

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

病人對醫院熱舒適要求的實測調查

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2212-E-039-001-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：中國醫藥大學職業安全與衛生系

計畫主持人：黃瑞隆

共同主持人：郭昭吟

計畫參與人員：宋昭明,簡瑞宏,郭乃榕,王聖慈

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 8 月 2 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

病人對醫院熱舒適要求的實測調查

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 94-2212-E-039-001-

執行期間：九十四年八月一日至九十五年七月三十一日

計畫主持人：黃瑞隆

共同主持人：郭昭吟

計畫參與人員：宋昭明、簡瑞宏、王聖慈、郭乃榕

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中國醫藥大學職業安全與衛生學系

中 華 民 國 九 十 五 年 八 月 一 日

摘要

本文闡述使用 ASHRAE 熱舒適研究方法來調查住院患者對病房熱環境舒適性要求所得到的結果。實測實驗是在某醫學中心的 83 間內、外科病房內同步執行問卷調查與物理性測量的方式進行，共蒐集到 927 組資料，其中冬天 441 組，夏天 486 組。本文冬天意指不需提供冷氣即可達舒適環境條件之季節，夏天則是需要提供冷氣才可達到舒適環境條件之季節。藉由機率迴歸分析發現住院病患的冬、夏兩季的熱中性溫度分別發生在 $22.9^{\circ}\text{C ET}^*$ 和 $24.0^{\circ}\text{C ET}^*$ ，熱喜好溫度則分別發生在 $23.4^{\circ}\text{C ET}^*$ 和 $23.9^{\circ}\text{C ET}^*$ 。研究也發現，住院患者認為的舒適溫度範圍較 ASHRAE Standard 55 建議的舒適溫度範圍窄，在 $20.3\sim 25.3^{\circ}\text{C ET}^*$ 之間，但也因已習慣台灣高濕的氣候，而有可較高的濕度容忍上限。文中藉由卡方檢定發現住院患者的身體狀況是影響熱感覺的顯著因素，但年齡、性別以及住院天數都未達顯著水準。在患者間的比較上，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 $0.5\sim 1.5^{\circ}\text{C ET}^*$ 之間。若與在一般辦公室所做的結果相比則擴大到 $1.4\sim 2.5^{\circ}\text{C}$ 之間。研究結果明確地顯示住院患者想要有較暖和的熱舒適條件。

關鍵字:熱舒適、醫院環境、現場實測

ABSTRACT

This study examines the comfort criteria of ASHRAE Standard 55-2004 for their applicability in hospital environments. Through an extensive field survey conducted in a university hospital in Taiwan, 927 sets of data have been collected. Above half of the measured samples failed to meet the specifications of Standard 55 comfort zone due to improper humidity control. Acceptability votes by patients exceeded the Standard's 80% criterion, regardless of whether the physical conditions were in or out of the comfort zone. Thermal neutrality, preference and comfort range are compared with other studies conducted in office environments and Standard 55 criteria. Results of Chi-square tests revealed that patients' physical strength significantly effected their thermal requirements. The net effect of health yields a marked difference in thermal neutrality and preference, and also in the comfortable temperature range.

Keywords: Thermal comfort, Hospital environment, Field experiment.

緒論

室內熱環境的舒適性是居住者與空調工程師所共同關注的焦點之一。空調工程技師應該充分了解各種場所使用者對熱舒性的要求。尤其是住院患者對病房熱環境的要求更應該被充分了解，不僅是因為病人全天留在病房內，更是因為病人身體較虛弱導致調節體溫的功能變差，而舒適的熱環境有助於安定病人的心情，對病情的復原絕對是正面的幫助。

建築物居住者的熱舒適研究方式可以分為兩種：(1)實驗艙法與(2)實測調查法，也已有相當多的研究調查各種場所與氣候下的熱舒適要求。實驗艙雖然可以高度控制可影響熱感覺的環境因子，研究者也可以發覺參數的相對影響。不過這類研究的方法都以大學生為主要的測試對象。對於一些無法到實驗艙進行實驗的人(如病人等)，該方法並不適用。它的另一缺點是無法反應居住者對室內氣候的熱適性，所以也就有實測調查法的誕生。但是實測調查的對象大多在辦公室、教室或者住宅內進行，而受訪者的對象也以青壯年的學生或上班族為主。ASHRAE Standard 55 參考了這些研究的結果制定了合適的熱舒適範圍，成為設計者在熱舒適方面的參考指針。醫院病房的設計亦不例外。參考以健康的青壯年為主要的研究結果所制定的推薦標準是否可以直接適用於明顯不同於調查對象以外的族群，在無現場實測調查的支持下，難免受到質疑也是值得討論的課題。醫院病房剛好提供了一個檢驗的機會，因住院患者除了身體狀況較差外，在年齡的分佈上也偏向高齡族群。

本文的目的在藉由有系統的研究與分析了解病人是否有相同於一般人的熱舒適要求條件，並確定住院患者對熱環境的需求條件，並檢驗 ASHRAE Standard 55[1]是否適合直接應用到身體狀況較差且以高齡者為主的住院患者上。

資料收集

本研究藉由在台灣中部的一所醫學中心進行的實測調查來了解病人對病房熱環境的要求。實測場所是散佈於該院 9~20 樓的 83 間內、外科病房。在每一間病房都進行客觀的物理性量測與主觀的問卷調查。實驗時問卷調查與物理性測量是同步進行的，並採用一對一的方式，如圖一所示。在 2005 年的元月到六月共蒐集到 927 組資料，其中冬天(一到三月)441



(a)冬天



(b)夏天

圖一 實測調查的進行方式以及病人的穿著狀況

組，夏天(四到六月)486組。本文冬天意指不需提供冷氣即可達舒適環境條件之季節，夏天則是需要提供冷氣才可達到舒適環境條件之季節。

問卷內容是參考 ASHRAE 編號 RP-702[2]和 RP-921[3]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、性別以及住院多久等基本資料。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。熱感覺是採用 ASHRAE 傳統七個等級式的熱感尺度。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」。熱接受度則直接詢問是否能接受現在的熱溫度。第三部份則詢問病人對病房內的特性（如空氣流動、溫度、濕度、空氣品質、噪音、照明、空間大小、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。問卷最後則是病人的健康狀況與衣服穿著狀況的調查。

表一 受訪者的特性統計

季節 樣本數	冬天		夏天	
	442		491	
	男生	女生	男生	女生
	224 (50.7%)	218 (49.3%)	284 (57.8%)	207 (42.2%)
年齡	(%)	(%)	(%)	(%)
20歲以下	1.3%	1.4%	0%	1%
20~30歲	4.5%	7.3%	7%	5.3%
30~40歲	18.3%	14.7%	6%	13%
40~50歲	12.5%	18.8%	20.8%	20.8%
50~60歲	14.7%	14.2%	21.8%	20.8%
60~70歲	17.9%	12.4%	23.9%	20.8%
70~80歲	15.2%	17.9%	20.1%	16.9%
80~90歲	12.5%	9.6%	0.4%	1.4%
90歲以上	3.1%	3.7%	0%	0%
健康狀況	(%)	(%)	(%)	(%)
健康	31.3%	26.1%	44.0%	45.9%
稍虛弱	40.2%	39.0%	37.0%	35.7%
虛弱	19.2%	20.6%	10.6%	10.1%
很虛弱	9.4%	14.2%	8.5%	8.2%
已住院天數	(%)	(%)	(%)	(%)
7天以內	50.4%	46.8%	50.4%	47.3%
7~14天	45.5%	47.2%	34.2%	36.7%
14~21天	4.0%	6.0%	3.9%	5.3%
21~28天	0.0%	0.0%	4.9%	3.4%
28~35天	0.0%	0.0%	4.9%	4.8%
35天以上	0.0%	0.0%	1.8%	2.4%

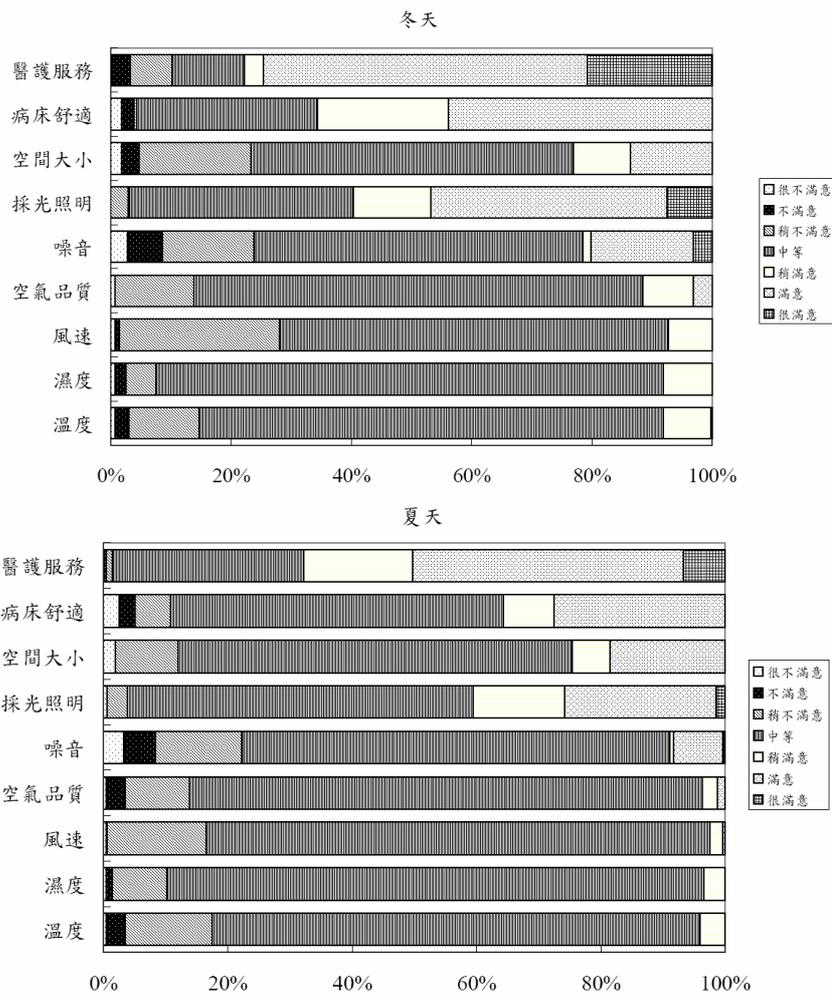
現場測量系統是放置在手推車上，它可以記錄空氣溫度、溼度、風速、輻射溫度以及二氧化碳濃度等病房內的室內氣候參數。平均輻射溫度是由黑球溫度換算而得的。選用的感測器都符合 ASHRAE Standard 55 對熱評估儀器設備的要求。測量高度略高於病床的高度。至於計算新有效溫度 (ET*)、預測平均投票數 (PMV) 和預測不滿意度百分比 (PPD) 等熱舒適指標所需的受訪者的新陳代謝率則採用相當於斜躺著或靜靜坐著時的 1.0 met。

受訪者特性說明

實驗的進行原則是在病房內尋求自願參與者，而且每一間病房每週最多只進行一次實驗，以避免過度打擾病人。從表一受訪者填寫問卷時的已住院天數統計，以及一般的患者在第二次被徵詢時，會表示已填過問卷而不願再參與。所以在所有受訪者中，只有少數較積極的受訪者會填寫一次以上的問卷。

表一是受訪者的性別、年齡、身體狀況以及填寫問卷時已住院天數等特性的統計。冬天受訪者的平均年齡是 58 歲，夏天為 56 歲。超過六十歲以上的受訪者在冬天與夏天分別佔 46% 與 48%。年齡統計的結果顯示參與的受訪者多數屬於高年齡層，這也是本研究有別於其他熱舒適度研究的特色之一。受訪者身體狀況也是本研究另一個特色。在冬天有三成的受訪者認為他們的身體狀況較未生病前虛弱，在夏天有五成五的受訪者認為他們的身體狀況變差。

關於病人對病房內各種環境特性滿意度的調查結果如圖二所示，大部份的住院病人都

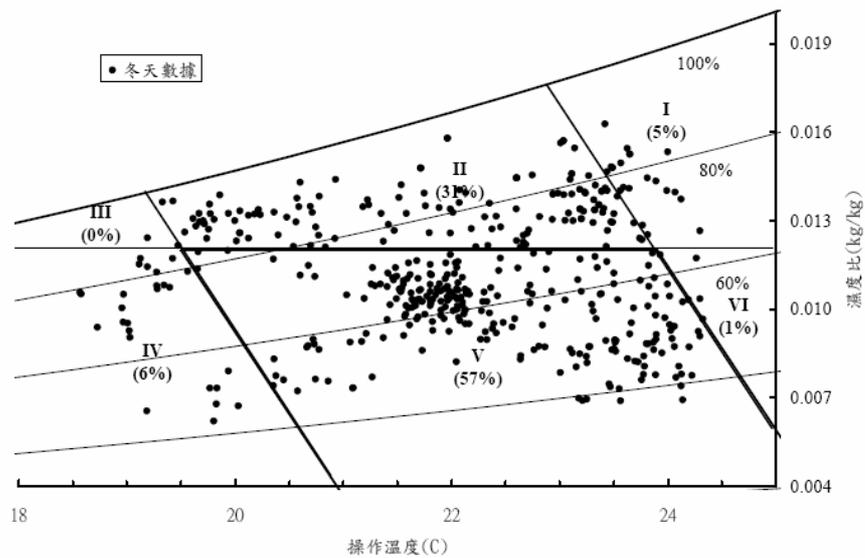


圖二 受訪者對病房內各種環境特性滿意度的調查

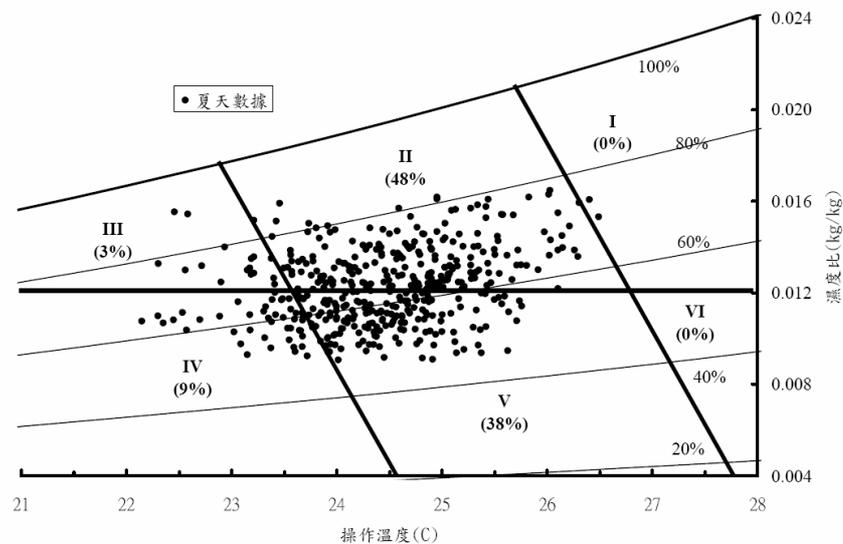
對病房內的各種特性感到滿意。這部份的調查是為了受訪者是否集體對某種特性的不滿，因為我們深怕病人將這種不滿轉移到熱環境的評估上。表三卡方檢定的 P 值都小於顯著水準(0.05)，顯示患者對病房的其他特性的滿意度並不會影響他們對熱環境的評估。

實驗數據彙整

每個測到的室內熱環境狀況都顯示在圖三的濕空氣線圖上。冬天測得的數據分布較疏散，並不似夏天測得的數據集中在一定的範圍內。這肇因於該醫院的空調系統在冬天並無提供暖氣的功能，僅是透過預冷空調箱引入必要的外氣，以維持病房內的空氣品質，因此室內的熱環境較易隨外部氣候的變動而變動。在夏天室內氣候因有空調系統調節而維持在一定的範圍內。



(A) 冬天

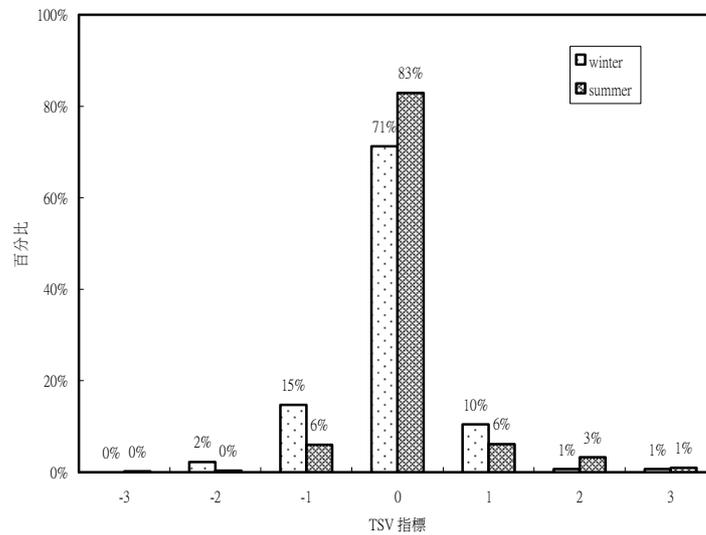


(B) 夏天

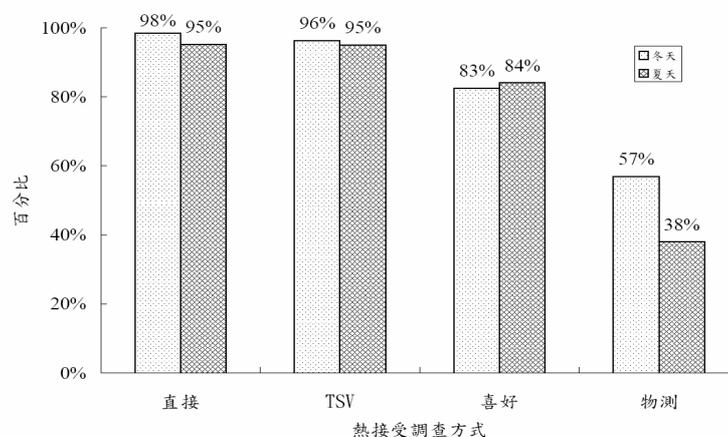
圖三 病房內熱環境的實測結果

圖三中亦標示出 ASHRAE Standards 55 建議的熱舒適範圍以供參考。該舒適範圍是由上限溫度、下限溫度以及上限濕度所圍成的。其中濕度上限是 0.012 kg/kg，冬季的舒適溫度範圍介於 20.3~24.4°C ET* (68.5~76.0°F) 間，夏天的舒適溫度介於 23.6~26.7°C ET*(74.5~80.0°F)間。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。物測數據顯示，落在舒適區範圍內的熱環境比率並不高，在冬天佔 57%，在夏天則低到只有 38%。從圖三中，吾人可以明顯的看到造成室內熱環境落在舒適區外的主要是來自於濕度控制的問題，而非溫度控制的問題。在冬天與夏天，單純因為溫度控制不當者，都只佔 12%；但因濕度控制不當者，則高達 36%與 52%。這是因為在台灣多數的空調系統都沒有溼度控制而造成的普遍現象，並不會太令人感到意外。

受訪者根據 ASHRAE 七個等級的溫感指標對病房熱環境的評價結果彙整於圖四。圖四的問卷結果呈現與圖三的生物測結果截然不同的現象。尤其是在夏天，雖然只有不到四成的物測結果落於舒適範圍內，但卻有超過八成的受訪者選擇中性(0)的熱感指標值。若取圖五



圖四 受訪者對病房的熱環境評價統計



圖五 不同熱可接受度評估方法的調查結果比較

中適溫區(即 II 與 IV 區)所佔比率和問卷結果相比則會得到一個相當值得注意的現象。落於適溫區的物測數據在冬天或夏天都佔 86%，這與冬天與夏天問卷調查中選擇熱中性的比例佔 71%與 84%的結果相比，可謂相當接近。這顯示病人可能因為已習慣濕度常年維持在 75% 以上的中部氣候，而能接受較 ASHRAE Standard 55 高的濕度上限。本人以大學教室為調查對象的研究也發現相同的現象[4]。

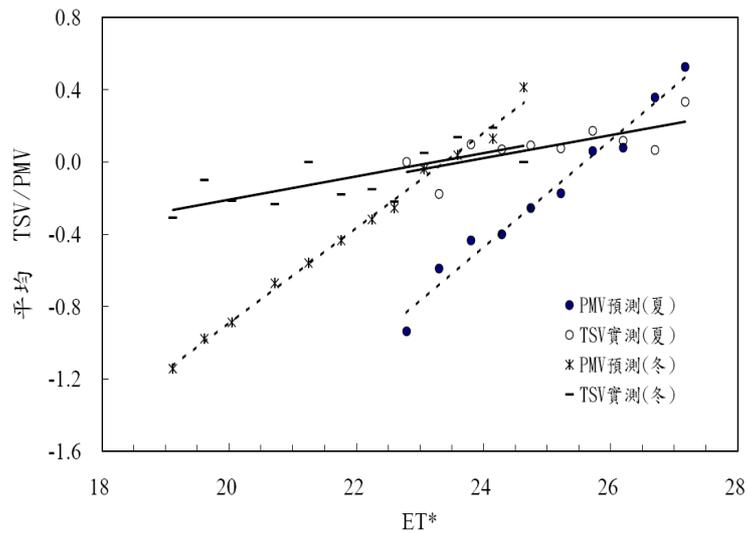
熱接受度

圖五是三種熱可接受度評估方法的比較。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。第一種方法是相應於問卷中直接詢問的熱可接受度的問題。這個方法得到的最高的可接受度水準，尤其在冬天有高達 98%的受訪者表示接受。第二種方法是認為選擇三 ASHRAE 熱感尺度的三個中間值(-1, 0, 1)就是相當表示可接受。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。第三種方法是奠基於選擇”不用調整”的熱喜好尺度的人是滿意(接受)他們周圍的熱環境的表現。來自熱喜好投票的可接受度的百分比在冬天與夏天分別是 83%與 84%，略低其他兩種方法得到的水準。因為在一般人的潛意識裡認為可接受的範圍總是比喜好的範圍寬的。但不論哪一種方法所得到的可接受水準，都超過 ASHRAE Standard 55 規定的要讓 80%以上的居住者表示可以接受的標準，更遠高於圖七中顯示的實測數據落在 ASHRAE 舒適區內的百分比。這似乎說明了住院患者有不同於 ASHRAE Standard 55 建議的舒適範圍。

表二是受訪者熱接受對熱感覺、熱喜好指標的交叉分析。在熱接受與熱感覺的交叉分析中，選擇熱接受的人中，有 98%均也選擇中性感覺。這與一般認為選擇熱感指標三個中間值(-1,0,1)就是對接受熱環境的認知是一致的。在熱接受與熱喜好的交叉分析中，選擇熱接受的人，有 84%選擇不用調整。在冬天有較多的人選擇希望調涼，而在夏天有較多的人表示希望調暖，比對圖三的物測結果，在夏天病房內的熱環境是偏向熱舒適的下限，而冬天則是偏向上限，就不難理解住院患者會有這樣的表示。

表二 受訪者熱接受對熱感覺、熱喜好指標的交叉分析

		熱喜好				熱感覺			
		調暖	不調	調涼	合計	-3,-2	-1,0,1	2,3	合計
冬天	接受	18 (4%)	365 (84%)	52 (12%)	435	6 (1%)	426 (98%)	3 (1%)	435
	不接受	3 (43%)	0 (0%)	4 (57%)	7	4 (57%)	0 (0%)	3 (43%)	7
夏天	接受	37 (8%)	413 (88%)	18 (4%)	468	0 (0%)	463 (99%)	5 (1%)	468
	不接受	18 (78%)	0 (0%)	5 (22%)	23	3 (13%)	4 (17%)	16 (70%)	23
全年	接受	55 (6%)	778 (86%)	70 (8%)	903	6 (1%)	889 (98%)	8 (1%)	903
	不接受	21 (70%)	0 (0%)	9 (30%)	30	7 (23%)	4 (13%)	19 (64%)	30



圖六 平均 TSV、PMV 對 ET* 的關係

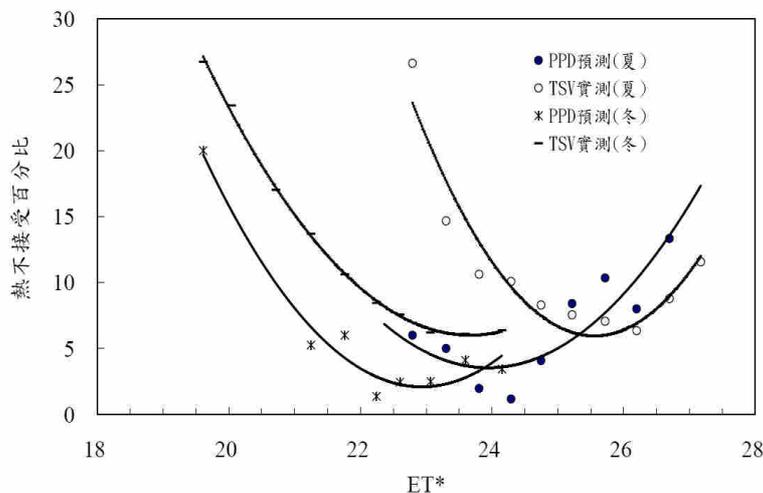
熱敏感性

TSV 與 ET* 的線性迴歸性可以用來解釋住院患者對溫度的敏感性。分析的方法是採用每 0.5°C ET* 溫度頻度內受訪者的平均 TSV，而非採用個別的 TSV。每一個溫度頻度的平均熱感覺投票數繪於圖六中。圖中的相關係數夏天 $R^2 = 0.5353$ ，冬天 $R^2 = 0.5324$ 。顯示了平均 TSV 與 ET* 的高度相關性。其迴歸式分別為：

$$\text{夏天 Mean TSV} = 0.0637 \text{ ET}^* - 1.5079 \quad (1)$$

$$\text{冬天 Mean TSV} = 0.0643 \text{ ET}^* - 1.4949 \quad (2)$$

圖中示顯示了每一個溫度頻度的平均 PMV 的迴歸式。很明顯地可以看出 PMV 高估了住院患者對溫度的敏感度。這種高估的現象，使得兩條直線在遠離中性溫度區有很大的差異。根據 TSV 迴歸線，住院患者認為的中性溫度 (TSV=0) 在冬天與夏天分別為 22.8°C 與 24.7°C ET*。略低於從 PMV 迴歸線求得的中性溫度分別為 23.4°C 與 25.6°C ET*。將選擇 TSV 的極熱感覺 (+3.02) 和極冷感覺 (-3.02) 裡視為對熱環境不滿意的表現。並據以算出每一溫度頻度選擇熱不滿意的百分比。圖七顯示冬天、夏天的不滿意百分比與 ET* 的二次迴歸線。圖中也顯示了從平均 PMV 推算的 PPD 的二次迴歸線。ASHRAE STANDARD 55 規定的熱舒適



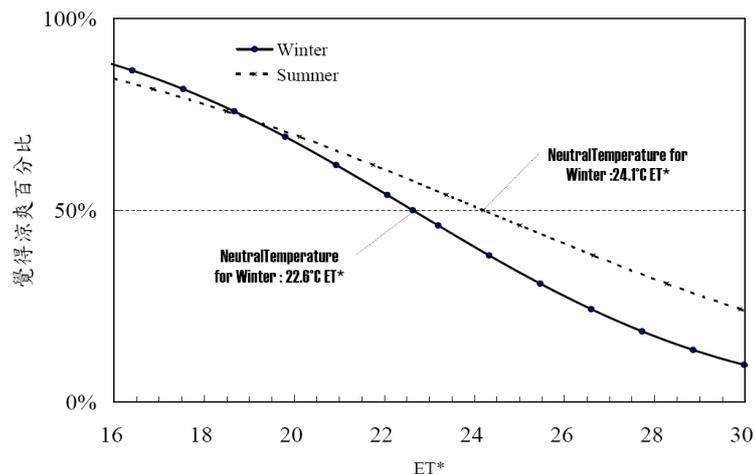
圖七 實測與預測的熱不接受度對 ET* 的關係

範圍是讓 80% 的居住者可接受的熱環境範圍。該範圍是以 PMV-PPD 指標推算讓 10% 的人因一般(整個身體)的熱不舒適而感到不滿意的熱環境條件，剩下的 10% 的不滿意則是來自於局部(部分身體)的熱不舒適。以 TSV-PPD 迴歸曲線推得令 10% 受訪者不滿意的舒適範圍在冬天與夏天分為 20.7~25.4°C ET* 與 21.8~26.2°C ET*。圖中也顯示了從平均 PMV 推算的 PPD 的二次迴歸曲線，以 PMV-PPD 曲線推得的熱舒適範圍較高，在冬天與夏天為 21.9~25.0°C 與 24.2~26.9°C。

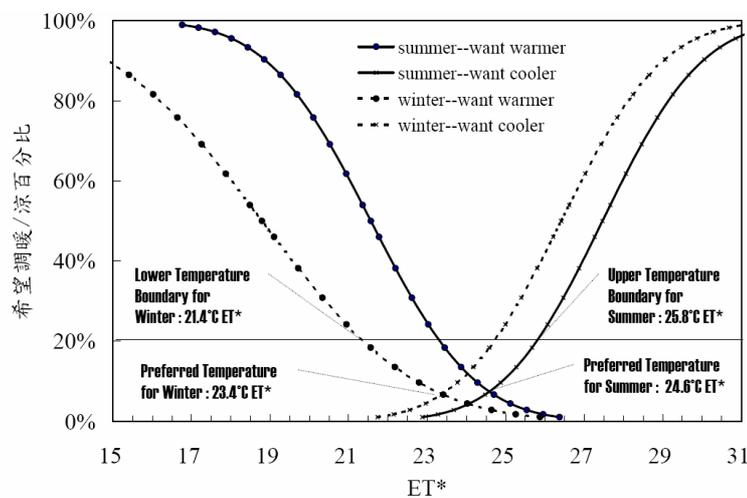
中性溫度與喜好溫度

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熱感覺問卷資料可以找到中性溫度。分析方法是根據受訪者的 TSV 區分成”中性偏暖”與”中性偏涼”成兩群，並據以算出相對於每個頻度中投”中性偏暖”的比率。”中性偏暖”群是由所有選”冷”、”涼”和”微涼”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。圖八顯示投”中性偏暖”的比率相對於 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，如圖八中所標示在冬天該溫度等於 22.6°C ET*，在夏天等於 24.1°C ET*。

同樣的機率迴歸分析也可套到熱喜好問卷資料上來求熱喜好溫度。”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就是喜好溫度。圖九是根據實測資料所求得的



圖八 受訪者的中性溫度機率迴歸模式



圖九 受訪者的喜好溫度機率迴歸模式

最佳喜好溫度機率迴歸模式。如圖中所標示即使是在最喜好的溫度下，仍然有 7% 的受訪者希望調暖和或涼爽些。夏天的喜好溫度發生在 24.6°C ET*，冬天發生在 23.4°C ET*。喜好溫度僅略高中性溫度 0.5~0.8°C ET*，顯示住院患者認為最佳的溫度與中性溫度相當。雖然 ASHRAE Standard 55 分別建議冬天與夏天的舒適上、下限，不過由於住院病患可以自由地調整他們的穿衣量。加上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做為病人覺得舒適的溫度下限，而夏天的溫度上限視為舒適的上限。從冬天”希望暖和群”的迴歸模式可推得讓 80% 以上居住者覺得滿意的溫度下限是 21.4°C ET*，較 ASHRAE Standard 55 建議的 20.3°C ET* 要高 1.1°C ET*。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的溫度上限為 25.8°C ET*，較 ASHRAE Standard 55 建議的 26.7°C ET* 低 0.9°C ET*。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。

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。因此可以再次確認受訪者因已習慣台灣高濕的氣候，而有可較高的濕度容忍上限。

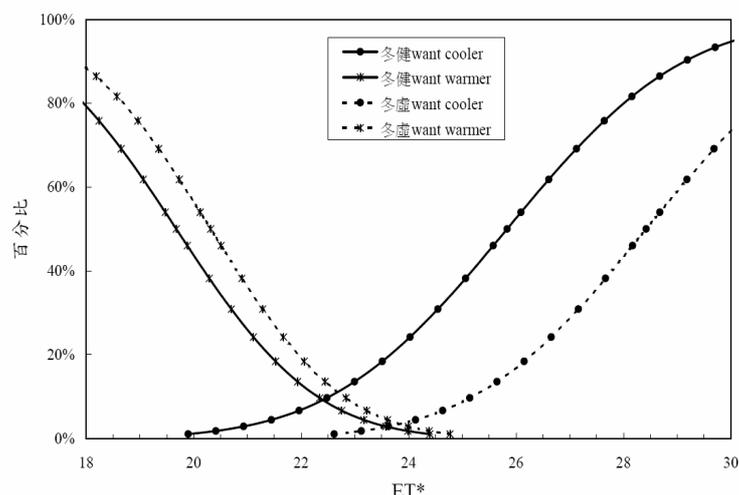
討論

本研究的特色是受訪者的身體狀況較虛弱，而且年齡分布也偏向高齡層，並不似其他類似研究是以身體狀況良好的青壯年做為調查對象。另外病人在住院期間幾乎是全天都留在病房內，而且除了生病外，應該不會住在病房內。這與長時期每天只有白天或者晚上會到辦公室、教室或者住宅停留的居住行為也不相同。因此我們想檢討身體狀況與年齡是否會影響他們的熱舒適要求，以及當他們從原來的生活環境搬入醫院是否有熱不適應的問題。本文從兩個方面來探討：(一)受訪者間與(二)其他文獻的比較。

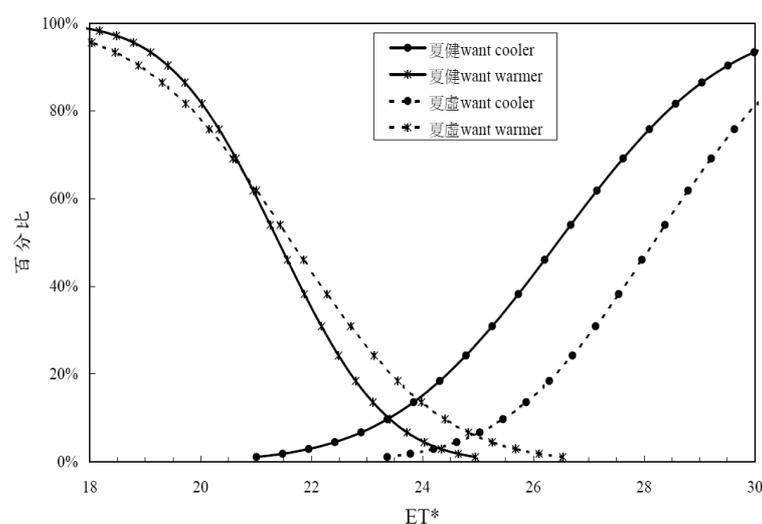
表三是受訪者的身體狀況、年齡以及性別等特性與他們的熱感覺投票的交叉分析表。透過卡方檢定的獨立性檢定可以做兩造投票數分布的互相比較。表三的最後一欄是卡方檢定的P值。當P值小於顯著水準0.05，就表示熱感覺投票數受該特性的支配。從檢定的結果知在四個受檢定的參數中只有受訪者的身體狀況會影響他們對熱舒適的要求，其餘年齡、性別以及住院天數三個參數都未達顯著水準。

表三 卡方檢定表

受訪者特性	樣本數(%)	熱感指標								P 值	
		-3	-2	-1	0	1	2	3			
體力	健康	345	37%	0	0	21	286	17	13	8	0.000
	虛弱	582	63%	1	12	73	431	59	6	0	
年齡	>60	406	44%	0	3	46	319	31	5	2	0.282
	≤60	521	56%	1	9	48	398	45	14	6	
性別	女性	421	45%	0	3	50	322	33	9	4	0.489
	男性	506	55%	1	9	44	395	43	10	4	
住院天數	>7	474	51%	1	5	47	363	43	11	4	0.839
	≤7	453	49%	0	7	47	354	33	8	4	



(A) 冬天



(B) 夏天

圖十 健康群與虛弱群的喜好溫度迴歸模式比較

圖十是身體健康者與虛弱者的喜好溫度迴歸模式比較。圖十顯示健康群冬天與夏天的喜好溫度分別發生在 22.5 和 23.7°C ET*。虛弱群的喜好溫度略高於健康群，發生在 24.0 和 24.5°C ET*。以冬天的舒適下限與夏天的舒適上限所構成的溫度範圍(PPD<10%)做為全年的舒適範圍，虛弱群的溫度範圍是 22.0~25.9°C ET*，健康群的舒適範圍是 21.2~24.2°C ET* 調暖。中性溫度的迴歸模式也顯示虛弱群有較高的中性溫度(冬天高 0.4°C、夏天高 0.3°C)。這些結果都指向虛弱群希望有一個較暖和的環境，這與我們一般認為生病的人較怕冷的認知是一致的。

雖然迴歸分析的結果顯示虛弱群認為的溫度範圍(3.9°C)較健康群的舒適範圍(3.0°C)寬，但必須特別強調這並不意謂虛弱群可以忍受的較大溫度變化。從虛弱群冬、夏兩季的喜好溫度僅相差 0.5°C 小於健康群的 1.2°C，可以證實該現象純粹是因為虛弱群有較大的身體狀況差異而導致的統計偏差。

本文是以醫院住院病房做為熱舒適性現場調查的對象，因此想與在其他場所進行的類似研究的成果相比較。由於在並無以辦公室為對象的數據，因此改選擇緯度、氣候與台灣

相接近的香港[5]、澳洲 Townsville[6]市的實測結果做為比較參考。其中香港在不論在種族以及氣候都與台灣相同。表四是在三種不同城市的研究結果比較彙整。由於香港的研究結果是以操作溫度表示中性溫度與喜好溫度，所以本文重複執行以操作溫度為變數之求中性溫度與喜好溫度的過程。求得的溫度如表四中括弧內的數字。

當與辦公室的結果相比，病人要求的熱舒適溫度較辦公室居住者(絕大部分是身體狀況良好者)要求的溫度高，尤其是在冬天更是明顯。且其差異較住院患者健康群與虛弱群間的差異更大。這更加證明病人是希望較暖和的室內環境。

表四 各種場合的研究結果比較彙整

研究者	地點	緯度	場所	冬天		夏天	
				中性溫度 (°C)	喜好溫度 (°C)	中性溫度 (°C)	喜好溫度 (°C)
W. T. Chan	香港	22°N	辦公室	21.3 (To)	20.8 (To)	23.5 (To)	22.5 (To)
Richard de Dear	澳洲	20°S	辦公室			24.3(ET*)	23.5(ET*)
黃瑞隆等	台灣	24°N	病房 (全部)	22.9(ET*)	23.4(ET*)	24.0(ET*)	23.9(ET*)
			病房 (虛弱)	22.7 (To)	23.1(To)	24.1(To)	24.3(To)
				23.1(ET*)	24.0(ET*)	24.1(ET*)	23.7(ET*)

結論

本文最重要的成就是將 ASHRAE 的熱舒適調查方法成功地運用於住院患者的熱舒適調查。現場實測是某醫學中心的 83 間病房內完成了 927 份問卷與物測數據。本研究的重要結論如下：

1. 長期的物測數據顯示，落在舒適區範圍內的熱環境比率並不高，在冬天佔 57%，在夏天則低到只有 38%。但若單純考慮熱舒適區的溫度限制，不考慮濕度的限制，則落於此適溫區的物測數據在冬天或夏天都佔 86%，顯示濕度控制不當是主要的原因。
2. 儘管病房內熱環境落在舒適區範圍內的比率很低，但問卷結果顯示選擇熱中性的比例在冬、夏天卻高達 71% 與 84%。該比率與病房熱環境落於適溫區的比率相當接近。這顯示病人可能因為已習慣濕度常年維持在 75% 以上的台灣氣候，而能接受較 ASHRAE Standard 55 高的濕度上限。
3. 在住院患者對溫度的敏感度分析上，顯示 PMV-ET* 的預測模式明顯地高估了住院患者對溫度的敏感度。而這種高估的現象，使得 TSV-ET* 模式與 PMV-ET* 兩模式在遠離中性溫度區有很大的差異。以 TSV-ET* 模式推得住院患者認為的中性溫度(TSV=0)在冬天與夏天分別為 22.8°C 與 24.7°CET*，低於從 TSV-ET* 模式求得的中性溫度(分別為 23.8°C 與 25.6°CET*)。
4. 以 TSV-PPD 模式推得令 10% 受訪者不滿意的熱舒適範圍在冬天與夏天分為 20.5~23.7°CET* 與 23.6~27.0°CET*。從平均 PMV 推算的 PPD 的二次迴歸曲線，以 PMV-PPD 曲線

推得的熱舒適範圍較高，在冬天與夏天為 21.9~25.0°C 與 25.4~27.6°C。

5. 以機率迴歸模式找到的中性溫度在冬天等於 22.9°C ET*，在夏天等於 24.0°C ET*。同樣的機率迴歸分析找到喜好溫度在夏天發生在 23.9°C ET*，冬天發生在 23.4°C ET*，顯示住院患者希望病房內的溫度能全年維持在相同的溫度。
6. 本文以卡方檢定的檢定受訪者的身體狀況、年齡、住院天數以及性別四個參數是否會影響他們對熱舒適的要求。只有身體狀況達統計上的顯著水準，其餘都未達顯著水準。這顯示身體較虛弱的人希望的熱舒適範圍與健康者不同。
7. 在受訪者間的相互比較發現健康群冬天與夏天的喜好溫度分別發生在 22.5 和 23.7°C ET*。虛弱群的喜好溫度略高於健康群，發生在 24.0 和 24.5°C ET*。中性溫度的迴歸模式也顯示虛弱群有較高的中性溫度(冬天高 0.4°C、夏天高 0.3°C)。以冬天的舒適下限與夏天的舒適上限所構成的溫度範圍(PPD<10%)做為全年的舒適範圍，虛弱群的溫度範圍是 22.0~25.9°C ET*，健康群的舒適範圍是 21.2~24.2°C ET*調暖。
8. 當與在香港與澳洲的辦公室中的實測結果相比較，病人要求的熱舒適溫度較辦公室居住者要求的溫度高，且其差異較住院患者健康群與虛弱群間的差異更大。這更加證明病人是希望較暖和的室內環境。

謝誌

感謝中國醫藥大學附設醫院協助，使得本研究得以順利執行完成。

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] de Dear, R.J., M.E. Fountain, S. Popovic, S. Watkins, G. Brager, E. Arens and C Benton (1993) A Field Study of Occupant Comfort and Office Thermal Environments in a Hot- Humid Climate : Final Report on ASHRAE 702-RP. (MRL: Sydney), 162 pp.
- [3] K. Cena, R.J. de Dear, Field study of occupant comfort and office thermal environments in a hot-arid climate, ASHRAE 921-RP Final Report, 1998.
- [4] R.L. Hwang, T.P. Lin, N.J. Kuo, Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan, Energy and Buildings ,(2005 in press).
- [5] W.T. Chan, J. Burnett, R.J. de Dear, C.H. Ng, A large-scale survey of thermal comfort in office premises in Hong Kong, ASHRAE Transactions 104 (1B) (1998) 1172–1180.
- [6] R.J. De Dear, M.E. Fountain, Field experiments on occupant comfort and office thermal environments in a hot-humid climate, ASHRAE Transactions 100 (2) (1994) 457–475.

計畫成果自評部份

本計畫順利達成預期目標，成果也已投稿SCI期刊 Building and Environment被接受。