | 92  | 2   |
| 940327~940402 | 58  | 0   |
| 940424~940430 | 11  | 3   |
| 940501~940507 | 82  | 5   |
| 940508~940514 | 36  | 2   |
| 940515~940521 | 123 | 5   |
| 940522~940528 | 115 | 3   |
| 940529~940604 | 101 | 5   |
| 合計            | 903 | 30  |

住院病患對病房內空氣流動的感覺如圖 3-13 所示。多數人選擇剛好 (684)，但仍有二成的人覺得微悶。

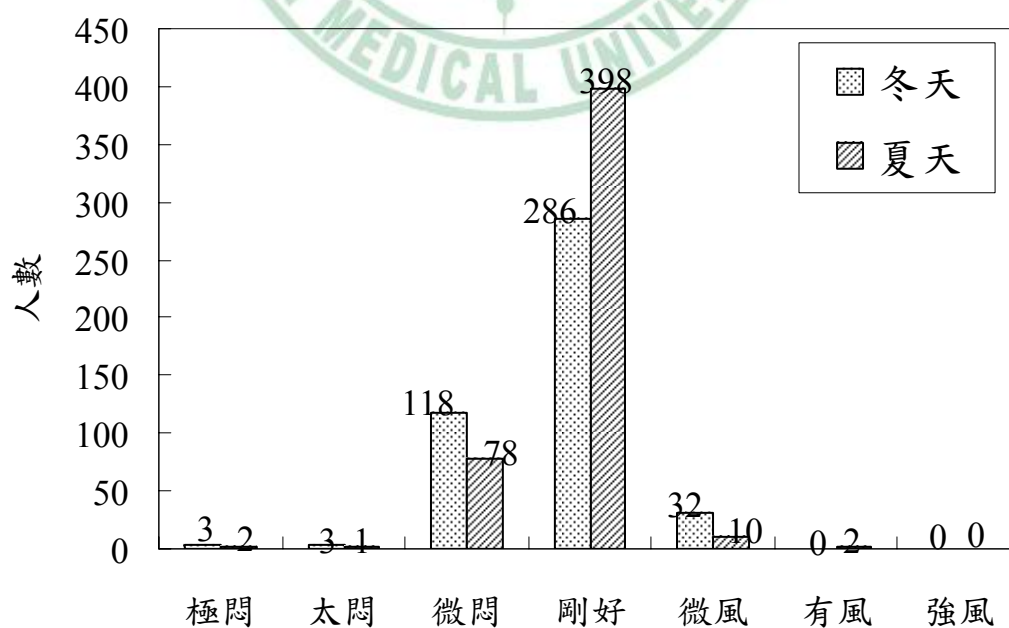


圖 3-13 受訪者氣流感覺投票分佈



圖 3-14 顯示病患對於病房內空氣濕度的感覺。多數病患選擇剛好 (797)。

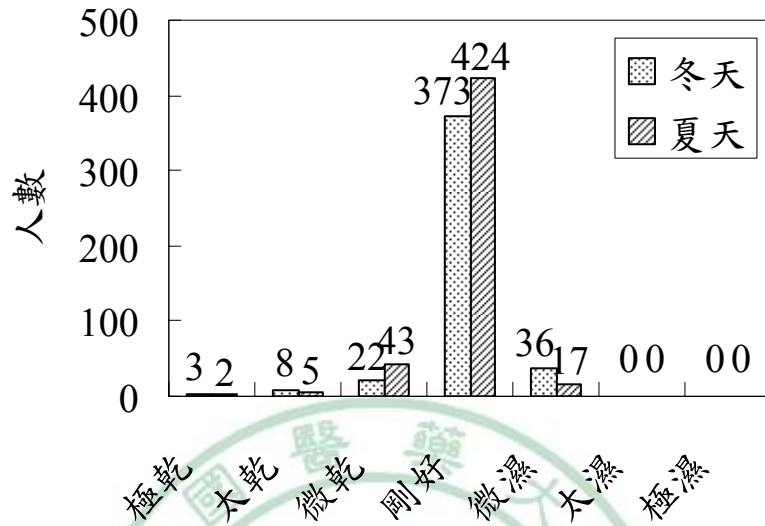


圖 3-14 受訪者空氣溼度感覺投票分佈

圖 3-15 為病患對於病房內空氣品質的感覺，雖然有大多數人選擇剛好 (726)，但還是有 16% 的受訪者不滿意病房內的空氣品質。

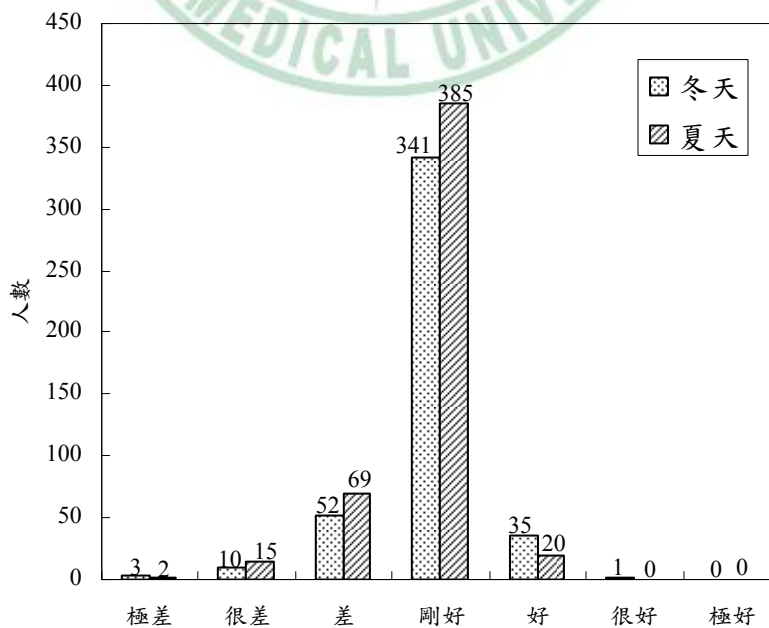


圖 3-15 受訪者空氣品質感覺投票分佈

圖 3-16~圖 3-21 為受訪者對病房內背景環境特性滿意度調查的分佈。多數受訪者對病房內的背景特性都表示滿意。有超過 20% 的受訪者不滿意病房內的噪音。

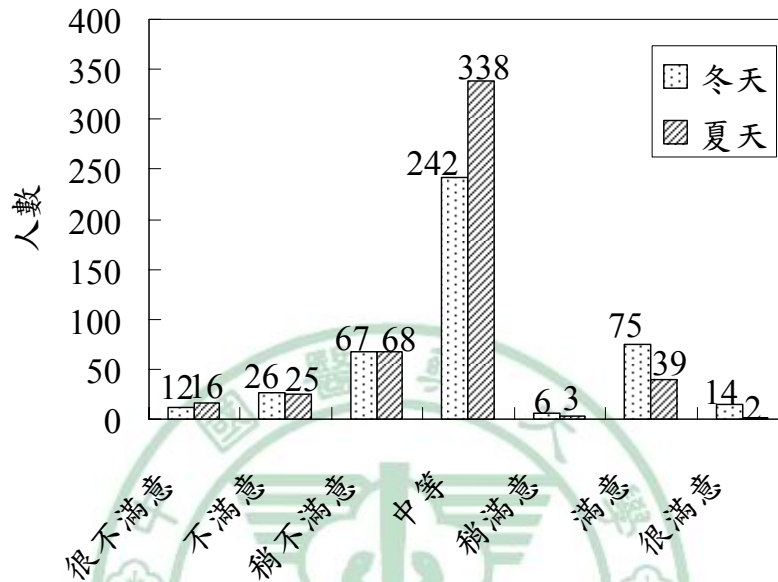


圖 3-16 受訪者噪音滿意度投票分佈

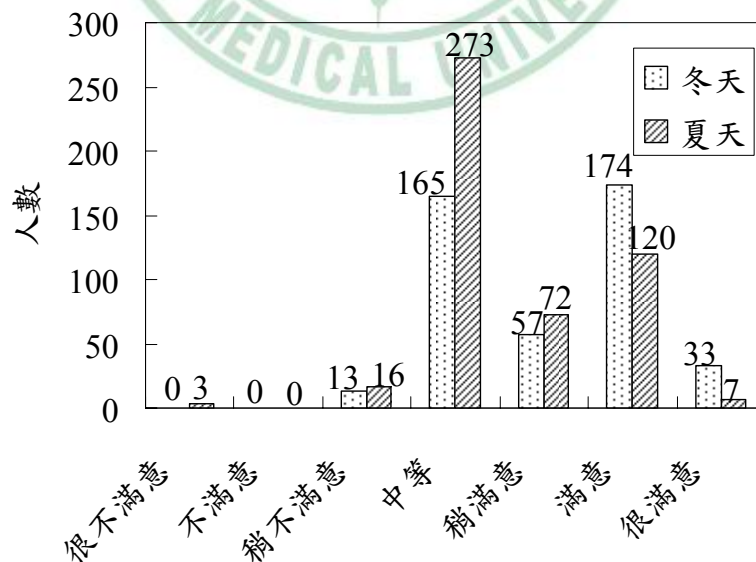


圖 3-17 受訪者照明滿意度投票分佈

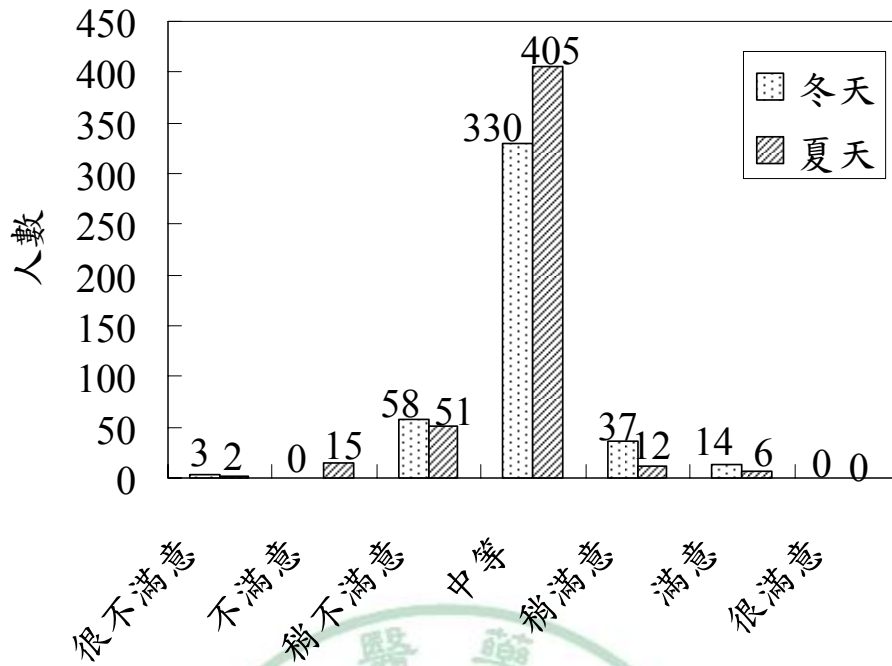


圖 3-18 受訪者空氣品質滿意度投票分佈

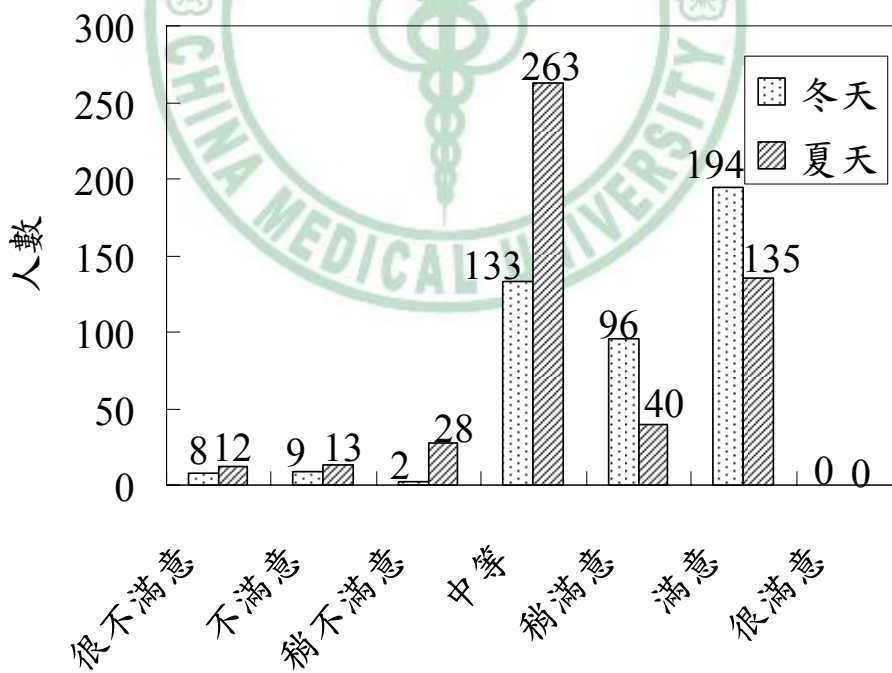


圖 3-19 受訪者空間滿意度投票分佈

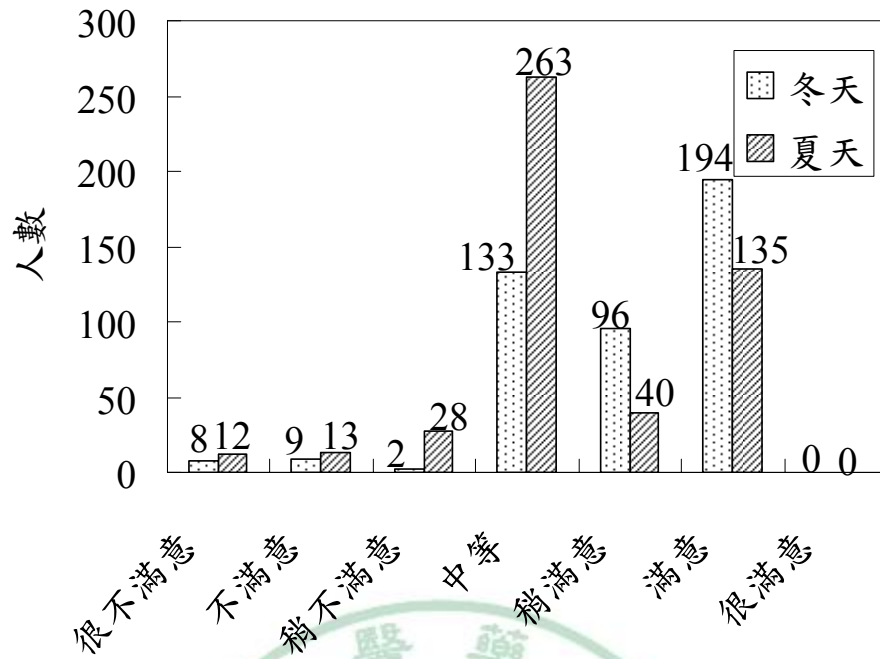


圖 3-20 受訪者病床滿意度投票分佈

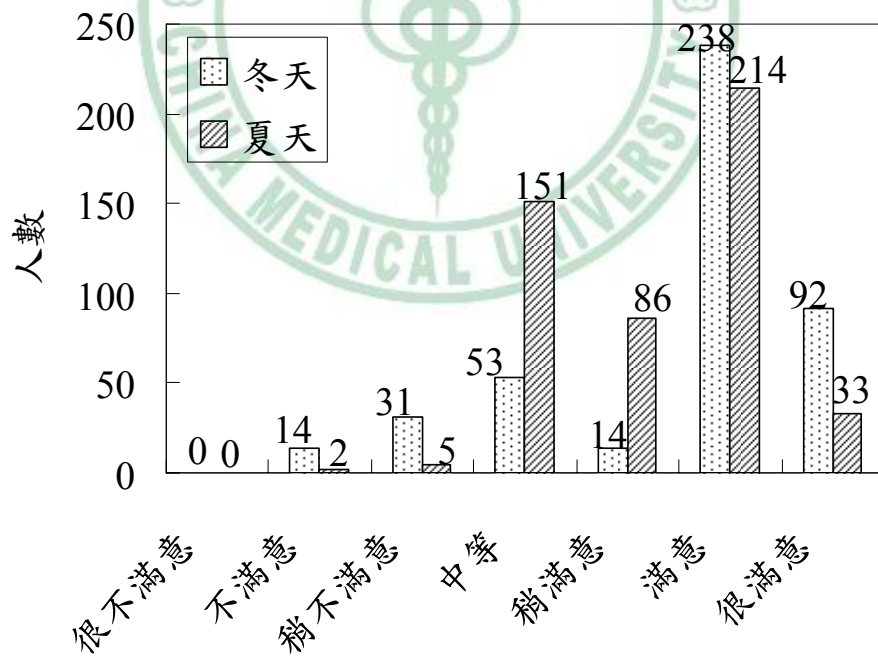


圖 3-21 受訪者醫護人員服務滿意度分佈

### 第三節 物理測定數據彙整

表 3-20 為每月的物理測定資料彙整，所測量的環境因子包括乾球溫度、黑球溫度、溼度、風速以及二氧化碳濃度。依照 ASHRAE Standard 55 定義夏天的舒適區範圍為 23.6°C 至 26.7°C ET\*，以及溼度上限 0.012 kg/kg 所圍成的區域，而冬天的舒適區範圍則是由 20.3°C ET\* 至 24.4°C ET\* 以及溼度上限 0.012 kg/kg 所圍成的區域。圖 3-22~27 為每個月份的物理測定資料數據分佈。

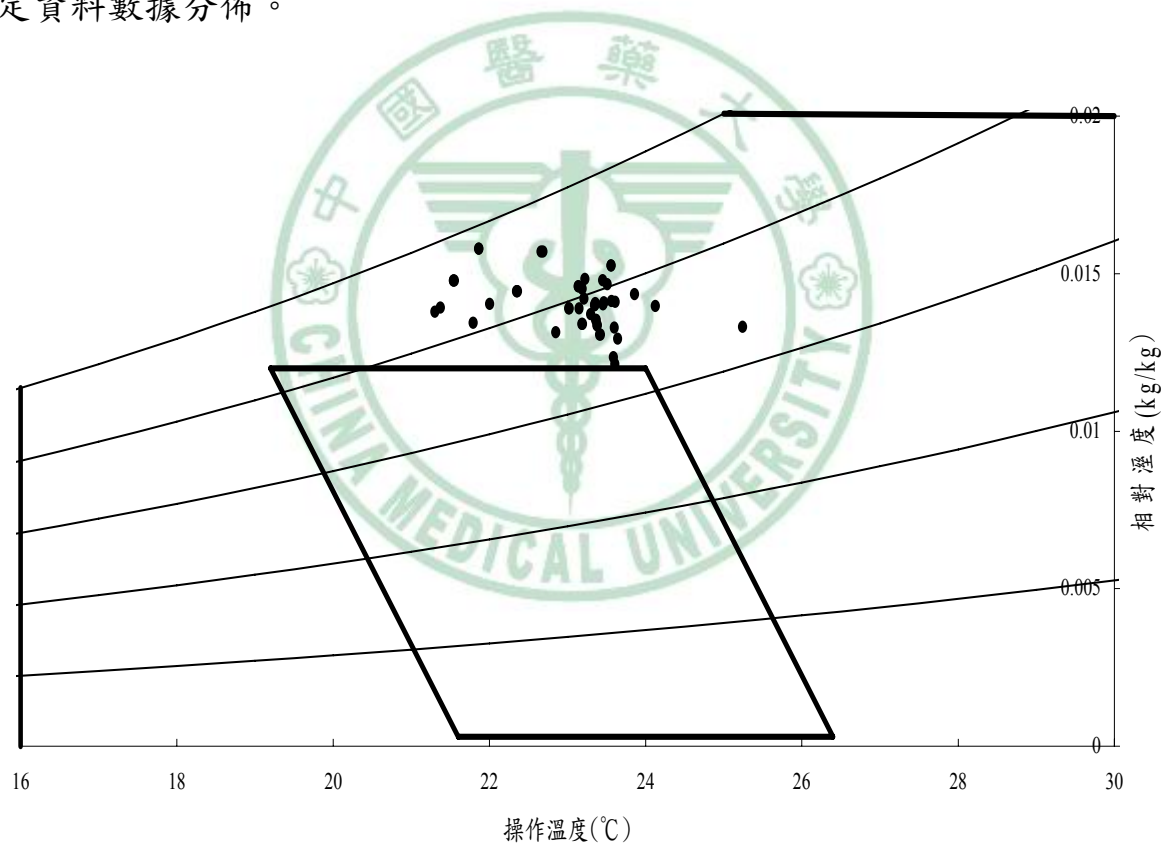


圖 3-22 一月物理測定資料數據分佈

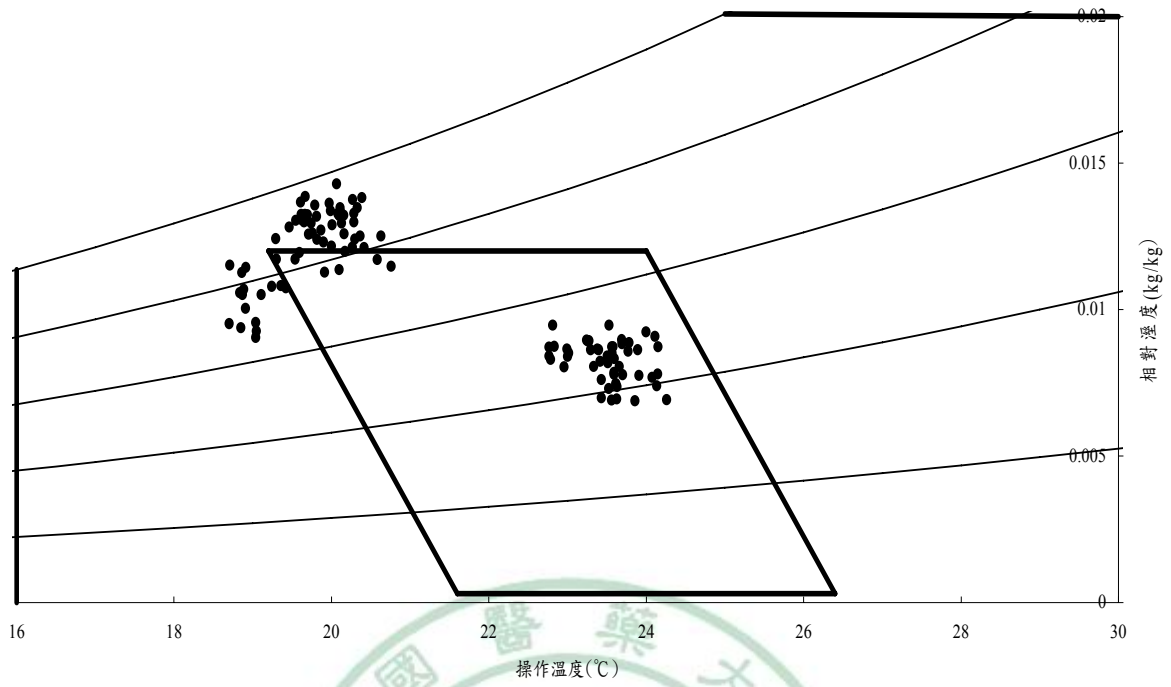


圖 3-23 二月物理測定資料數據分佈

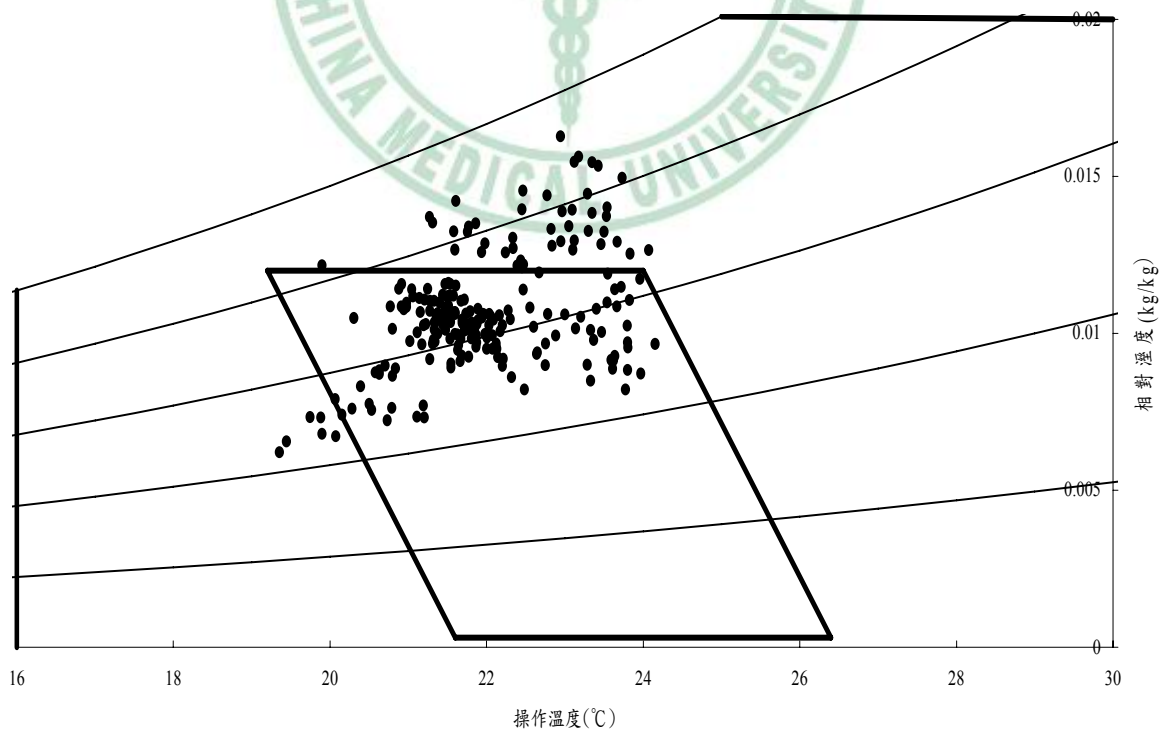


圖 3-24 三月物理測定資料數據分佈

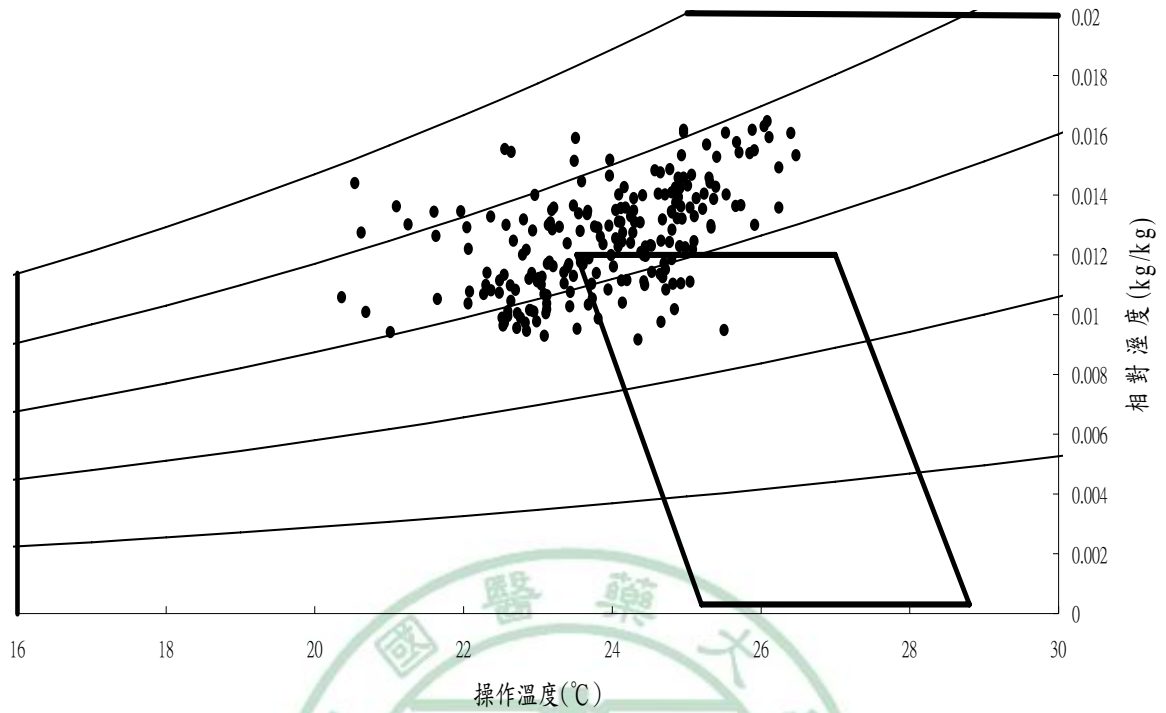


圖 3-25 四月物理測定資料數據分佈

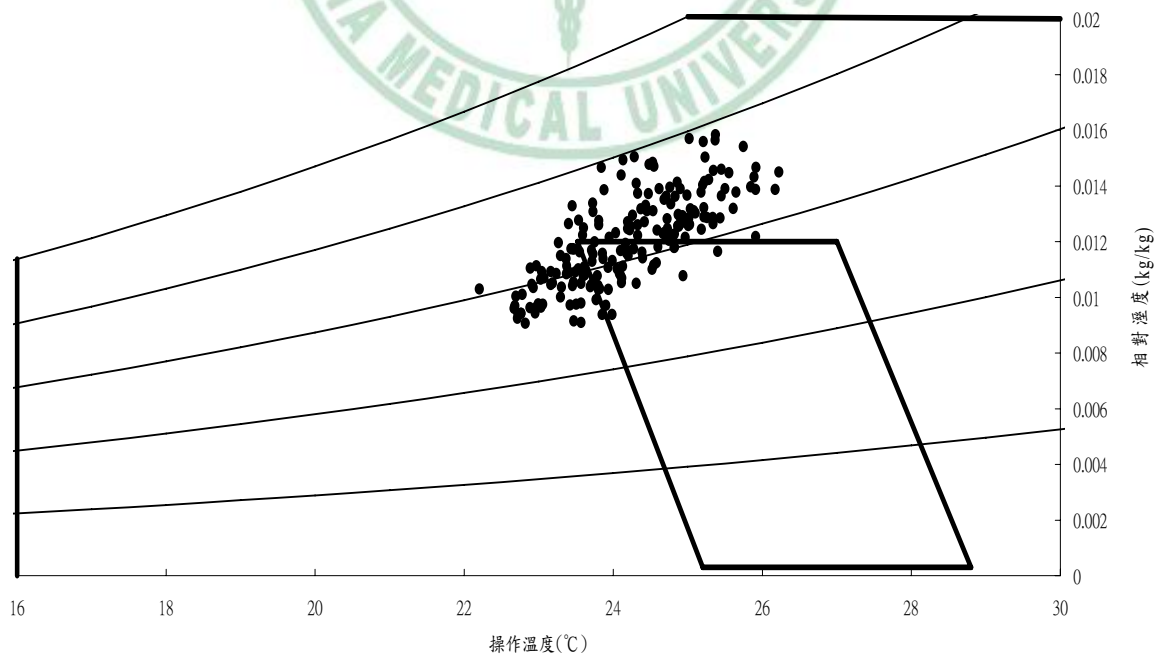


圖 3-26 五月物理測定資料數據分佈

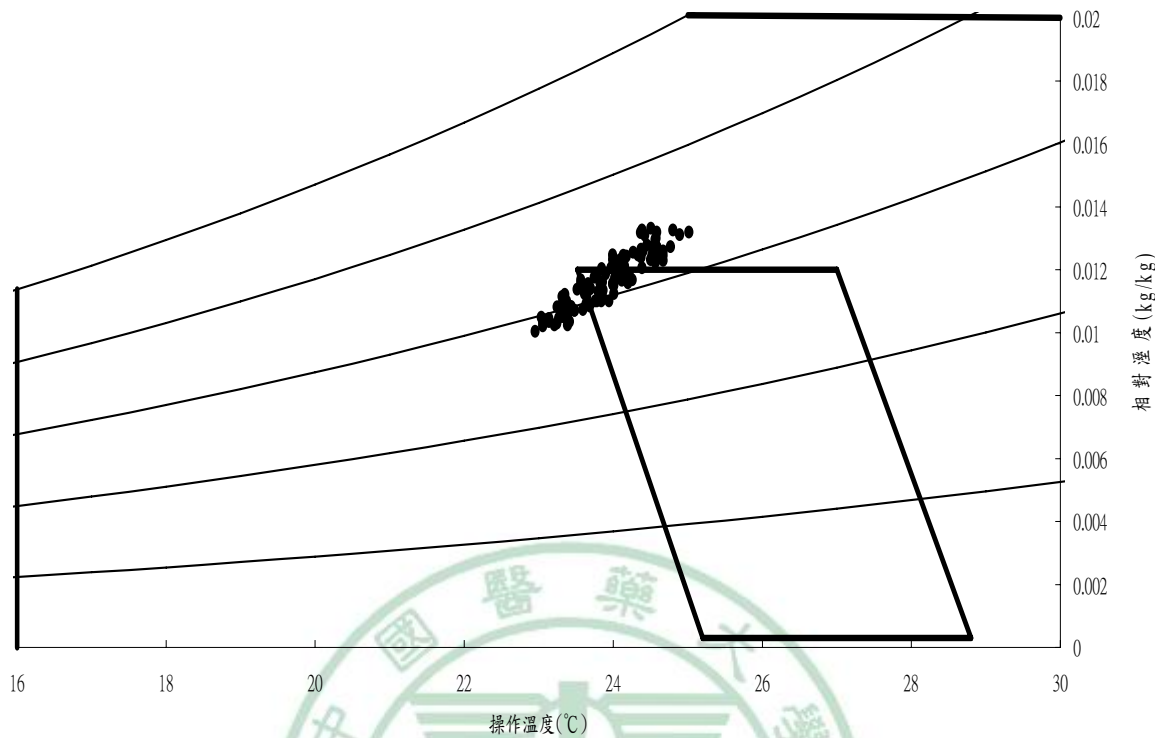


圖 3-27 六月物理測定資料數據分佈

表 3-4 物理測定資料彙整

| 月份 | 黑球溫度  |       |       |       | 乾球溫度  |       |       |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|    | 最大值   | 平均值   | 最小值   | 標準差   | 最大值   | 平均值   | 最小值   | 標準差  |
| 一月 | 25.15 | 23.07 | 21.60 | 0.69  | 25.40 | 22.93 | 20.81 | 1.01 |
| 二月 | 24.39 | 21.67 | 18.48 | 0.58  | 24.48 | 21.56 | 18.11 | 0.67 |
| 三月 | 24.50 | 22.16 | 19.09 | 0.94  | 24.40 | 21.57 | 17.80 | 1.06 |
| 四月 | 25.50 | 24.87 | 23.30 | 0.66  | 26.10 | 24.51 | 22.30 | 1.14 |
| 五月 | 26.60 | 24.52 | 22.00 | 0.95  | 26.40 | 23.22 | 19.10 | 1.89 |
| 六月 | 25.10 | 24.65 | 24.10 | 0.31  | 24.90 | 22.91 | 20.90 | 1.17 |
| 平均 | 25.21 | 23.49 | 21.43 | 0.69  | 25.28 | 22.78 | 19.84 | 1.16 |
| 月份 | 相對溼度  |       |       |       | 風速    |       |       |      |
|    | 最大值   | 平均值   | 最小值   | 標準差   | 最大值   | 平均值   | 最小值   | 標準差  |
| 一月 | 98.97 | 86.93 | 64.65 | 10.99 | 0.14  | 0.02  | 0.00  | 0.03 |
| 二月 | 98.34 | 85.54 | 67.38 | 8.59  | 0.01  | 0.01  | 0.00  | 0.00 |
| 三月 | 94.85 | 84.75 | 69.32 | 6.46  | 0.05  | 0.03  | 0.01  | 0.01 |
| 四月 | 75.10 | 68.43 | 60.50 | 4.73  | 0.05  | 0.03  | 0.01  | 0.01 |
| 五月 | 78.08 | 68.34 | 60.48 | 4.60  | 0.06  | 0.04  | 0.01  | 0.02 |
| 六月 | 67.90 | 66.56 | 65.00 | 0.88  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.00 |
| 平均 | 85.54 | 76.76 | 64.55 | 6.04  | 0.05  | 0.02  | 0.01  | 0.01 |



若以熱舒適區的溫度上、下限與溼度上限為界，可以將濕空氣線圖分割成高溫高濕區(I區)、適溫高濕區(II區)、低溫高濕區(III區)、低溫適濕區(IV)、適溫適濕區(V)以及高溫適濕區(VI)等六區。其中 V 區即是 ASHRAE Standard 55 建議的熱舒適區。圖 3-28 以及 3-29 為冬季和夏季的物理測定資料數據分佈。在冬天測得的數據中，有 57% 落在 V 區內、5% 落在 I 區、31% 落在 II 區、6% 落在 IV 區、1% 落在 VI 區。在相對濕度方面顯示在 40%—90% 之間。在夏天測得的數據中，僅有 38% 落在舒適範圍內，其他都落在舒適區外—48% 落在 II 區、3% 落在 III 區、9% 落在 IV 區。在相對濕度方面顯示在 40%—80% 之間。



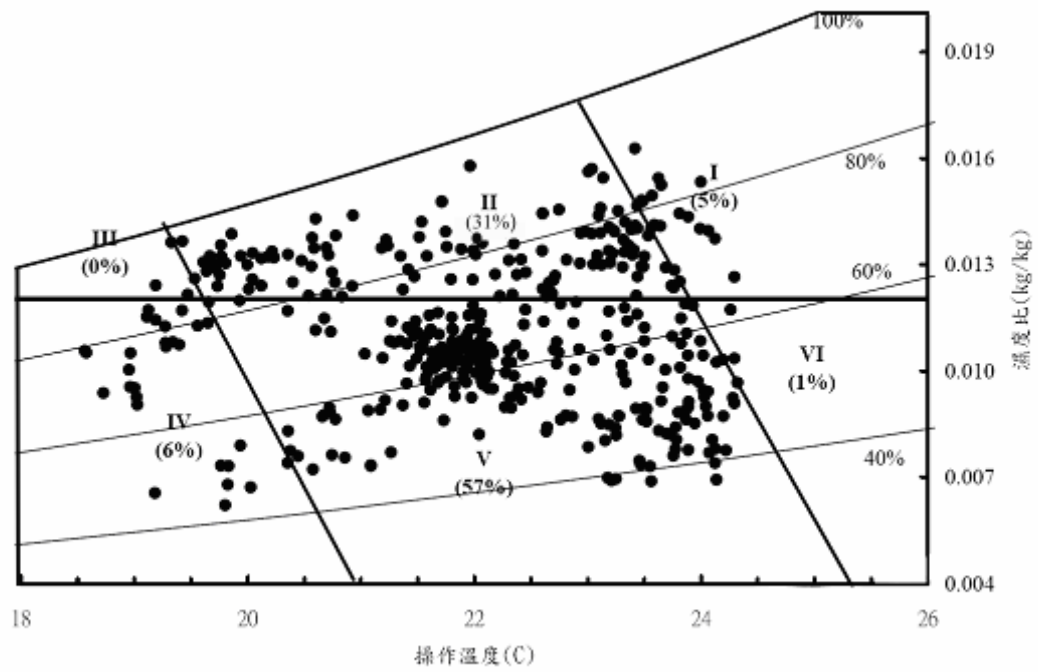


圖 3-28 冬天物理測定結果

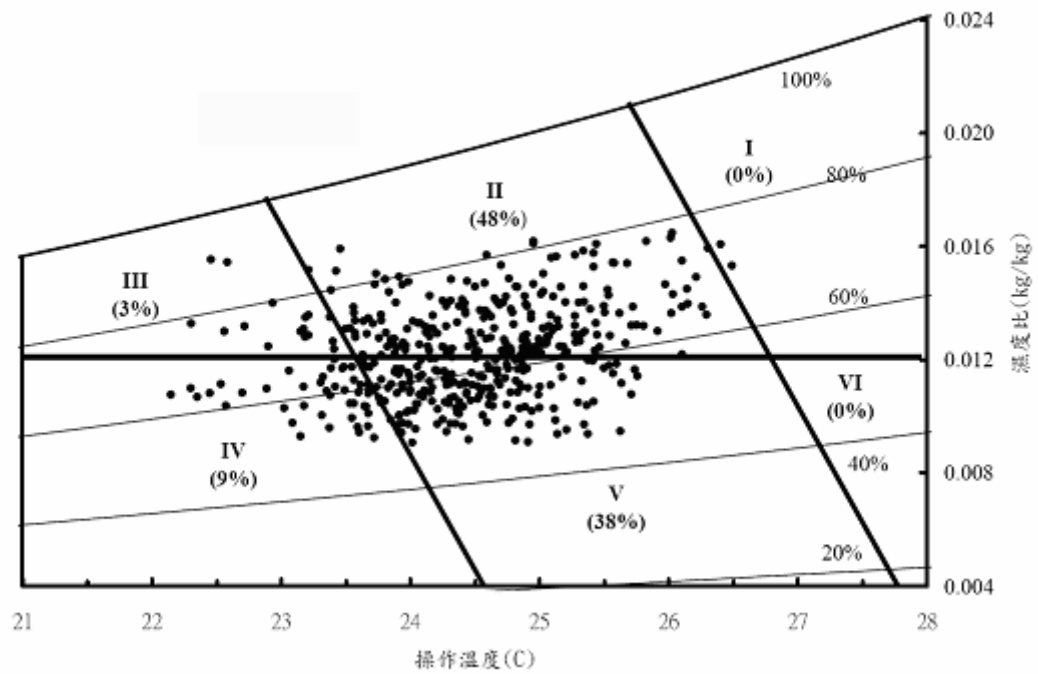


圖 3-29 夏天物理測定結果

物理測定資料有很高比例落在舒適區外的原因，主要是來自於濕度控制的問題。由圖可見，冬天和夏天裡因濕度控制不當者分別為 36% 以及 51%，但僅因為溫度控制不當者只有 7% 以及 9%，這是因為以台灣的氣候條件而言，溼度較 ASHRAE Standard 55 所建議的標準高出許多。但如圖 3-25 所示，因夏季幾乎全由空調系統來調節室內環境，換言之，圖 3-25 物測資料的分佈趨勢與空調系統的冷氣線大致相同。所以，若要將溼度降低至 ASHRAE Standard 55 所建議的範圍，那麼溫度就必須降低至 ASHRAE Standard 55 所建議的最低溫度之下。冬天的分布範圍較廣較疏散，不似夏天的分布集中。這是因為夏天氣候由冷氣調節，所以能維持在一定的範圍內。而冬天病房並無暖氣調節，所以較易隨室外氣候變動。



## 第四章 研究結果

### 第一節 受訪者熱接受、熱喜好以及熱感覺的交叉分析

藉由對受訪者的熱接受、熱喜好以及熱感覺進行交叉分析，可以了解住院病患之熱接受、熱喜好以及熱感覺之間的差異。

表 4-1 為熱可接受度及熱喜好的交叉分析。依問卷的熱環境評估部分第八題：「你覺得現在溫度的接受度如何？」，將所有受訪者分成「接受其熱環境」以及「不接受其熱環境」兩個族群，而後再分別統計兩個族群中回答問卷熱環境評估部分的第七題：「你希望冷一點、不用改變、熱一點」的熱喜好投票中選擇「調暖」、「不變」以及「調冷」的人數，進行熱接受與熱喜好的交叉分析，以了解熱接受與熱喜好之間的差異。

表 4-1 受訪者熱接受對熱喜好的交叉分析

|    |     | 熱喜好         |              |             | 合計            |
|----|-----|-------------|--------------|-------------|---------------|
|    |     | 調暖          | 不調           | 調冷          |               |
| 冬天 | 接受  | 18<br>(4%)  | 365<br>(84%) | 52<br>(12%) | 435<br>(100%) |
|    | 不接受 | 3<br>(43%)  | 0<br>(0%)    | 4<br>(57%)  | 7<br>(100%)   |
| 夏天 | 接受  | 37<br>(8%)  | 413<br>(88%) | 18<br>(4%)  | 468<br>(100%) |
|    | 不接受 | 18<br>(78%) | 0<br>(0%)    | 5<br>(22%)  | 23<br>(100%)  |
| 全年 | 接受  | 55<br>(6%)  | 778<br>(86%) | 70<br>(8%)  | 903<br>(100%) |
|    | 不接受 | 21<br>(70%) | 0<br>(0%)    | 9<br>(30%)  | 30<br>(100%)  |

在熱喜好與熱接受的交叉分析中，冬天與夏天裡選擇接受的受訪者中分別有 84% 和 88% 選擇不用改變，選擇不接受的受訪者中，冬天希望調涼跟調暖的比例分別為 43% 與 57%，夏天則為 78% 和 22%。全年只有 86% 表示可接受的受訪者選擇不用改變，且選擇不接受的受訪者人數（30）遠低於希望調冷以及調暖人數的總和（155），這說明了受訪者雖然可以接受其所處的熱環境，但這並不是受訪者最喜好的熱環境，受訪者還是希望可以改變環境的溫度。選擇接受的受訪者中，冬天時希望改變其熱環境的人數（70）較夏天（55）多，這是因為夏天有空調系統調節，所以室內溫度多保持恆定；而冬天則全靠外氣溫度調節，室內溫度較容易浮動，較容易有不舒適的熱環境出現。選擇不接受的受訪者，皆積極地表示希望改變其所處的熱環境。

以同樣的方式，統計「接受其熱環境」以及「不接受其熱環境」兩個族群回答問卷熱環境評估部分的第一題：「現在覺得病房內的溫度如何？」的 ASHRAE 熱感覺尺度投票中，選擇寒冷跟涼（-3、-2）、炎熱跟暖（3、2）以及熱中性（-1=微涼、0=剛好、1=微暖）的人數，進行熱接受與熱感覺的交叉分析，以了解熱接受與熱感覺之間的差異，其結果如表 4-2。

表 4-2 受訪者熱接受對熱感覺的交叉分析

|    |     | 熱感覺         |              |            |               |
|----|-----|-------------|--------------|------------|---------------|
|    |     | -3,-2       | -1,0,1       | 2,3        | 合計            |
| 冬天 | 接受  | 6<br>(1%)   | 426<br>(98%) | 3<br>(1%)  | 435<br>(100%) |
|    | 不接受 | 4<br>(57%)  | 0<br>(0%)    | 3<br>(43%) | 7<br>(100%)   |
| 夏天 | 接受  | 0<br>(0%)   | 463<br>(99%) | 5<br>(1%)  | 468<br>(100%) |
|    | 不接受 | 16<br>(70%) | 4<br>(17%)   | 3<br>(13%) | 23<br>(100%)  |
| 全年 | 接受  | 6<br>(1%)   | 889<br>(98%) | 8<br>(1%)  | 903<br>(100%) |
|    | 不接受 | 20<br>(67%) | 4<br>(13%)   | 6<br>(20%) | 30<br>(100%)  |

在熱感覺與熱可接受度的交叉分析中，發現冬天投接受的受訪者有 98% 表示熱中性，夏天則高達 99%。在不接受的受訪者當中，選擇-3（寒冷）和-2（涼）的受訪者在冬天以及夏天分別有 4% 和 16%，選擇 3（炎熱）和 2（暖）的受訪者在冬天以及夏天都是 3%。全年投接受的受訪者中，有高達 98% 以上的受訪者也表達熱中性的感覺，選擇不接受的受訪者人數（30）亦與選擇極端值（-3、-2、2、3）的受訪者人數（40）差不多，這是合理的，因為一般認為選擇熱感度指標的三個中間項（-1，0，1）就是接受其所處的熱環境。除此之外，選擇不接受其熱環境的族群大多不是選擇熱中性或希望改變其所處的熱環境，但是仍有少數選擇熱中性的受訪者亦選擇不接受，這代表對於這些受訪者而言，中性溫度並非他

們所認為可接受的溫度。選擇不接受的受訪者當中，在冬天時冷熱極端值的人數分佈較為平均，但夏天時則有多數選擇不接受的受訪者覺得寒冷或涼，這種現象可能是因為病房內的空調溫度較低，也與一般認為病人比較怕冷的認知一致。

表 4-3 為熱感覺對熱喜好的交叉分析，將受訪者分為選擇寒冷跟涼、熱中性、炎熱跟暖三個族群，再分別統計三個族群中選擇「調暖」、「不變」以及「調冷」的人數，以了解熱感覺和熱喜好的差異。

表 4-3 受訪者熱感覺對熱喜好的交叉分析

|    |        | 熱喜好         |              |             | 合計            |
|----|--------|-------------|--------------|-------------|---------------|
|    |        | 調暖          | 不變           | 調涼          |               |
| 冬天 | -3,-2  | 9<br>(90%)  | 0<br>(0%)    | 1<br>(10%)  | 10<br>(100%)  |
|    | -1,0,1 | 16<br>(4%)  | 363<br>(85%) | 47<br>(11%) | 426<br>(100%) |
|    | 2,3    | 0<br>(0%)   | 2<br>(33%)   | 4<br>(67%)  | 6<br>(100%)   |
| 夏天 | -3,-2  | 3<br>(100%) | 0<br>(0%)    | 0<br>(0%)   | 3<br>(100%)   |
|    | -1,0,1 | 35<br>(8%)  | 413<br>(88%) | 19<br>(4%)  | 467<br>(100%) |
|    | 2,3    | 1<br>(5%)   | 0<br>(0%)    | 20<br>(95%) | 21<br>(100%)  |
| 全年 | -3,-2  | 12<br>(92%) | 0<br>(0%)    | 1<br>(8%)   | 13<br>(100%)  |
|    | -1,0,1 | 51<br>(6%)  | 776<br>(87%) | 66<br>(7%)  | 893<br>(100%) |
|    | 2,3    | 1<br>(4%)   | 2<br>(7%)    | 24<br>(89%) | 27<br>(100%)  |

在熱感覺與熱喜好的交叉分析中，冬天選擇熱中性的受訪者中有 4% 希望調暖、11% 希望調涼；夏天則有 8% 希望調暖、4% 希望調涼。全年有八成以上投熱中性的受訪者也選擇不用改變其熱環境，但仍有將近二成的受訪者（17%）希望改變，顯示中性溫度並不是他們最喜歡的溫度。受訪者的熱感覺也忠實的反應在其熱喜好上，覺得寒冷和涼（-3、-2）的受訪者多數選擇調暖一點（90%），覺得炎熱和暖（3、2）的受訪者多數選擇調涼一點（89%）。

## 第二節 熱接受度

ASHRAE Standard 55 規定，80% 以上居住者表示可以接受的熱環境條件，稱之為熱接受度。熱接受度的分析有三種方法：第一種方法是直接詢問可否接受；第二種方法是選擇熱感指標中包括「-1」微涼、「0」剛好、「1」微暖等三項指標視為相當於可接受，因為一般認為不選擇 ASHRAE 熱感尺度中三個中間值（-1，0，1）就是不滿意（不接受）的表現；第三種方法是熱喜好尺度評估中選擇「不用改變」視為可接受，因為選擇「不用改變」之熱喜好尺度的受訪者即是滿意（接受）其所處的熱環境。

圖 4-1 為兩個季節中，這三種熱接受度評估方法的比較。藉由統計這三種熱接受度評估方法的接受人數，以了解三種方法所得到的結果差異。為了方便比較，圖 4-1 中也顯示實測數據落在 ASHRAE 舒適區內的



百分比—冬天為 57%，夏天為 20%，以了解病房內的實際物理環境與住院病患熱接受度之間的差別。

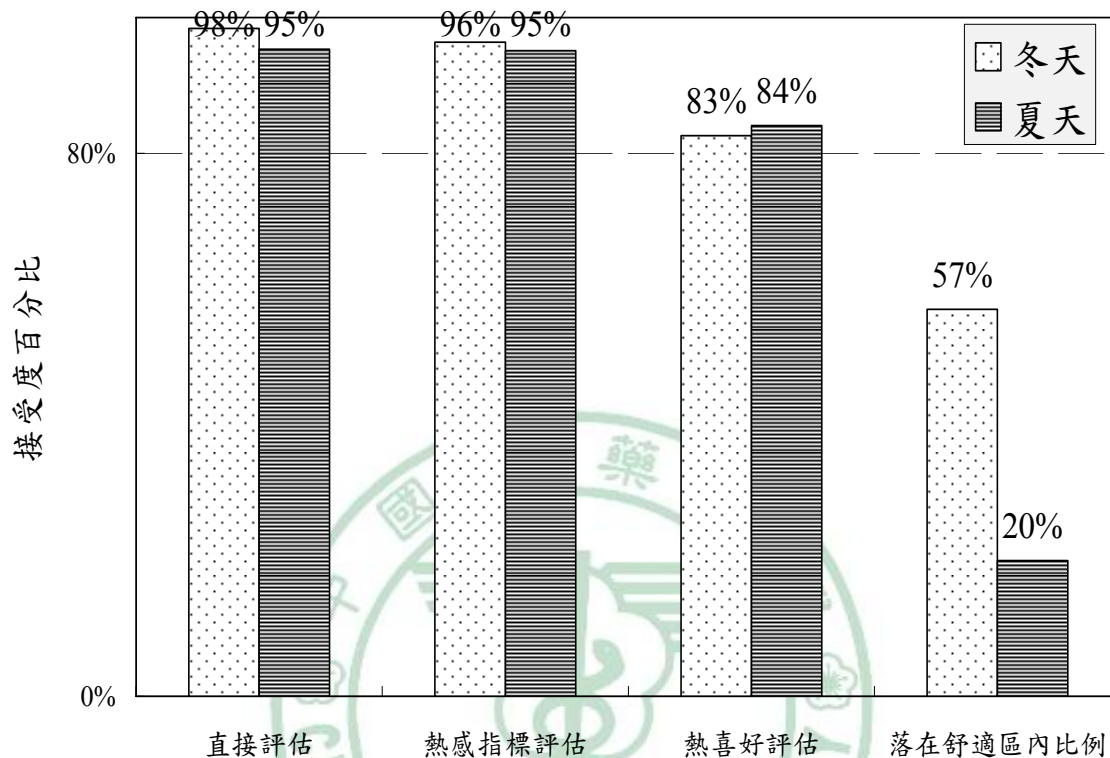


圖 4-1 三種接受度評估比較

本研究中對應於第一種熱接受度評估方法是相應於問卷中熱環境評估第八題，直接詢問的熱可接受度的問題，選擇「可接受」的人數百分比即是此一評估方法所得的熱接受度，所得到的接受度高達 98%。

對應第二種熱接受度評估方法是問卷熱環境評估部分中的第一題，ASHRAE Standard 55 所規定的熱感指標七個等級當中回答「-1」、「0」、「1」等三個中間值視為相當於可接受，選擇三個中間值的人數百分比即為此一評估方法所得的熱接受度。其接受度達 96%，這個調查方法所得的可接受水準幾乎與得自直接調查的水準相同。

對應第三種熱接受度評估方法是問卷熱環境評估部分第七題，選擇「不用改變」的熱喜好尺度的人是接受他們周圍的熱環境，選擇「不用改變」的人數百分比即為此一評估方法所得的熱接受度。每一頻度的熱喜好投票情形如表 4-6 所示，來自熱喜好投票的可接受百分比為 83%，這水準低於其他兩種方法得到的水準。

對每一評估方法而言，在冬天和夏天裡獲得的熱可接受度是相近的。如圖 4-1 所示，不論是在冬天或者夏天中熱可接受度的百分比都超過 90%，尤其在冬天有 98% 的受訪者表示可以接受，對可接受度的直接投票方式得到最高的可接受水準。在冬天跟夏天分別有 96% 跟 95% 的受訪者對其熱環境感到滿意（選擇三個中間值），所得的可接受水準幾乎與得自直接調查的水準相同。來自熱喜好投票的可接受百分比在冬天與夏天的病房分別為 81% 與 83%。這水準低於其他兩種方法得到的水準。因此，可以確認有些表示可以接受其熱環境的受訪者，仍然希望調冷一點或調暖一點。

不管是哪一種方式的熱接受度評估，所得到的結果都遠高於實測數據落在舒適區範圍內的比例，這結果說明了住院病患或許需要不同於 ASHRAE Standard 55 所建議的舒適區範圍。

### 第三節 中性溫度

有最多受訪者會投熱中性的溫度就是中性溫度。利用機率迴歸分析以及問卷資料中熱環境評估部分第一題 ASHRAE 傳統七個等級的熱感尺度，可以找到中性溫度。

表 4-4、4-5 為冬天和夏天中受訪者的熱感覺中間值 (-1, 0, 1) 詢問統計，以每 0.5°C ET\* 為一頻度，統計每一頻度中的投票分布情形。以每 0.5°C ET\* 為一頻度是為了平均極端值所造成的影響，避免極端值過度集中於同一溫度的情形。冬天選中間值的受訪者人數比例為 96%，夏天則是 95%。

表 4-4 冬天受訪者熱感覺中間值詢問統計表

| ET*bin | 熱感指標 |    |    |     |    |   |   | 合計  | 選中間值 |      |
|--------|------|----|----|-----|----|---|---|-----|------|------|
|        | -3   | -2 | -1 | 0   | 1  | 2 | 3 |     | 人數   | 比例   |
| 19.8   | 0    | 2  | 4  | 13  | 1  | 0 | 0 | 20  | 18   | 90%  |
| 20.3   | 0    | 1  | 3  | 21  | 2  | 0 | 0 | 27  | 26   | 96%  |
| 20.8   | 0    | 0  | 6  | 16  | 2  | 0 | 0 | 24  | 24   | 100% |
| 21.3   | 0    | 0  | 5  | 16  | 2  | 0 | 0 | 23  | 23   | 100% |
| 21.8   | 0    | 3  | 9  | 24  | 1  | 0 | 0 | 37  | 34   | 92%  |
| 22.3   | 0    | 2  | 14 | 54  | 8  | 0 | 0 | 78  | 76   | 97%  |
| 22.8   | 0    | 1  | 4  | 34  | 5  | 0 | 0 | 44  | 43   | 98%  |
| 23.3   | 0    | 1  | 8  | 32  | 2  | 0 | 0 | 43  | 42   | 98%  |
| 23.8   | 0    | 0  | 8  | 42  | 6  | 1 | 0 | 57  | 56   | 98%  |
| 24.3   | 0    | 0  | 3  | 49  | 14 | 2 | 2 | 70  | 66   | 94%  |
| 24.8   | 0    | 0  | 1  | 13  | 3  | 0 | 1 | 18  | 17   | 94%  |
| 25.3   | 0    | 0  | 0  | 0   | 0  | 0 | 0 | 0   | 0    | 0%   |
| 25.8   | 0    | 0  | 0  | 0   | 0  | 0 | 0 | 0   | 0    | 0%   |
| 26.3   | 0    | 0  | 0  | 1   | 0  | 0 | 0 | 1   | 1    | 100% |
| 總計     | 0    | 10 | 65 | 315 | 46 | 3 | 3 | 442 | 426  | 96%  |

表 4-5 夏天受訪者熱感覺中間值詢問統計表

| ET*bin | 熱感指標 |    |    |     |    |    |   | 合計  | 選中間值 |      |
|--------|------|----|----|-----|----|----|---|-----|------|------|
|        | -3   | -2 | -1 | 0   | 1  | 2  | 3 |     | 人數   | 比例   |
| 22.3   | 0    | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0 | 1   | 1    | 100% |
| 22.8   | 0    | 0  | 0  | 9   | 0  | 0  | 0 | 9   | 9    | 100% |
| 23.3   | 1    | 0  | 4  | 26  | 1  | 0  | 0 | 32  | 31   | 97%  |
| 23.8   | 0    | 0  | 6  | 75  | 2  | 0  | 0 | 83  | 83   | 100% |
| 24.3   | 0    | 0  | 8  | 90  | 10 | 0  | 1 | 109 | 108  | 99%  |
| 24.8   | 0    | 0  | 8  | 78  | 7  | 9  | 2 | 104 | 93   | 89%  |
| 25.3   | 0    | 1  | 3  | 68  | 4  | 4  | 1 | 81  | 75   | 93%  |
| 25.8   | 0    | 1  | 0  | 37  | 5  | 2  | 0 | 45  | 42   | 93%  |
| 26.3   | 0    | 0  | 0  | 14  | 1  | 1  | 1 | 17  | 15   | 88%  |
| 26.8   | 0    | 0  | 0  | 8   | 1  | 0  | 0 | 9   | 9    | 100% |
| 27.3   | 0    | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0 | 1   | 1    | 100% |
| 總計     | 1    | 2  | 29 | 407 | 31 | 16 | 5 | 491 | 467  | 95%  |

所有的受訪者的投票結果區分成「中性偏暖」與「中性偏涼」兩群，「中性偏暖」群是由所有選「冷」、「很冷」者以及選「中性」者中的一半組成的，剩下的人則組成「中性偏涼」群。因為受訪者的反應為一常態分配，將迴歸模型公式  $Y_i = \alpha + \beta X_i$  中的隨機變數  $X_i$  以標準化變數  $Z$  值取代，便成為標準常態分配，也就是機率迴歸模式。

統計出相對於每  $0.5^\circ\text{C}$  ET\*頻度中投「中性偏暖」的人數比率，將人數比率作為符合標準常態分配的機率值，即可得到相對於每個頻度人數比率的標準化變數  $Z$  值。再以 ET\*作為  $Y_i$  值， $Z$  值作為  $X_i$  值，代入迴歸式  $Y_i = \alpha + \beta X_i$ ，以求出迴歸線的截距  $\alpha$  與斜率  $\beta$ ，得到迴歸式  $ET^* = \alpha + \beta Z$ 。其迴歸式分別為：

$$\text{冬天：ET}^* = 22.9 - 5.7Z \quad (4-1)$$

$$\text{夏天：ET}^* = 24.02 - 7.96Z \quad (4-2)$$

冬天的相關係數  $R^2 = 0.64$ ，夏天的  $R^2 = 0.79$ ，都顯示出  $ET^*$  與  $Z$  值之間極高的相關性。之後再假設一組標準常態累加分配的  $Z$  值，代入迴歸式中以求出依此標準常態累加分配下的  $ET^*$  以及人數比率。

圖七顯示投「中性偏暖」的人數比率相對於  $ET^*$  度的最佳機率迴歸模式。中性溫度即是機率迴歸模式中當機率等於 50% 回應率的溫度，如圖 4-2、4-3 中所示，冬天該溫度為  $23^\circ\text{C ET}^*$ ，夏天該溫度則為  $24^\circ\text{C ET}^*$ ，較冬天略高  $1^\circ\text{C ET}^*$ 。



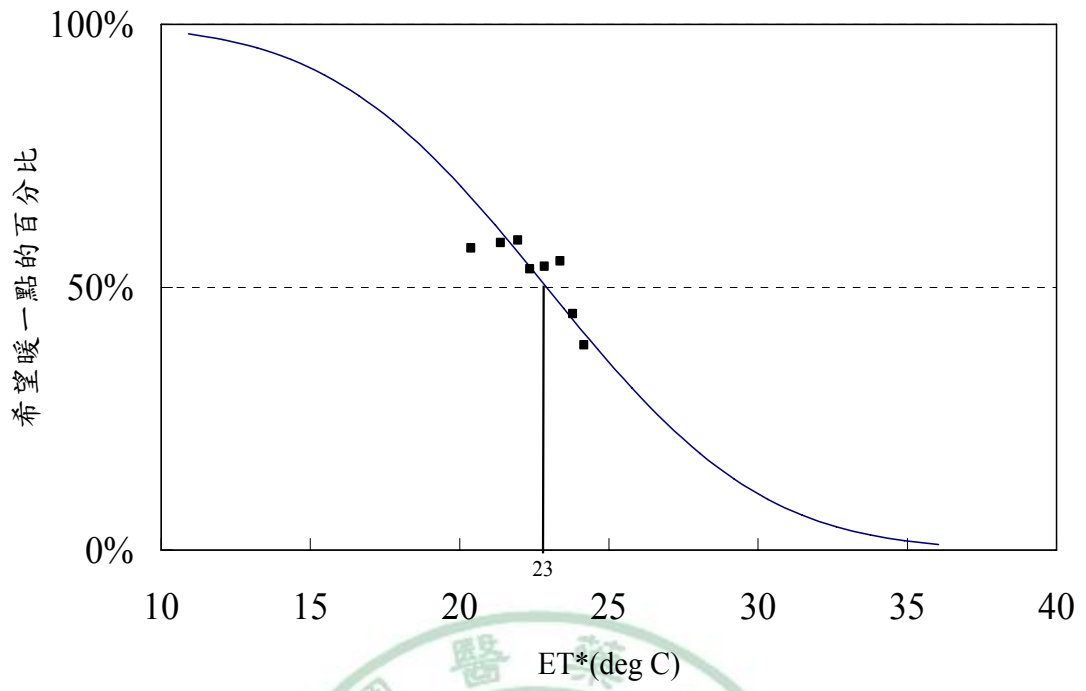


圖 4-2 冬天熱中性溫度迴歸圖

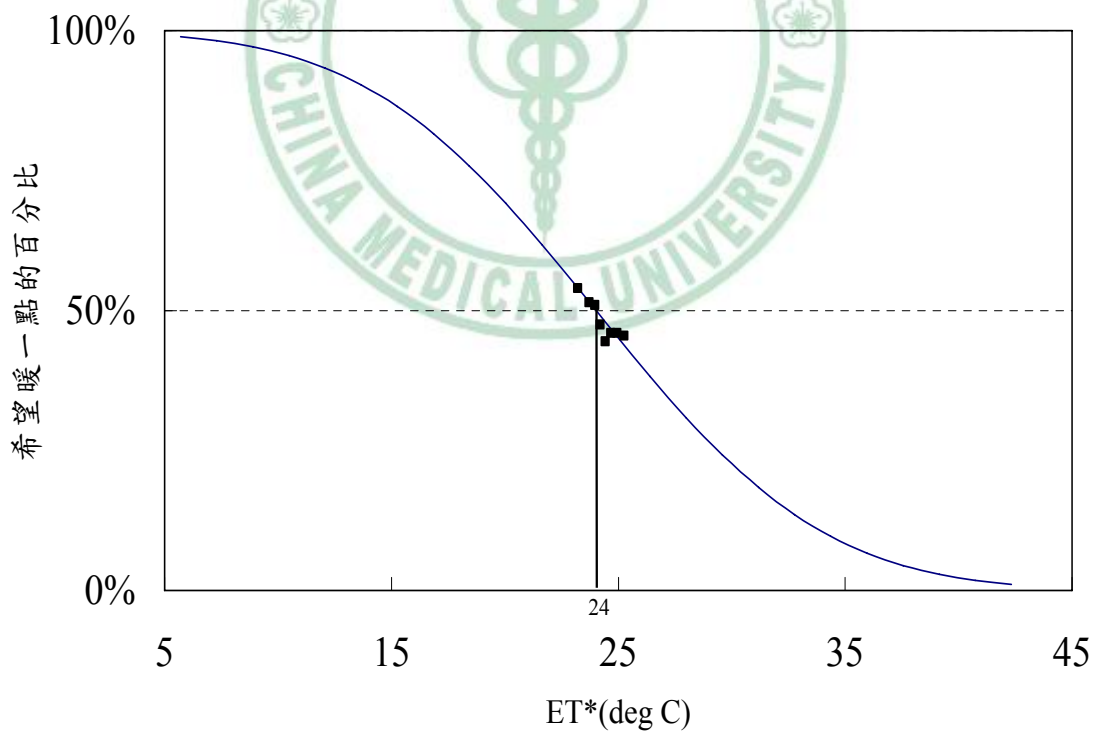


圖 4-3 夏天熱中性溫度迴歸圖

#### 第四節 喜好溫度

最多人希望不要改變的溫度，就是喜好溫度。同樣的機率迴歸分析，也可套用於問卷資料熱環境評估部分第七題的熱喜好評估來求熱喜好溫度。「希望暖和群」與「希望涼爽群」機率迴歸曲線的交叉點對應的溫度，即為兩個族群都能滿意的溫度，也就是受訪者的喜好溫度。

表 4-6、4-7 為冬天和夏天受訪者的熱喜好統計，以每 0.5°C ET\* 為一頻度，統計每一頻度中的投票分布情形。由表中可知冬天選擇不改變的受訪者比例為 83%，夏天則是 84%。

表 4-6 冬天受訪者熱喜好詢問統計表

| ET*bin | 調暖一點      | 不改變 | 調冷一點 |
|--------|-----------|-----|------|
| 19.8   | 0         | 16  | 4    |
| 20.3   | 0         | 22  | 5    |
| 20.8   | 0         | 21  | 3    |
| 21.3   | 0         | 19  | 4    |
| 21.8   | 0         | 28  | 9    |
| 22.3   | 2         | 66  | 10   |
| 22.8   | 1         | 34  | 9    |
| 23.3   | 7         | 33  | 3    |
| 23.8   | 3         | 51  | 3    |
| 24.3   | 6         | 60  | 4    |
| 24.8   | 2         | 14  | 2    |
| 25.3   | 0         | 0   | 0    |
| 25.8   | 0         | 0   | 0    |
| 26.3   | 0         | 1   | 0    |
| 小計     | 365 (83%) |     |      |

表 4-7 夏天受訪者熱喜好詢問統計表

| ET*bin | 調暖一點      | 不改變 | 調冷一點 |
|--------|-----------|-----|------|
| 22.3   | 0         | 1   | 0    |
| 22.8   | 0         | 9   | 0    |
| 23.3   | 0         | 30  | 2    |
| 23.8   | 7         | 71  | 5    |
| 24.3   | 11        | 91  | 7    |
| 24.8   | 19        | 79  | 6    |
| 25.3   | 10        | 69  | 2    |
| 25.8   | 3         | 41  | 1    |
| 26.3   | 4         | 13  | 0    |
| 26.8   | 1         | 8   | 0    |
| 27.3   | 0         | 1   | 0    |
| 小計     | 413 (84%) |     |      |

把所有受訪者分為「希望暖和群」與「希望涼爽群」，「希望暖和群」由選擇「調暖一點」人數以及「不改變」的一半人數組成，剩下的人則組成「希望涼爽群」。分別統計出相對於每 0.5°C ET\*頻度中兩個族群的人數比率，將人數比率作為符合標準常態分配的機率值，即可得到相對於每個頻度人數比率的標準化變數 Z 值。再以 ET\*作為 Y 值，Z 值作為 X 值，代入迴歸式  $Y_i = \alpha + \beta X_i$ ，以求出兩個族群迴歸線的截距  $\alpha$  與斜率  $\beta$ ，得到迴歸式  $ET^* = \alpha + \beta Z$ 。迴歸式分別為：

$$\text{冬天希望涼爽群：} ET^* = 26.41 + 2.03Z, R^2 = 0.91 \quad (4-3)$$

$$\text{冬天希望暖和群：} ET^* = 18.79 - 3.08Z, R^2 = 0.9 \quad (4-4)$$

$$\text{夏天希望涼爽群：} ET^* = 27.08 + 2.18Z, R^2 = 0.5 \quad (4-5)$$

$$\text{冬天希望暖和群：} ET^* = 20.58 - 2.27Z, R^2 = 0.6 \quad (4-6)$$



冬天的相關係數  $R^2$  為 0.91 以及 0.9，夏天的  $R^2$  為 0.5 以及 0.6，都顯示出  $ET^*$  與  $Z$  值之間極高的相關性。之後再假設一組常態累加分配的  $Z$  值，帶入直線關係中以求出依此常態累加分配下兩個族群的  $ET^*$  以及人數比率。

圖 4-4 中標示冬天喜好溫度發生在  $23.3^\circ\text{C}$   $ET^*$ ，夏天喜好溫度發生在  $24^\circ\text{C}$   $ET^*$ ，如圖 4-5。喜好溫度大致與病人的投票情形相符合，僅略高中性溫度  $0.5\sim 0.8^\circ\text{C}$   $ET^*$ ，顯示住院患者認為最佳的溫度與中性溫度相當。即使是在最喜好的溫度下，仍有 6% 的受訪者希望調暖和或涼爽些。從兩條機率迴歸模式可了解受訪者對暖或冷忍受度的差異。以幾乎沒有人 (0.5%) 到所有的人 (99.5%) 都希望調整所構成的溫度範圍做為比較基準，冬天調熱的溫度範圍 ( $11.5\sim 26^\circ\text{C}$ ) 是調冷的溫度範圍 ( $22.8\sim 31^\circ\text{C}$ ) 的 1.8 倍，這顯示受訪者對冷有較高的忍受度。夏天調熱的溫度範圍 ( $16\sim 26^\circ\text{C}$ ) 與調冷的溫度範圍 ( $22\sim 32^\circ\text{C}$ ) 相同。

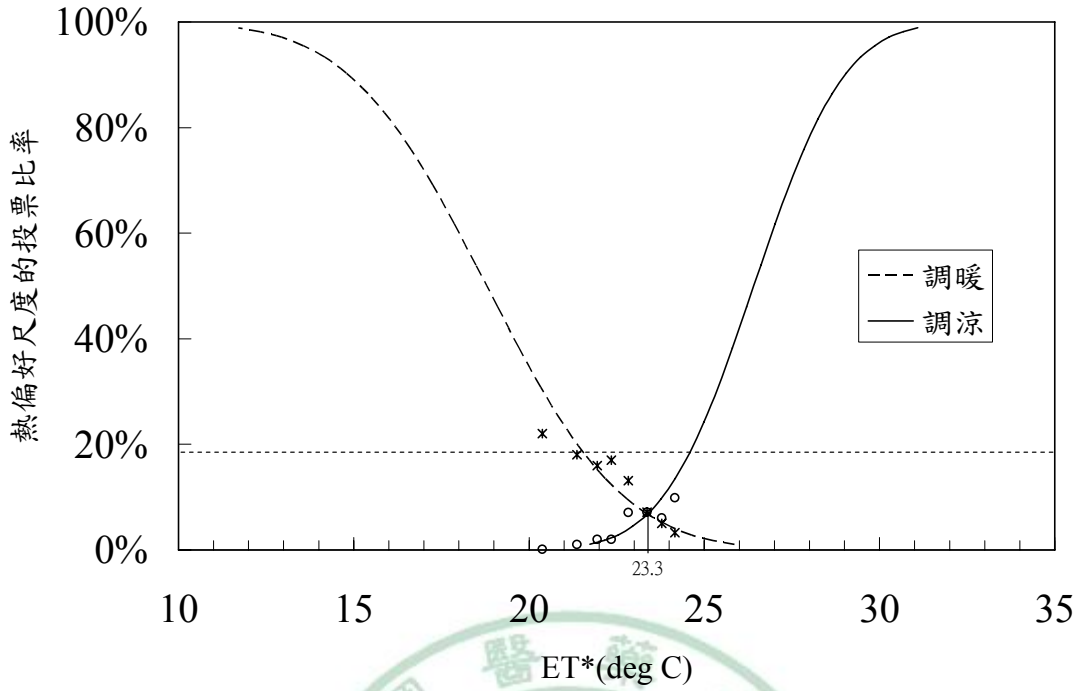


圖 4-4 冬天熱喜好溫度迴歸曲線圖

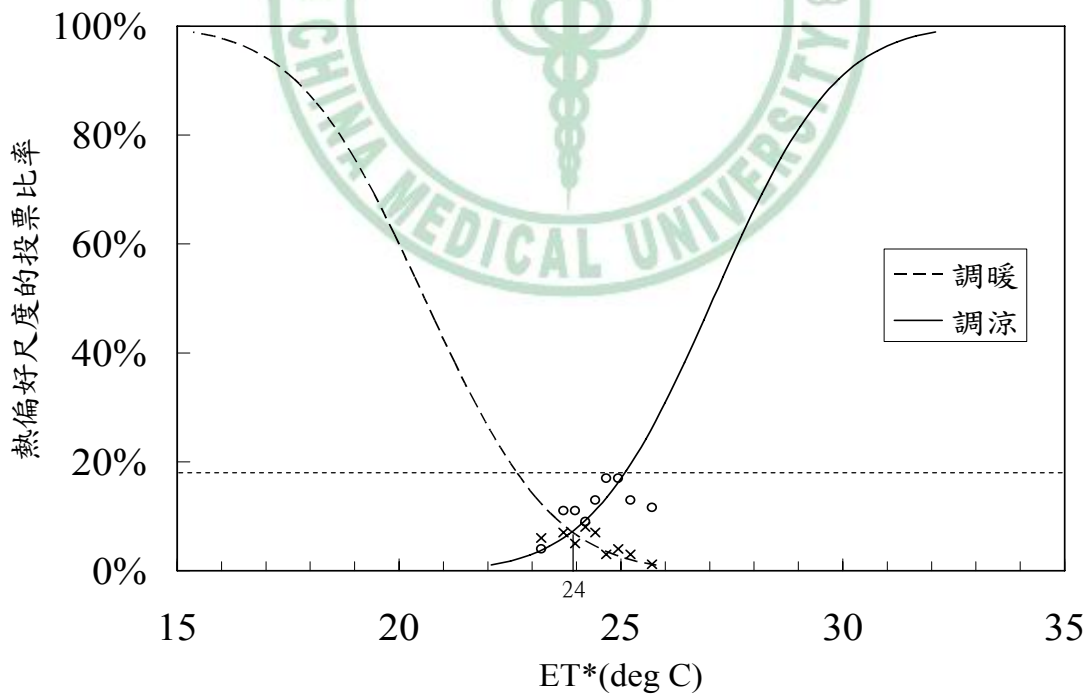


圖 4-5 夏天熱喜好溫度迴歸曲線圖

## 第五節 熱舒適範圍

熱舒適可以理解為人體與環境達到熱量平衡，人體透過傳導、對流、輻射以及蒸散等作用與環境達到熱量平衡，而這些熱交換作用受到乾球溫度、平均輻射溫度、相對溼度、空氣流動、活動量以及衣著量的影響，而  $ET^*$  可用以反映冷熱舒適度。

雖然 ASHRAE Standard 55 分別建議冬天與夏天的舒適溫度上、下限為  $19.2^{\circ}\text{C } ET^* \sim 28.8^{\circ}\text{C } ET^*$ ，不過由於住院病患可以自由地調整他們的穿衣量，並且住院患者希望病房內的溫度能全年維持恆定，所以可以將冬天的溫度下限——也就是全年最冷季節的溫度下限——做為病人覺得舒適的溫度下限，以反映住院病患可以接受最低溫度的下限。以夏天——全年最熱季節——的溫度上限視為舒適的上限，以反映住院病患可以接受最高溫度的上限。

如圖 4-6 所示，從冬天“希望暖和群”的迴歸模式可推得符合 ASHRAE Standard 55 的 80% 以上居住者覺得滿意（亦即 20% 的居住者覺得不滿意）之熱可接受標準，以作為接受溫度下限。其值為  $21.4^{\circ}\text{C } ET^*$ ，較 ASHRAE Standard 55 建議的  $19.2^{\circ}\text{C } ET^*$  要高  $2.2^{\circ}\text{C } ET^*$ 。同樣的，從夏天“希望涼爽群”迴歸模式可推得讓 80% 以上居住者覺得滿意之熱可接受標準，以作為接受溫度上限，其值為  $25.2^{\circ}\text{C } ET^*$ ，較 ASHRAE Standard 55 建議的  $28.8^{\circ}\text{C } ET^*$  低了  $3.6^{\circ}\text{C } ET^*$ ，如圖 4-7 所示。這明確說明了病人認為的舒

適溫度範圍較 ASHRAE Standard 55 根據健康人的反應所建議的舒適溫度範圍窄，而上限的差異較下限多。

從接受度的調查顯示，即使病房的熱環境條件多數未落在 ASHRAE Standard 55 的舒適範圍內，但絕大多數的受訪者仍然表示滿意病房內的熱環境條件，而喜好溫度的迴歸模式則顯示有較窄的舒適溫度範圍。因此可以確認受訪者因已習慣台灣高溫高濕的氣候，而有較高的溫濕度容忍上限。



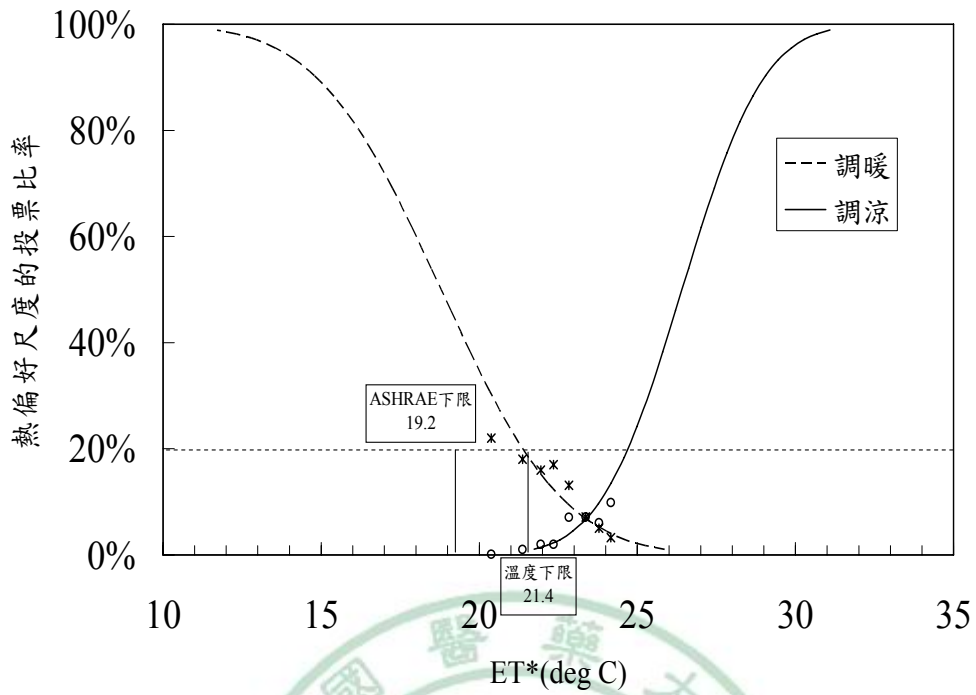


圖 4-6 全年溫度下限與 ASHRAE 建議溫度下限比較

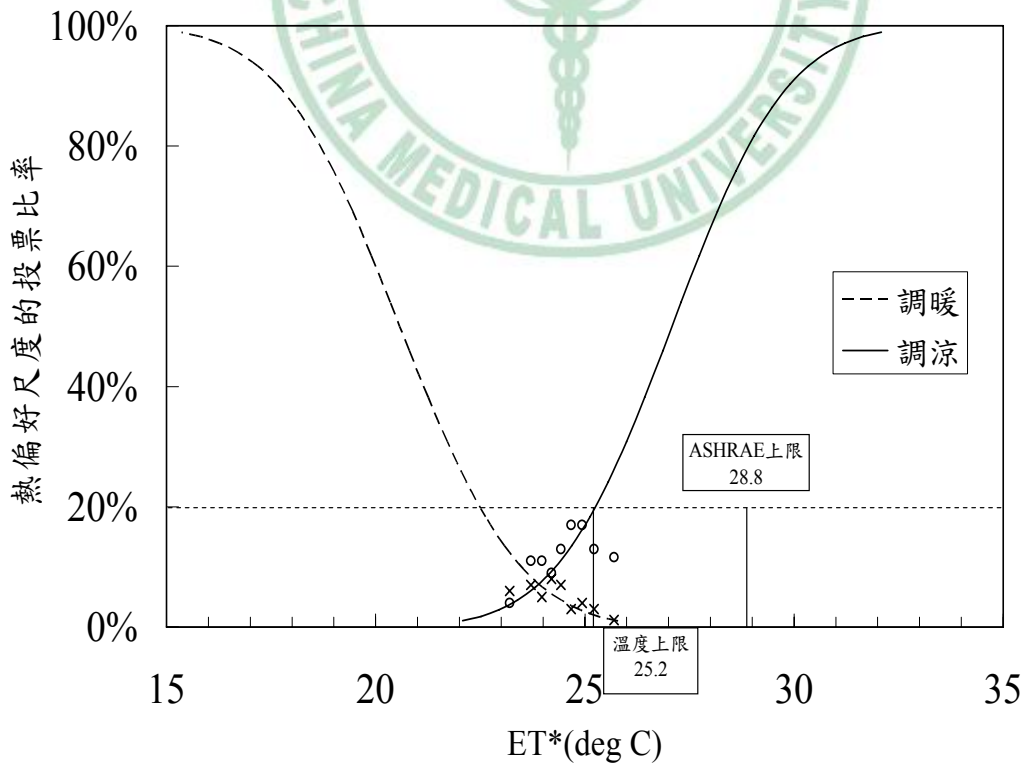


圖 4-7 全年溫度上限與 ASHRAE 建議溫度上限比較

## 第五章 檢定結果

### 第一節 受訪者背景資料檢定

在問卷中的第一部份詢問了受訪者的背景資料，包括性別、年齡、床位、居住地以及住院時間等等，本研究以卡方獨立性檢定來了解背景資料與受訪者熱感覺之間的關連。檢定的背景資料包括性別、年齡、床位、居住地、住院時間以及第四部份第九題所詢問的病人健康狀況。

首先探討性別與室內熱環境指標之間是否有相關性。933 份有效性別樣本分布如圖 5-1，男性為 508 份佔 54%，女性為 425 份佔 46%。卡方檢定結果如表 5-1，以下就卡方分配獨立性檢定方法步驟做其說明：

(1) 設立假設條件：

虛無假設  $H_0$ ：性別與室內熱環境評估無關。

對立假設  $H_1$ ：性別與室內熱環境評估有關。

若  $x^2$  檢定計算量  $> x^2$  臨界值，則拒絕  $H_0$ ，即性別與室內熱環境評估有關。若  $x^2$  檢定計算量  $< x^2$  臨界值，則接受  $H_0$ ，即性別與室內熱環境評估無關。

(2) 顯著水準取  $\alpha=0.05$ ，自由度  $df=(r-1) \times (c-1)$  (5-1)

橫列數 ( $r$ ) 為男性及女性共 2 列，故  $r=2$ 。

縱行數 ( $c$ ) 為熱感指標 -3、-2、-1、0、1、2、3 共 7 行，故  $c=7$ 。

$$df = (2-1) \times (7-1) = 6$$

由卡方分配臨界值查表得  $\chi^2_{6,0.05} = 12.59$ 。

(3) 計算統計量：

(a) 計算假設分配的期望次數

男性估計期望次數 ( $E_M$ )

= 該熱感指標的男性人數 ( $O_M$ ) 總和  $\times$  男性小計  $\div$  樣本數

女性估計期望次數 ( $E_F$ )

= 該熱感指標的男性人數 ( $O_F$ ) 總和  $\times$  女性小計  $\div$  樣本數

(b) 統計量  $\chi^2 = \sum_{i=1}^f \sum_{j=1}^6 \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$   $i$ : 橫列數  $j$ : 縱行數 (5-2)

(c)  $\chi^2$  檢定計算量 = 男性 ( $\chi^2_M$ ) + 女性 ( $\chi^2_F$ )  
 $= 2.48 + 2.97 = 5.45$

(4) 對檢定結果下結論：

$\chi^2$  檢定量  $5.45 <$  檢定的臨界值  $\chi^2_{6,0.05} = 12.59$ 。性別與室內熱環境評估無關。

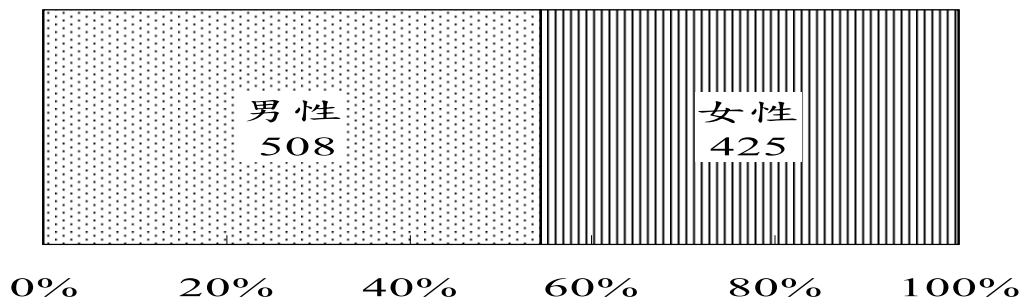


圖 5-1 受訪者性別分佈

表 5-1 受訪者性別之卡方檢定結果

|                                   | 舒適度級距 |      |            |      |      |      |       | 小計   |
|-----------------------------------|-------|------|------------|------|------|------|-------|------|
|                                   | -3    | -2   | -1         | 0    | 1    | 2    | 3     |      |
| 問卷結果                              |       |      |            |      |      |      |       |      |
| 男性 (O <sub>M</sub> )              | 1     | 9    | 44         | 396  | 44   | 10   | 4     | 508  |
| 女性 (O <sub>F</sub> )              | 0     | 3    | 50         | 326  | 33   | 9    | 4     | 425  |
| 總和                                | 1     | 12   | 94         | 722  | 77   | 19   | 8     | 933  |
| 期望次數                              |       |      |            |      |      |      |       |      |
| 男性 (E <sub>M</sub> )              | 1     | 7    | 51         | 393  | 42   | 10   | 4     |      |
| 女性 (E <sub>F</sub> )              | 0     | 5    | 43         | 329  | 35   | 9    | 4     |      |
| 統計量                               |       |      |            |      |      |      |       |      |
| 男性 (X <sup>2</sup> <sub>M</sub> ) | 0.38  | 0.93 | 1.01       | 0.02 | 0.10 | 0.01 | 0.03  | 2.48 |
| 女性 (X <sup>2</sup> <sub>F</sub> ) | 0.46  | 1.11 | 1.20       | 0.03 | 0.12 | 0.01 | 0.03  | 2.97 |
| X <sup>2</sup> 臨界值 = 12.59        |       |      | 檢定量 = 5.45 |      |      |      | 判定：無關 |      |

針對受訪者年齡進行調查，其年齡分布範圍如圖 5-2。其中低於 40 歲的受訪者有 182 人，40~60 歲的受訪者有 340 人，60~80 歲的受訪者有 343 人，大於 80 歲的受訪者有 68 人。若將受訪者分為非中高齡族群（年齡低於 40 歲）以及中高齡族群（年齡在 40 歲以上）兩部分，有效問卷共有 933 份，其中 40 歲以下有 165 位佔 18%，40 歲以上有 768 位佔 82%。卡方檢定結果如表 5-2。

$\chi^2$  檢定量  $7.09 <$  檢定的臨界值  $\chi^2_{6,0.05} = 12.59$ 。年齡與室內熱環境評估無關。



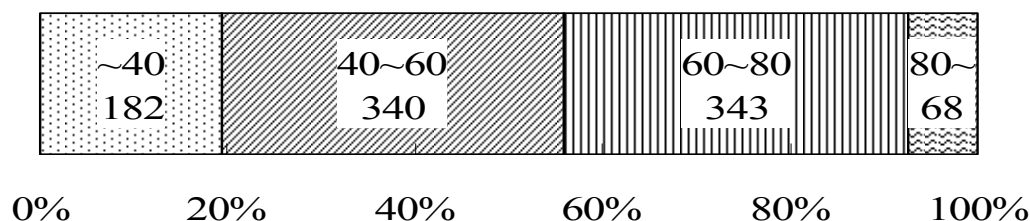


圖 5-2 受訪者年齡分布

表 5-2 受訪者年齡之卡方檢定結果

|   | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計   |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |      |
| 問卷結果  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 非中高齡  | 0     | 5    | 19   | 121  | 13   | 5    | 2    | 165  |
| 中高齡   | 1     | 7    | 75   | 601  | 64   | 14   | 6    | 768  |
| 總和  | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933  |
| 期望次數  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 非中高齡  | 0     | 2    | 17   | 128  | 14   | 3    | 1    |      |
| 中高齡   | 1     | 10   | 77   | 594  | 63   | 16   | 7    |      |
| 統計量   |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 非中高齡  | 0.18  | 3.90 | 0.34 | 0.35 | 0.03 | 0.80 | 0.24 | 5.84 |
| 中高齡   | 0.04  | 0.84 | 0.07 | 0.08 | 0.01 | 0.17 | 0.05 | 1.25 |
| X <sup>2</sup> 臨界值 = 12.59                      檢定量 = 7.09                      判定：無關 |       |      |      |      |      |      |      |      |

針對受訪者床位進行調查，其床位分布範圍如圖 5-3。其中第一床的受訪者有 230 人，第二床的受訪者有 299 人，第三床的受訪者有 226 人，第四床的受訪者有 178 人。若將受訪者分為靠窗族群（第 2、4 床）以及非靠窗族群（第 1、3 床）兩部分，有效問卷共有 933 份，其中靠窗族群有 477 位佔 51%，非靠窗族群有 456 位佔 49%。卡方檢定結果如表 5-3。

X<sup>2</sup> 檢定量 4.66 < 檢定的臨界值 X<sup>2</sup><sub>6,0.05</sub> = 12.59。年齡與室內熱環境評估無關。

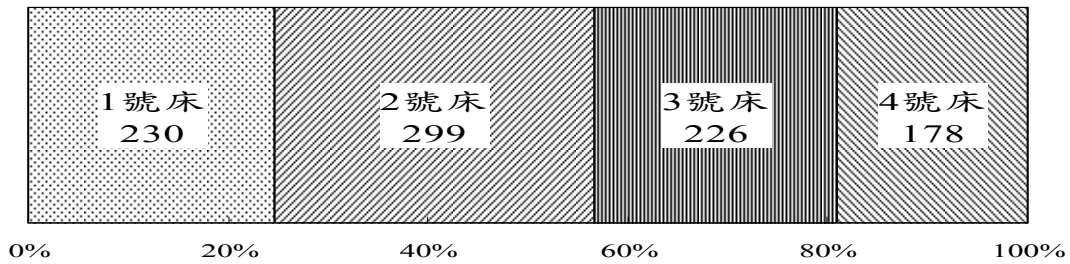


圖 5-3 受訪者床位分布

表 5-3 受訪者床位之卡方檢定結果

|   | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計   |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |      |
| 問卷結果  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 不靠窗   | 1     | 5    | 49   | 343  | 43   | 8    | 5    | 454  |
| 靠窗  | 0     | 7    | 45   | 379  | 34   | 11   | 3    | 479  |
| 總和  | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933  |
| 期望次數  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 不靠窗   | 0     | 6    | 46   | 351  | 37   | 9    | 4    |      |
| 靠窗  | 1     | 6    | 48   | 371  | 40   | 10   | 4    |      |
| 統計量   |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 不靠窗   | 0.54  | 0.12 | 0.23 | 0.20 | 0.82 | 0.17 | 0.31 | 2.39 |
| 靠窗  | 0.51  | 0.11 | 0.22 | 0.19 | 0.77 | 0.16 | 0.30 | 2.27 |
| X <sup>2</sup> 臨界值=12.59      檢定量=4.66      判定：無關 |       |      |      |      |      |      |      |      |

探討居住地與室內熱環境指標之間是否有關聯性。依受訪者居住地分為四個區域，分別為北基宜、桃竹苗、中投彰雲、嘉南高屏。有效問卷統計數總共為 933 份，其中居住在台北、基隆、宜蘭地區的有 19 位，居住在桃園、新竹、苗栗地區的有 42 位，居住在台中、南投、彰化、雲林地區的有 821 位，居住在嘉義、台南、高雄、屏東地區的有 51 位，其分布範圍如圖 5-4。將居住地以是否居住於台中縣市區分為兩個部份，居

住在台中縣市的有 287 位佔 31%，非居住於台中縣市的有 646 位佔 69%。

卡方檢定結果如表 5-4。

$\chi^2$  檢定量 4.93 < 檢定的臨界值  $\chi^2_{6,0.05} = 12.59$ 。居住地與室內熱環境評估無關。

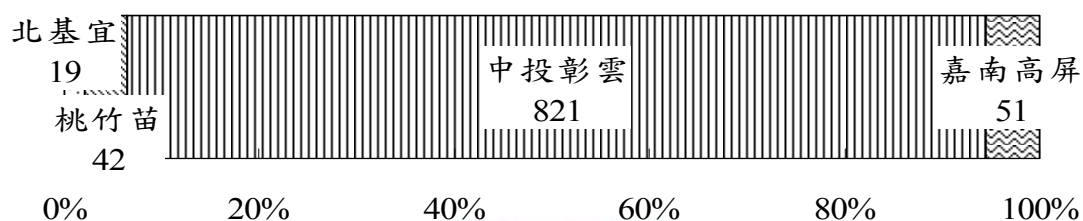


圖 5-4 受訪者居住地分布

表 5-4 受訪者居住地之卡方檢定結果

|   | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計   |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |      |
| 問卷結果  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 非居住   | 0     | 6    | 32   | 216  | 25   | 7    | 1    | 287  |
| 居住  | 1     | 6    | 62   | 506  | 52   | 12   | 7    | 646  |
| 總和  | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933  |
| 期望次數  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 非居住   | 0     | 4    | 29   | 222  | 24   | 6    | 2    |      |
| 居住  | 1     | 8    | 65   | 500  | 53   | 13   | 6    |      |
| 統計量   |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 非居住   | 0.31  | 1.44 | 0.33 | 0.17 | 0.07 | 0.23 | 0.87 | 3.42 |
| 居住  | 0.14  | 0.64 | 0.15 | 0.07 | 0.03 | 0.10 | 0.39 | 1.52 |
| $\chi^2$ 臨界值 = 12.59                      檢定量 = 4.93                      判定：無關 |       |      |      |      |      |      |      |      |

探討住院時間與室內熱環境指標之間是否有相關性。住院天數的分布如圖 5-5，其中少於 7 天的受訪者有 456 人，7~14 天的受訪者有 378 人，14~28 天的受訪者有 65 人，28 天以上的受訪者有 34 人。若將受訪

者分為住院未滿七天以及住院七天以上兩個族群，有效問卷共有 933 份，其中未滿 7 天的有 456 位佔 49%，七天以上的有 477 位佔 51%。卡方檢定的結果如表 5-5。

$\chi^2$  檢定量  $2.52 <$  檢定的臨界值  $\chi^2_{6,0.05} = 12.59$ 。住院時間與室內熱環境評估無關。

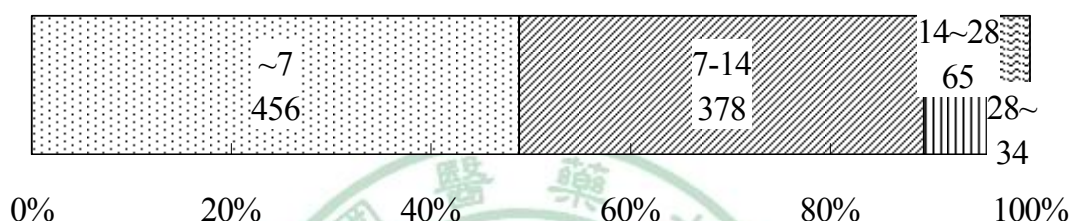


圖 5-5 受訪者住院天數分佈

表 5-5 受訪者住院天數之卡方檢定結果

|                   | 舒適度級距 |      |            |      |      |      |       | 小計   |
|-------------------|-------|------|------------|------|------|------|-------|------|
|                   | -3    | -2   | -1         | 0    | 1    | 2    | 3     |      |
| 問卷結果              |       |      |            |      |      |      |       |      |
| 七天內               | 0     | 7    | 47         | 356  | 34   | 8    | 4     | 456  |
| 七天外               | 1     | 5    | 47         | 366  | 43   | 11   | 4     | 477  |
| 總和                | 1     | 12   | 94         | 722  | 77   | 19   | 8     | 933  |
| 期望次數              |       |      |            |      |      |      |       |      |
| 七天內               | 0     | 6    | 46         | 353  | 38   | 9    | 4     |      |
| 七天外               | 1     | 6    | 48         | 369  | 39   | 10   | 4     |      |
| 統計量               |       |      |            |      |      |      |       |      |
| 七天內               | 0.49  | 0.22 | 0.02       | 0.03 | 0.35 | 0.18 | 0.00  | 1.29 |
| 七天外               | 0.47  | 0.21 | 0.02       | 0.03 | 0.34 | 0.17 | 0.00  | 1.23 |
| $X^2$ 臨界值 = 12.59 |       |      | 檢定量 = 2.53 |      |      |      | 判定：無關 |      |

探討健康狀況與室內熱環境指標之間是否有相關性。健康程度的分布如圖 5-6，其中健康的受訪者有 347 人，稍虛弱的受訪者有 354 人，虛

弱的受訪者有 139 人，很虛弱的受訪者有 93 人。若將受訪者分為健康以及虛弱（稍虛弱、虛弱以及很虛弱）兩個族群，有效問卷共有 933 份，其中健康的有 343 位佔 37%，虛弱的有 590 位佔 63%。卡方檢定的結果如表 5-6。

$\chi^2$  檢定量 43.28 > 檢定的臨界值  $\chi^2_{6,0.05} = 12.59$ 。健康狀況與室內熱環境評估有關。

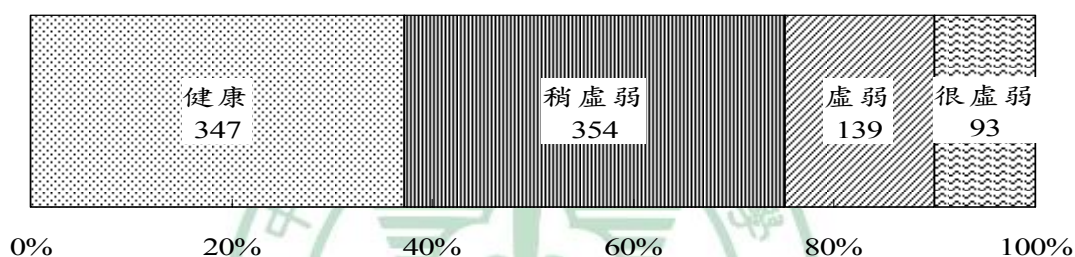


圖 5-6 受訪者健康狀況分布

表 5-6 受訪者健康狀況之卡方檢定結果

|  | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計    |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
|  | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |       |
| 問卷結果   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 健康   | 0     | 0    | 21   | 288  | 16   | 10   | 8    | 343   |
| 不健康  | 1     | 12   | 73   | 434  | 61   | 9    | 0    | 590   |
| 總和   | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933   |
| 期望次數   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 健康   | 0     | 4    | 35   | 265  | 28   | 7    | 3    |       |
| 不健康  | 1     | 8    | 59   | 457  | 49   | 12   | 5    |       |
| 統計量  |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 健康   | 0.37  | 4.41 | 5.32 | 1.92 | 5.35 | 1.30 | 8.70 | 27.37 |
| 不健康  | 0.21  | 2.56 | 3.09 | 1.12 | 3.11 | 0.76 | 5.06 | 15.91 |
| $\chi^2$ 臨界值 = 12.59                      檢定量 = 43.28                      判定：有關 |       |      |      |      |      |      |      |       |

## 第二節 病房背景資料檢定

問卷的第三部份詢問了住院病患對病房內的環境特性滿意度，包括噪音、照明、室內空氣品質、空間大小、病床舒適性、醫護人員的滿意度等七個因子。本研究以卡方獨立性檢定以了解病房內的背景環境特性對住院病患熱感覺的影響，所檢定的因子包括噪音滿意度、照明滿意度、室內空氣品質滿意度、空間大小滿意度、病床舒適性滿意度、醫護人員服務滿意度，以及病房內的空調情形。

首先對病房內噪音滿意度進行卡方檢定，將滿意度分成七個等級，分別為很不滿意=-3、不滿意=-2、稍不滿意=-1、中等=0、稍滿意=1、滿意=2、很滿意=3，其分布範圍如圖 5-7。其中有 28 人覺得很不滿意，不滿意的有 51 人，稍不滿意的有 135 人，中等的有 580 人，稍滿意的有 9 人，滿意的有 114 人，很滿意的有 16 人。933 份有效樣本中，對病房內噪音表示不滿意的族群（回答很不滿意、不滿意、稍不滿意以及中等的一半）有 504 位佔 54%，表示滿意的族群（回答很滿意、滿意、稍滿意以及中等的一半）有 429 位佔 49%。卡方檢定的結果如表 5-7。

$\chi^2$  檢定量 18.21 > 檢定的臨界值  $\chi^2_{6,0.05} = 12.59$ 。病房內噪音滿意度與室內熱環境評估有關。

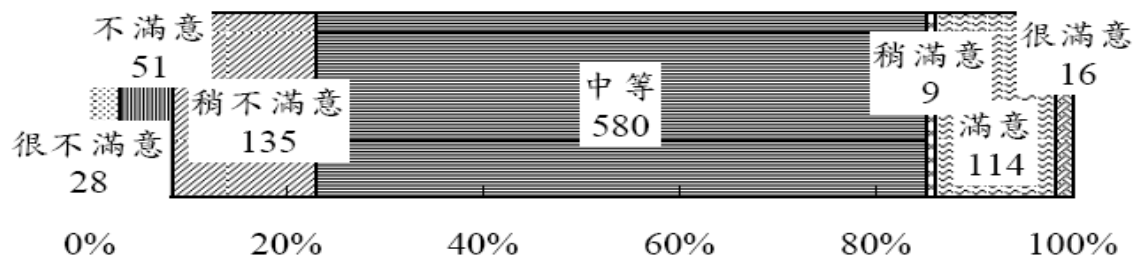


圖 5-7 受訪者噪音滿意度分布

表 5-7 受訪者噪音滿意度之卡方檢定結果

|                          | 舒適度級距 |      |           |      |      |       |      | 小計  |
|--------------------------|-------|------|-----------|------|------|-------|------|-----|
|                          | -3    | -2   | -1        | 0    | 1    | 2     | 3    |     |
| 問卷結果                     |       |      |           |      |      |       |      |     |
| 不滿意                      | 1     | 6    | 66        | 372  | 39   | 13    | 7    | 504 |
| 滿意                       | 0     | 6    | 28        | 350  | 38   | 6     | 1    | 429 |
| 總和                       | 1     | 12   | 94        | 722  | 77   | 19    | 8    | 933 |
| 期望次數                     |       |      |           |      |      |       |      |     |
| 不滿意                      | 1     | 6    | 51        | 390  | 42   | 10    | 4    |     |
| 滿意                       | 0     | 6    | 43        | 332  | 35   | 9     | 4    |     |
| 統計量                      |       |      |           |      |      |       |      |     |
| 不滿意                      | 0.39  | 0.04 | 4.56      | 0.83 | 0.16 | 0.73  | 1.66 | 8   |
| 滿意                       | 0.46  | 0.04 | 5.36      | 0.98 | 0.19 | 0.86  | 1.95 | 10  |
| X <sup>2</sup> 臨界值=12.95 |       |      | 檢定量=18.21 |      |      | 判定：有關 |      |     |

對病房內照明滿意度進行卡方檢定，933 份有效樣本中，對病房內照明表示不滿意的有 250 位佔 27%，表示滿意的有 683 位佔 73%。其分布範圍如圖 5-8，其中有 3 人覺得很不滿意，稍不滿意的有 29 人，中等的有 438 人，稍滿意的有 129 人，滿意的有 294 人，很滿意的有 40 人。卡方檢定的結果如表 5-8。

$x^2$  檢定量 23.49 > 檢定的臨界值  $x^2_{6,0.05} = 12.59$ 。病房內照明滿意度與

室內熱環境評估有關。

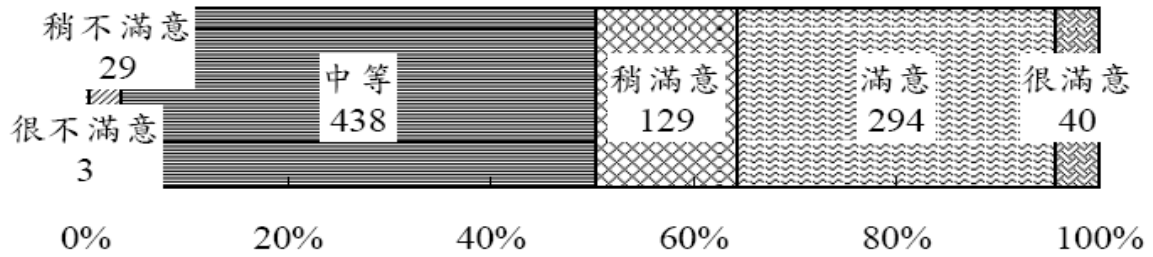


圖 5-8 受訪者照明滿意度分布

表 5-8 受訪者照明滿意度之卡方檢定結果

|  | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計    |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
|  | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |       |
| 問卷結果   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 1     | 8    | 17   | 193  | 18   | 10   | 3    | 250   |
| 滿意   | 0     | 4    | 77   | 529  | 59   | 9    | 5    | 683   |
| 總和   | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933   |
| 期望次數   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 0     | 3    | 25   | 193  | 21   | 5    | 2    |       |
| 滿意   | 1     | 9    | 69   | 529  | 56   | 14   | 6    |       |
| 統計量  |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 2.00  | 7.12 | 2.66 | 0.00 | 0.34 | 4.73 | 0.34 | 17.19 |
| 滿意   | 0.73  | 2.61 | 0.97 | 0.00 | 0.12 | 1.73 | 0.13 | 6.29  |
| X <sup>2</sup> 臨界值 = 12.59      檢定量 = 23.49      判定：有關 |       |      |      |      |      |      |      |       |

對病房內空氣品質滿意度進行卡方檢定，933 份有效樣本中，對病房內空氣品質表示不滿意的有 496 位佔 53%，表示滿意的有 437 位佔 47%，其分布範圍如圖 5-9，其中有 5 人覺得很不滿意，不滿意的有 15 人，稍不滿意的有 109 人，中等的有 735 人，稍滿意的有 49 人，滿意的有 20 人。卡方檢定的結果如表 5-9。

$x^2$  檢定量 15.38 > 檢定的臨界值  $x^2_{6,0.05} = 12.59$ 。病房內空氣品質滿意



度與室內熱環境評估有關。

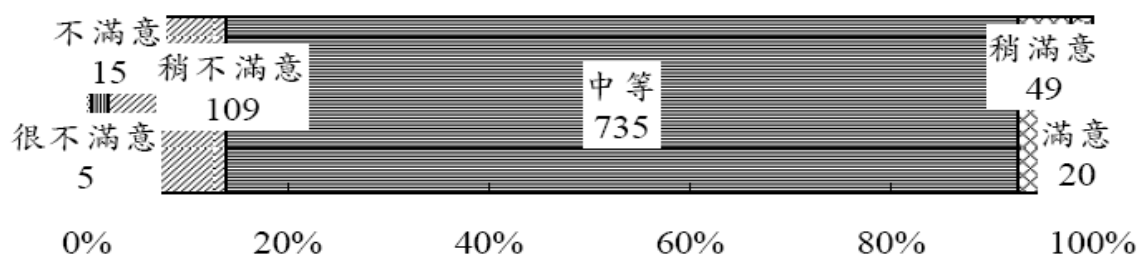


圖 5-9 受訪者空氣品質滿意度分布

表 5-9 受訪者空氣品質滿意度之卡方檢定結果

|                            | 舒適度級距 |      |             |      |      |      |       | 小計   |
|----------------------------|-------|------|-------------|------|------|------|-------|------|
|                            | -3    | -2   | -1          | 0    | 1    | 2    | 3     |      |
| 問卷結果                       |       |      |             |      |      |      |       |      |
| 不滿意                        | 1     | 6    | 61          | 368  | 40   | 12   | 8     | 496  |
| 滿意                         | 0     | 6    | 33          | 354  | 37   | 7    | 0     | 437  |
| 總和                         | 1     | 12   | 94          | 722  | 77   | 19   | 8     | 933  |
| 期望次數                       |       |      |             |      |      |      |       |      |
| 不滿意                        | 1     | 6    | 50          | 384  | 41   | 10   | 4     |      |
| 滿意                         | 0     | 6    | 44          | 338  | 36   | 9    | 4     |      |
| 統計量                        |       |      |             |      |      |      |       |      |
| 不滿意                        | 0.41  | 0.02 | 2.43        | 0.65 | 0.02 | 0.36 | 3.30  | 7.20 |
| 滿意                         | 0.47  | 0.03 | 2.76        | 0.74 | 0.02 | 0.41 | 3.75  | 8.17 |
| X <sup>2</sup> 臨界值 = 12.59 |       |      | 檢定量 = 15.38 |      |      |      | 判定：有關 |      |

對病房內空間大小滿意度進行卡方檢定，933 份有效樣本中，對病房內空間表示不滿意的有 435 位佔 47%，表示滿意的有 498 位佔 53%，其分布範圍如圖 5-10，其中有 17 人覺得很不滿意，不滿意的有 13 人，稍不滿意的有 132 人，中等的有 548 人，稍滿意的有 72 人，滿意的有 151 人。卡方檢定的結果如表 5-10。

$x^2$  檢定量 19.91 > 檢定的臨界值  $x^2_{6,0.05} = 12.59$ 。病房內空間大小滿意

度與室內熱環境評估有關。

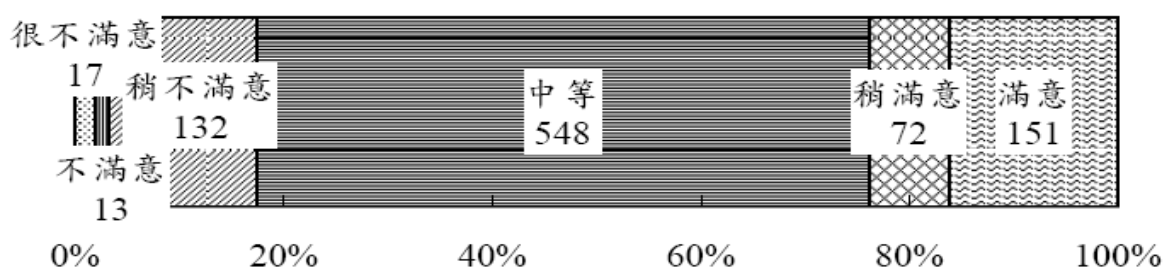


圖 5-10 受訪者空間大小滿意度分布

表 5-10 受訪者空間大小之卡方檢定結果

|  | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計    |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
|  | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |       |
| 問卷結果   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 1     | 7    | 58   | 321  | 30   | 11   | 7    | 435   |
| 滿意   | 0     | 5    | 36   | 401  | 47   | 8    | 1    | 498   |
| 總和   | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933   |
| 期望次數   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 0     | 6    | 44   | 337  | 36   | 9    | 4    |       |
| 滿意   | 1     | 6    | 50   | 385  | 41   | 10   | 4    |       |
| 統計量  |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 0.61  | 0.35 | 4.58 | 0.73 | 0.97 | 0.52 | 2.87 | 10.63 |
| 滿意   | 0.53  | 0.31 | 4.00 | 0.63 | 0.85 | 0.45 | 2.50 | 9.28  |
| X <sup>2</sup> 臨界值 = 12.59      檢定量 = 19.91      判定：有關 |       |      |      |      |      |      |      |       |

對病房內病床舒適度滿意度進行卡方檢定，933 份有效樣本中，對病房內病床舒適度表示不滿意的有 269 位佔 29%，表示滿意的有 664 位佔 71%，其分布範圍如圖 5-11，其中有 20 人覺得很不滿意，不滿意的有 22 人，稍不滿意的有 30 人，中等的有 396 人，稍滿意的有 136 人，滿意的有 329 人。卡方檢定的結果如表 5-11。

x<sup>2</sup> 檢定量 23.71 > 檢定的臨界值 x<sup>2</sup><sub>6,0.05</sub> = 12.95。病房內病床舒適滿意

度與室內熱環境評估有關。

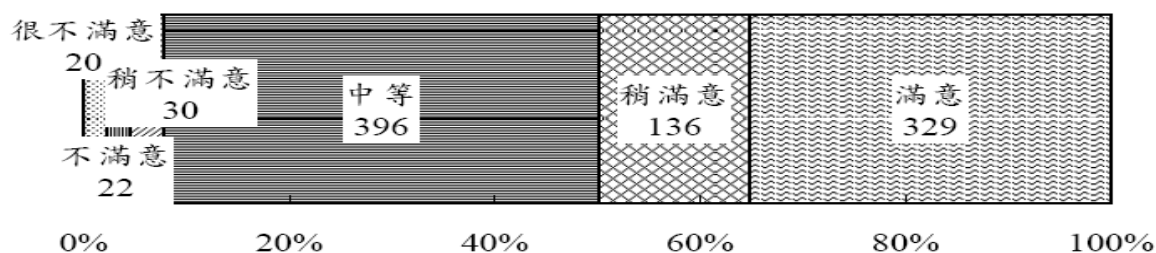


圖 5-11 受訪者病床舒適滿意度分布

表 5-11 受訪者病床舒適度之卡方檢定結果

|  | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計    |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
|  | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |       |
| 問卷結果   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 1     | 4    | 13   | 209  | 29   | 11   | 2    | 269   |
| 滿意   | 0     | 8    | 81   | 513  | 48   | 8    | 6    | 664   |
| 總和   | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933   |
| 期望次數   |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 0     | 3    | 27   | 208  | 22   | 5    | 2    |       |
| 滿意   | 1     | 9    | 67   | 514  | 55   | 14   | 6    |       |
| 統計量  |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 不滿意  | 1.76  | 0.08 | 7.34 | 0.00 | 2.08 | 5.57 | 0.04 | 16.87 |
| 滿意   | 0.71  | 0.03 | 2.97 | 0.00 | 0.84 | 2.26 | 0.02 | 6.84  |
| X <sup>2</sup> 臨界值 = 12.59      檢定量 = 23.71      判定：有關 |       |      |      |      |      |      |      |       |

對病房內醫護人員服務滿意度進行卡方檢定，933 份有效樣本中，對病房內服務表示不滿意的有 154 位佔 17%，表示滿意的有 779 位佔 83%，其分布範圍如圖 5-12，其中不滿意的有 16 人，稍不滿意的有 36 人，中等的有 204 人，稍滿意的有 100 人，滿意的有 452 人，很滿意的有 125 人。卡方檢定的結果如表 5-12。

$x^2$  檢定量 28.52 > 檢定的臨界值  $x^2_{6,0.05} = 12.95$ 。病房內醫護人員服務

滿意度與室內熱環境評估有關。

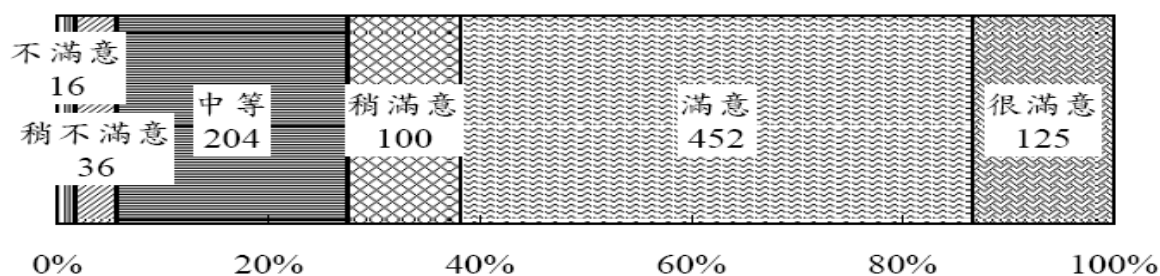


圖 5-12 受訪者醫護人員服務滿意度分布

表 5-12 受訪者醫護人員服務滿意度之卡方檢定結果

|   | 舒適度級距 |      |      |      |       |      |      | 小計    |
|---|-------|------|------|------|-------|------|------|-------|
|   | -3    | -2   | -1   | 0    | 1     | 2    | 3    |       |
| 問卷結果  |       |      |      |      |       |      |      |       |
| 不滿意   | 0     | 2    | 8    | 143  | 1     | 0    | 0    | 154   |
| 滿意  | 1     | 10   | 86   | 579  | 76    | 19   | 8    | 779   |
| 總和  | 1     | 12   | 94   | 722  | 77    | 19   | 8    | 933   |
| 期望次數  |       |      |      |      |       |      |      |       |
| 不滿意   | 0     | 2    | 16   | 119  | 13    | 3    | 1    |       |
| 滿意  | 1     | 10   | 78   | 603  | 64    | 16   | 7    |       |
| 統計量   |       |      |      |      |       |      |      |       |
| 不滿意   | 0.17  | 0.00 | 3.64 | 4.76 | 10.79 | 3.14 | 1.32 | 23.81 |
| 滿意  | 0.03  | 0.00 | 0.72 | 0.94 | 2.13  | 0.62 | 0.26 | 4.71  |
| $X^2$ 臨界值 = 12.59      檢定量 = 28.52      判定：有關 |       |      |      |      |       |      |      |       |

探討空調狀況與室內熱環境指標之間是否有相關性。空調狀況的分布如圖 5-13。其中沒開空調的有 126 人，風速弱的有 270 人，風速中等的有 165 人，風速強的有 372 人。若將受訪者分為沒開空調以及有開空調（風速弱、中、強）兩個族群，有效問卷共有 933 份，其中沒開空調的有 126 位佔 14%，有開空調的有 807 位佔 86%。卡方檢定的結果如表 5-13。

$\chi^2$  檢定量 9.31 < 檢定的臨界值  $\chi^2_{6,0.05} = 12.95$ 。空調狀況與室內熱環

境評估無關。

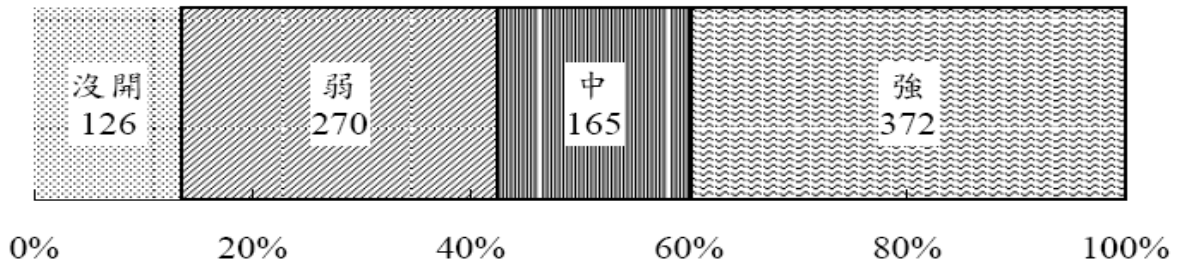


圖 5-13 受訪者空調狀況分布

表 5-13 受訪者空調狀況之卡方檢定結果

|   | 舒適度級距 |      |      |      |      |      |      | 小計   |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | -3    | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    |      |
| 問卷結果  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 沒開  | 0     | 4    | 15   | 91   | 11   | 2    | 3    | 126  |
| 有開  | 1     | 8    | 79   | 631  | 66   | 17   | 5    | 807  |
| 總和  | 1     | 12   | 94   | 722  | 77   | 19   | 8    | 933  |
| 期望次數  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 沒開  | 0     | 2    | 13   | 98   | 10   | 3    | 1    |      |
| 有開  | 1     | 10   | 81   | 624  | 67   | 16   | 7    |      |
| 統計量   |       |      |      |      |      |      |      |      |
| 沒開  | 0.14  | 3.49 | 0.42 | 0.43 | 0.03 | 0.12 | 3.41 | 8.05 |
| 有開  | 0.02  | 0.55 | 0.07 | 0.07 | 0.01 | 0.02 | 0.53 | 1.26 |
| $\chi^2$ 臨界值 = 12.59                      檢定量 = 9.31                      判定：無關 |       |      |      |      |      |      |      |      |

由卡方檢定的結果可以發現所有的病房內環境特性與病人的熱環境評估都是有關係的，這是因為住院病患在身體較虛弱的狀態，對於室內環境—即使與熱環境無直接相關—的變化與要求是比較敏感的。這與一般認為「舒適且令人愉悅的環境，有助於幫助病人恢復病情」的觀念相符合。以生理學的角度來看，室內環境容易影響住院病患的心理狀態，進

而影響其生理反應，造成 BMR（Basal Metabolic Rate，基礎代謝率）升高，導致體溫上升，而影響其對熱環境舒適度的評估與判斷。



## 第六章 討論

### 第一節 影響熱感覺的其他因子

本研究的特色，在於受訪者年齡層偏向中高齡族群，身體狀況亦較為虛弱，住院期間的居住行為多是短期且全天居留在病房內，除生病之外，幾乎不會住在病房內。而其他針對辦公室、教室或住宅的研究，其對象多是健康的青壯年族群，在長達數月甚至數年的時間內，幾乎每天都到辦公室、教室或住宅停留，但大多只有一個白天或一個晚上而非全天。換句話說，本研究與其他研究最大的差別，在於受訪者的年齡、健康狀況以及居住行為。

欲探討住院病患的年齡、健康程度以及居住行為是否對其熱感覺造成影響，而從原來的生活環境中搬入醫院中是否有熱不適應的情形，本研究針對四個因子進行探討：年齡、健康狀況、住院天數以及原居住地。

表 6-1 受訪者年齡、健康度、住院天數以及居住地卡方檢定表

| 特性   |       | TSV 熱感指標 |    |    |     |    |    |   | 人數  | 比例 (%) | 檢定量   |
|------|-------|----------|----|----|-----|----|----|---|-----|--------|-------|
|      |       | -3       | -2 | -1 | 0   | 1  | 2  | 3 |     |        |       |
| 年齡   | >40 歲 | 0        | 5  | 19 | 121 | 13 | 5  | 2 | 165 | 18%    | 7.09  |
|      | ≤40 歲 | 1        | 7  | 75 | 601 | 64 | 14 | 6 | 768 | 72%    |       |
| 健康狀況 | 健康    | 0        | 0  | 21 | 288 | 16 | 10 | 8 | 343 | 37%    | 43.28 |
|      | 虛弱    | 1        | 12 | 73 | 434 | 61 | 9  | 0 | 590 | 63%    |       |
| 住院天數 | >7 天  | 0        | 7  | 47 | 356 | 34 | 8  | 4 | 456 | 49%    | 2.53  |
|      | ≤7 天  | 1        | 5  | 47 | 366 | 43 | 11 | 4 | 477 | 51%    |       |
| 原居住地 | 本地    | 0        | 6  | 32 | 216 | 25 | 7  | 1 | 287 | 31%    | 4.93  |
|      | 非本地   | 1        | 6  | 62 | 506 | 52 | 12 | 7 | 646 | 69%    |       |

$X^2$  臨界值：12.59

表 6-1 為受訪者年齡、健康狀況、住院天數以及原居住地的卡方檢定表。將受訪者依照欲了解的條件分為兩個族群，使用卡方獨立性檢定對兩個族群的投票數分布作比較。所以年齡分為未滿 40 歲族群以及大於 40 歲族群，健康狀況分為健康族群以及虛弱（稍虛弱、虛弱、很虛弱）族群，住院天數分為未滿七天族群以及七天以上族群，而居住地則分為本地族群以及非本地族群。卡方獨立性檢定的假設條件是若  $X^2$  檢定量  $> X^2$  臨界值，則拒絕虛無假設，即檢定項目與室內熱環境評估有關，熱感覺投票數與受該特性支配。如表 6-1 所示，年齡的檢定量為 7.09，住院天數的檢定量為 2.53，居住地的檢定量為 4.93，皆小於  $X^2$  臨界值 12.59。只有受訪者的健康程度檢定量為 43.28，高於  $X^2$  臨界值 12.59，顯示受訪者的健康狀況會影響其熱感覺。

圖 6-1、6-2 為冬天和夏天中健康族群以及虛弱族群的中性溫度迴歸模式。利用同樣的機率迴歸模式，可以得到迴歸式如下：

$$\text{冬天虛弱族群：} ET^* = 23.1 - 6.3Z \quad R^2 = 0.9 \quad (6-1)$$

$$\text{冬天健康族群：} ET^* = 23.0 - 12.9Z \quad R^2 = 1 \quad (6-2)$$

$$\text{夏天虛弱族群：} ET^* = 24.4 - 9.6Z \quad R^2 = 0.96 \quad (6-3)$$

$$\text{夏天健康族群：} ET^* = 23.3 - 10.7Z \quad R^2 = 0.5 \quad (6-4)$$



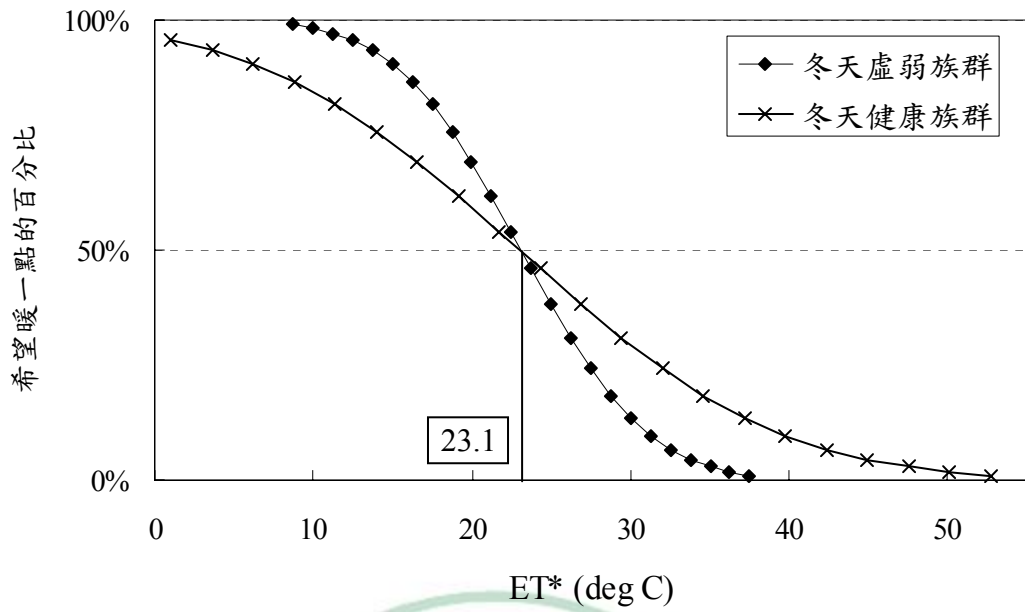


圖 6-1 冬天受訪者虛弱族群與健康族群中性溫度比較

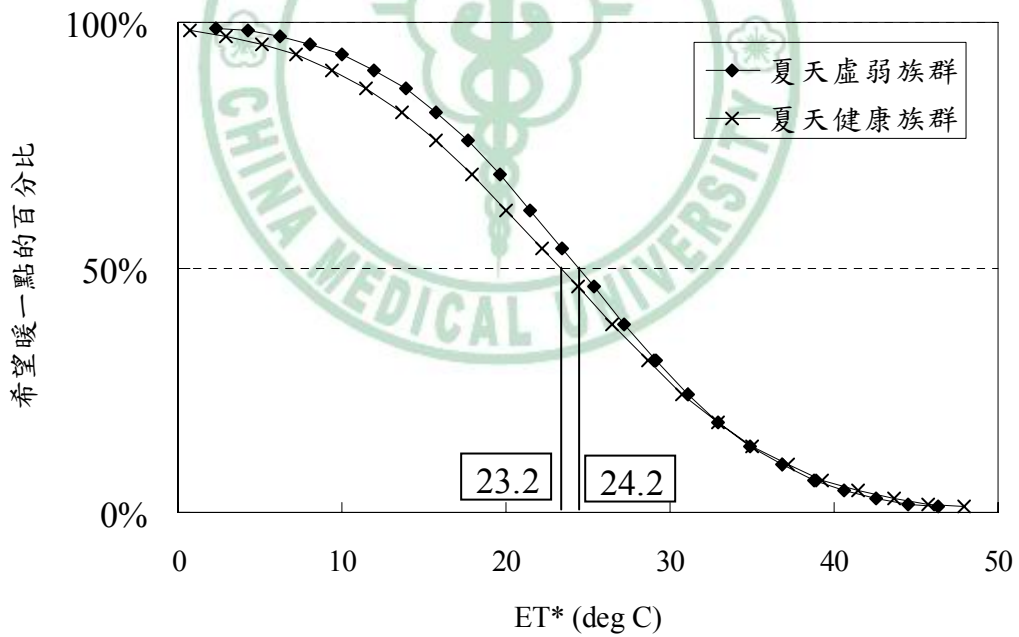


圖 6-2 夏天受訪者虛弱族群與健康族群中性溫度比較

如圖所示，冬天虛弱族群與健康族群的中性溫度大致相同，發生在 23.1°C ET\*，夏天時虛弱族群與健康族群的中性溫度也只有相差 1°C

ET\*，分別為 24.2°C ET\*和 23.2°C ET\*。以幾乎沒有人（0.5%）到所有的人（99.5%）都希望調暖所構成的溫度範圍做為比較基準，冬天健康族群的接受溫度範圍（0°C~52°C）約為虛弱族群接受溫度範圍（10°C~38°C）的 1.4 倍，這說明冬天時，虛弱族群對於溫度變化較為敏感，或許需要較恆定的熱環境。在夏天虛弱族群溫度範圍與健康族群溫度範圍則大致相同（0°C~48°C）。

圖 6-3、6-4 則為冬天和夏天中虛弱族群和健康族群的喜好溫度迴歸模式比較。利用機率迴歸模式，可以得到迴歸式如下：

$$\text{冬天虛弱受訪者希望調暖族群：} ET^* = 17.5 - 4.5Z \quad R^2 = 0.9 \quad (6-5)$$

$$\text{冬天虛弱受訪者希望調涼族群：} ET^* = 27.3 + 2Z \quad R^2 = 0.8 \quad (6-6)$$

$$\text{冬天健康受訪者希望調暖族群：} ET^* = 18 - 3.5Z \quad R^2 = 0.8 \quad (6-7)$$

$$\text{冬天健康受訪者希望調涼族群：} ET^* = 24.2 + 1.4Z \quad R^2 = 0.6 \quad (6-8)$$

$$\text{夏天虛弱受訪者希望調暖族群：} ET^* = 19.8 - 3.1Z \quad R^2 = 0.8 \quad (6-9)$$

$$\text{夏天虛弱受訪者希望調涼族群：} ET^* = 29.9 + 3.4Z \quad R^2 = 0.8 \quad (6-10)$$

$$\text{夏天健康受訪者希望調暖族群：} ET^* = 21.1 - 1.7Z \quad R^2 = 0.6 \quad (6-11)$$

$$\text{夏天健康受訪者希望調涼族群：} ET^* = 19.8 + 3.1Z \quad R^2 = 0.8 \quad (6-12)$$

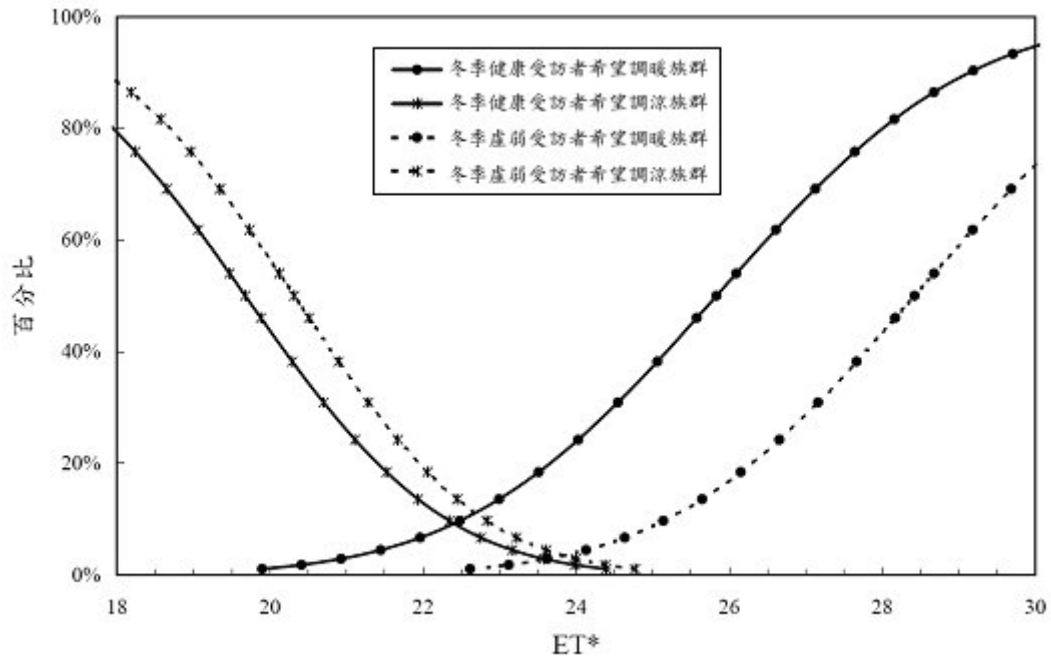


圖 6-3 冬天健康族群與虛弱族群喜好溫度比較

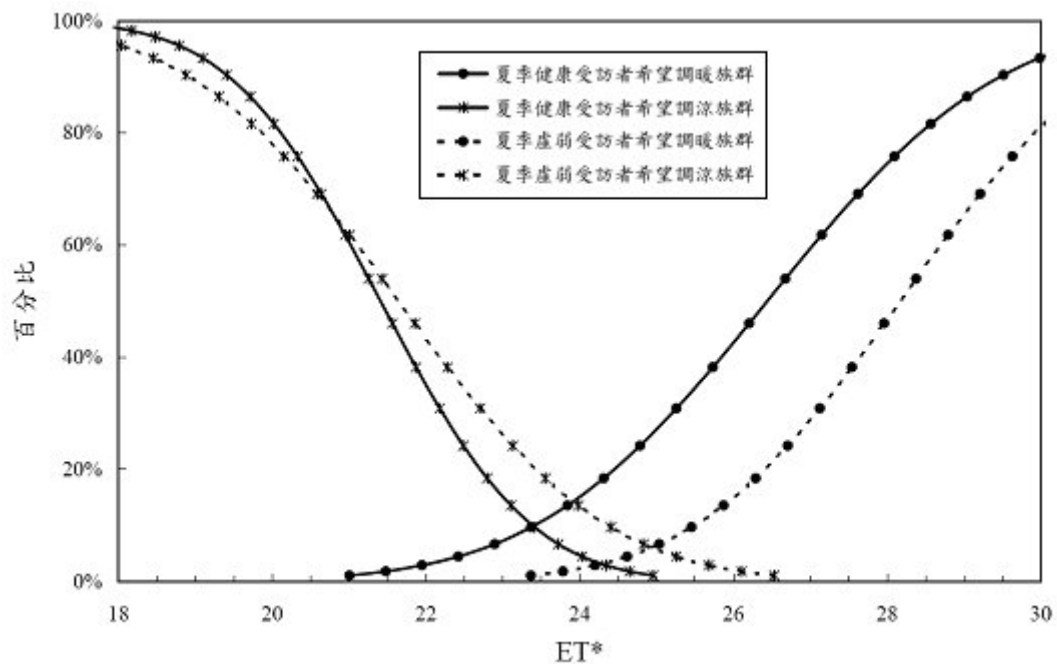


圖 6-4 夏天健康族群與虛弱族群喜好溫度比較

如圖所示，冬天健康受訪者的喜好溫度發生在 22.5°C ET\*，虛弱受訪者則是 24°C ET\*。夏天健康受訪者的喜好溫度為 23.4°C ET\*，虛弱受

訪者則是 25°C ET\*。不管是冬季或夏季，虛弱受訪者的喜好溫度皆比健康受訪者高，顯示虛弱族群希望有較溫暖的環境。從受訪者的接受溫度範圍也可證明此一論點。若以冬天中符合 ASHRAE Standard 55 的 80% 以上居住者覺得滿意（亦即 20% 的居住者覺得不滿意）之熱可接受標準下限，作為溫度下限，以夏天中符合 ASHRAE Standard 55 的 80% 以上居住者覺得滿意之熱可接受標準上限，作為溫度上限，可以得到虛弱族群的接受溫度範圍為 22°C ET\*~26.2°C ET\*，健康族群則是 21.5°C ET\*~24.5 °C ET\*，虛弱族群的接受溫度範圍較健康族群高。

## 第二節 與其他文獻比較

本研究針對醫院中的住院病患做現場實測調查，採取物理性測定以及問卷調查同步進行的方式。因此本研究與採用同樣實測調查方式但在其他場所進行調查的研究相比較，以了解不同對象以及環境是否會有不一樣的熱感覺。

表 6-2 是與其他使用實測調查但針對不同場所的研究比較。本研究選擇 De Dear 在澳洲 Townsville 市針對空調辦公室的研究、Chan 在香港調查空調辦公室的研究做為比較，因為這些城市的緯度以及氣候狀況與台灣較為相近。為了要與各種不同的場所比較，本研究也選擇黃瑞隆針對台灣空調教室的研究進行比較。由於香港的研究以操作溫度來表示中性溫

度與喜好溫度，故本研究亦呈現出以操作溫度來表示中性溫度和喜好溫度的結果。

表 6-2 其他文獻比較表

| 年份   | 研究者        | 地點 | 場所         | 冬天                  |                       | 夏天                  |                     |
|------|------------|----|------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
|      |            |    |            | 中性溫度<br>(°C)        | 喜好溫度<br>(°C)          | 中性溫度<br>(°C)        | 喜好溫度<br>(°C)        |
| 1994 | De Dear    | 澳洲 | 辦公室        |                     |                       | 24.3 ET*            | 23.5 ET*            |
| 1998 | W. T. Chan | 香港 | 辦公室        | 21.3 To             | 20.8 To               | 23.5 To             | 22.5 To             |
| 2004 | 黃瑞隆 等      | 台灣 | 空調教室       |                     |                       | 26 ET*              | 24 ET*              |
| 2005 | K. W. Mui  | 香港 | 辦公室        | 21.4 To             | 20.4 To               | 23.6 To             | 22.6 To             |
| 2005 | 本研究團隊      | 台灣 | 醫院<br>(全部) | 23 ET*<br>(22.7 To) | 23.3 ET*<br>(23.1 To) | 24 ET*<br>(24.1 To) | 24 ET*<br>(24.1 To) |
|      |            |    | 醫院<br>(虛弱) | 23.1 ET*            | 24 ET*                | 24.2 ET*            | 25 ET*              |

由表 6-2 中可知，在澳洲所得到的夏天中性溫度為 24.3°C ET\*，喜好溫度則為 23.5°C ET\*。在香港的空調辦公室所得到冬天的中性溫度與喜好溫度分別為 21.3°C To~21.4°C To 以及 20.4°C To~20.8°C To，夏天的中性溫度與喜好溫度則分別為 23.5°C To~23.6°C To 以及 22.5°C To~22.6°C To。本研究所得到的冬天的中性溫度與喜好溫度分別為 23°C ET\* (22.7°C To) 以及 23.3°C ET\*(23.1°C To)，夏天的中性溫度和喜好溫度則都為 24°C ET\* (24.1°C To)。相較於絕大多數身體狀況皆為健康的辦公室受訪者，住院病患需要的舒適溫度較高，尤其冬天的溫度相差較大，約 2°C。

台灣針對空調教室所得到的夏天中性溫度為 26°C ET\*，喜好溫度為 24°C ET\*，相較於本研究在醫院病房所得到的數據較為相近。空調教室

學生的中性溫度比醫院病房住院病患的中性溫度高  $2^{\circ}\text{C}$  ET\*，比較虛弱住院病患高  $1.8^{\circ}\text{C}$  ET\*，主要是因為住院病患整天居留在病房中較少走動，不似學生經常由空調教室進出非空調的環境，所以較不會因溫差而影響其熱感覺。虛弱族群的住院病患之喜好溫度則比空調教室學生高  $1^{\circ}\text{C}$  ET\*，此結果跟與辦公室研究的比較結果類似。

由以上的文獻比較可以得知，醫院住院病患的喜好溫度多較辦公室、教室等身體狀況多為良好的居住者高，而這與一般認為較虛弱的人比較怕冷的認知是一致的。



## 第七章 結論

本研究最重要的成就，是將 ASHRAE Standard 55 的熱舒適調查方法成功的運用於台灣醫院病房住院病患的熱舒適調查。本研究採取現場物理性環境測量與問卷調查同步進行的方式，調查某醫學中心中 83 間空調病房，完成 933 份物理測定數據以及問卷資料。本研究的重要結論如下：

1. 現場物理測定的結果顯示，冬天落於舒適區內的比例有 57%，夏天則只有 38%。落在舒適區內比例過低的原因是因為溼度控制不當，若不考慮溼度的限制，則落於舒適區的比例可高達九成。濕度控制不當的原因是因為冷氣負荷量的限制。
2. 雖然現場物理實測的結果顯示落於舒適區的比例很低，但不管是根據直接詢問接受度的調查、以選擇 ASHRAE Standard 55 熱感尺度三個中間值相當於可接受的間接調查或是熱喜好問卷中選擇不改變相當於可接受的調查，都顯示有超過八成的受訪者選擇可以接受其所處的熱環境。此一結果顯示住院病患或許需要不同於 ASHRAE Standard 55 所建議的舒適範圍。
3. 以機率迴歸模式找到的中性溫度與喜好溫度在冬天分別為  $23^{\circ}\text{C}$  ET\* 以及  $23.3^{\circ}\text{C}$  ET\*，夏天則皆為  $24^{\circ}\text{C}$  ET\*，顯示住院病患認為最佳的溫度與中性溫度相當。冬天希望調熱的溫度範圍 ( $11.5\sim 26^{\circ}\text{C}$ ) 是希望調冷的溫度範圍 ( $22.8\sim 31^{\circ}\text{C}$ ) 的 1.8 倍，這

顯示受訪者對熱有較高的忍受度。

4. 以 80% 以上受訪者覺得滿意的溫度為界，冬天的溫度下限為全年的溫度下限，夏天的溫度上限為全年的溫度上限，可知住院病患的接受溫度範圍為  $21.4^{\circ}\text{C ET}^{\ast}\sim 25.2^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$ 。此一結果較 ASHRAE 所建議的溫度範圍  $19.2^{\circ}\text{C ET}^{\ast}\sim 28.8^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$  為窄，尤其在溫度上限部分。此一結果可以確認受訪者因已習慣台灣高溫高濕的氣候，而有較高的溫濕度容忍上限。
5. 本研究以卡方檢定來探討病房環境特性是否會影響住院病患的熱感覺。結果發現所有環境特性皆與熱感覺選擇相關。該結果與一般認為「舒適且令人愉悅的環境，有助於幫助病人恢復病情」的觀念相符合。
6. 以卡方檢定了解住院病患的年齡、健康狀況、住院天數、原居住地是否會影響其對熱環境的需求，結果顯示只有健康狀況與熱感覺選擇相關。該結果顯示虛弱的人需要與健康者不同的熱環境。
7. 將受訪者分為健康族群與虛弱族群，發現健康族群與虛弱族群的中性溫度在冬天皆為  $23.1^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$ ，夏天則分別為  $24.2^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$  和  $23.2^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$ 。發現健康族群與虛弱族群的喜好溫度在冬天分別為  $22.5^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$  和  $24^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$ ，夏天則分別為  $23.4^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$  和  $25^{\circ}\text{C ET}^{\ast}$ 。虛弱受訪者的喜好溫度皆比健康受訪者高，顯示虛弱族群希望有



較溫暖的環境。

8. 冬天健康族群的接受溫度範圍 ( $0^{\circ}\text{C}\sim 52^{\circ}\text{C}$ ) 約為虛弱族群接受溫度範圍 ( $10^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ) 的 1.4 倍，這說明冬天時，虛弱族群對於溫度變化較為敏感，或許需要較恆定的熱環境。在夏天虛弱族群溫度範圍與健康族群溫度範圍則大致相同 ( $0^{\circ}\text{C}\sim 48^{\circ}\text{C}$ )。
9. 虛弱族群的接受溫度範圍為  $22^{\circ}\text{C ET}^*\sim 26.2^{\circ}\text{C ET}^*$ ，健康族群則是  $21.5^{\circ}\text{C ET}^*\sim 24.5^{\circ}\text{C ET}^*$ ，虛弱族群的接受溫度範圍較健康族群高。
10. 與其他地區針對不同場所的實測結果相比較，可以發現住院病患要求的中性溫度與喜好溫度較辦公室、教室的健康受訪者高，該結果顯示住院病患希望更暖和的熱環境。



## 參考文獻

- (1) ASHRAE, ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, America Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, (1992) .
- (2) P. O. Fanger, Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering. Copenhagen: Danish Technical Press, (1970) .
- (3) ISO 7730. Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort. 2nd. ed. Vol. ISO 7730: 1994 (E). International Standard Organization, (1994) .
- (4) P. O. Fanger, G. Langkilde., ASHRAE Trans. 81 (2) , p. 140-147, (1975) .
- (5) P. O. Fanger, , Hobjerre, J.O.B. Thomsen. Int. J. Biometeorol. 21(1) , p. 44-50, (1977) .
- (6) R. R. Gonzalez, Role of natural acclimatization ( cold and heat ) and temperature; effect on health and acceptability in the built environment, in P. O. Fanger O. Valborn (Eds.) Indoor Climate Danish Building Research institute, Copenhagen, p. 737-751, (1979) .
- (7) T. M. Chung, W. C. Tong, Building Environ. 25 (4) , p. 317-328, (1990) .

- (8) R. J. de Dear, K. G. Leow, A. Ameen, ASHRAE Trans. 97 (1), p. 880-886, (1991).
- (9) Fountain M., Arens E., "Air Movement and Thermal Comfort." ASHRAE Journal 35 (8) : p. 26-30, (1993).
- (10) Fountain M. et al., "Comfort Control for Short-Term Occupancy." Energy and Buildings 21: p. 1-13, (1994).
- (11) M. A. Humphreys, Field Studies and climate chamber experiments in thermal comfort research, in N. A. Oseland, M. A. Humphreys (Eds.), Thermal Comfort: Past, Present and Future, BRE, UK, (1994).
- (12) Xu T., Arens E., and Bauman F., The Effects of High-Level Air Humidity on Subjective Perception of Comfort. Proceedings of the 2nd International Symposium on Heating, Ventilation, and Air Conditioning; Beijing, China, p. 81-91, (1995).
- (13) 徐筱琪, 國人空調舒適度調查研究, 冷凍與空調雜誌, 168-172, 2001年8月.
- (14) R. J. De Dear, K. G. Leow, S. C. Foo, Thermal comfort in the humid tropics: field experiments in air-conditioned and naturally ventilated buildings in Singapore, International Journal of Biometeorology, 34, p. 259-265, (1991).
- (15) J. F. Busch, Thermal responses to the Thai office environment, ASHRAE Transactions 96 (1), p. 859-872, (1992).
- (16) R. J. De Dear, M. E. Fountain "Field experiments on occupant comfort

- and office thermal environments in a hot-humid climate”, ASHRAE Transactions, vol. 100, part 2, p. 457-475, (1994) .
- (17) A. G. Kwok, Thermal comfort in tropical classrooms, ASHRAE Transactions 104 (1B) , p. 1031-1047, (1998) .
- (18) T. H. Karyono, Report on thermal comfort and building energy studies in Jakarta – Indonesia, Building and Environment, p. 3577-90, (1998) .
- (19) Daniel W. T., John B., R. J. De Dear, Stephen C. H., “A Large-Scale Survey of Thermal Comfort in Office Premises in Hong Kong”, ASHRAE Transactions, vol. 104, p. 1172-1180, (1998) .
- (20) A. G. Kwok, Analysis of Thermal Comfort Requirements of the Elderly in Environmentally Controlled Conditions.
- (21) N. H. Wong, S. S. Khoo, Thermal comfort in classrooms in tropics, Energy and Buildings 35, p. 337-351, (2003) .
- (22) A. G. Kwok, Chungyoon C., Thermal Comfort in Japanese schools, Solar Energy 74, p. 245-252, (2003) .
- (23) R. L. Hwang, T. P. Lin, N. J. Kuo, Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan, Energy and Buildings 38, p. 53-62, (2006) .
- (24) R. M. Smith, A. Rae, Thermal comfort of patients in hospital ward areas, J. Hyg., Camb.,78, p. 17-26, (1977) .
- (25) N. Hashiguchi et al., Thermal Environment and Subjective Responses of Patients and Staff in a Hospital during Winter, J. Physiol.

- Anthropol. Appl. Human Sci. 24 ( 1 ) : 111-115, ( 2005 ) .
- (26) K. W. Mui, Energy policy for integrating the building environmental performance model of an air conditioned building in a subtropical climate, *Energy Conversion and Management*, Vol. 47, Issues 15-16, 2059-2069, ( 2006 ) .
- (27) Krzysztof C., R. J. De Dear, “Field study of occupant comfort and office thermal environments in a hot-arid climate”, ASHRAE RP-921 Final Report, ( 1998 ) .
- (28) Z. J. Wang, A field study of the thermal comfort in residential buildings in Harbin, *Building and Environment* 41, p. 1034–1039, (2006).
- (29) F. C. Houghten, C. P. Yaglou, Determining lines of equal comfort, *ASHRAE Trans.* 29, ( 1923 ) .
- (30) A. P. Gagge, J. A. J. Stolwijk, J. D. Hardy, Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various temperatures, *Environ. Res.* 1, 1-20, ( 1967 ) .
- (31) Schiller, G., E. Arens, F. Bauman, C. Benton, M. Fountain, T. Doherty and K. Craik. “A field study of thermal environments and comfort in office buildings,” ASHRAE RP-462 Final Report, ( 1988 ) .