

# 嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

## 高溫作業熱適應之研究

計畫類別：個別型計畫      整合型計畫

計畫編號：CN90-IS-03

執行期間：90年1月1日至90年12月31日

計畫主持人：何先聰

共同主持人：

計畫參與人員：許瓊元、陳宏亮、莊蕙禎、施正人、李金泉

執行單位：工安系

中華民國 91 年 2 月 27 日

# 嘉南藥理科技大學專題計畫成果報告

## 高溫作業熱適應之研究

計畫編號：90-IS-03

計畫類別：個別型

整合型

主持人：何先聰

計畫總主持人：何先聰

協同研究：許瓊元、陳宏亮、莊庭禎、施正人、李金泉

### 摘要

高溫暴露之作業場所，現行多數廠場對新進勞工，係採使勞工第一天於熱暴露下工作全部時間之 20%，隨後數天續以每日增加 20%之方式，進行為期一週之熱適應，唯勞工之熱忍受度常因個體差異而不同，一週之適應期限是否已足夠，是本實驗欲探討之方向。實驗中對兩組個體差異性已降至最低之排球與自由車選手作測試，於測得當時綜合溫度熱指數各為 30.5°C與 25.4°C之情況下，比較首日運動時間為 20 分鐘其後每日增加 20%與每日固定運動 30 分鐘兩種狀況時，兩組選手心跳、血壓、耳溫、皮膚溫等生理指標變化情形，藉以比較兩種適應模式何者較佳，及探討兩組選手之熱適應情形。初步發現：

1. 將每日漸次增加運動時間之熱適應方式，與每日固定運動時間兩者相較，前者運動後各項生理指標增加情形均較後者小，且恢復至基礎生理指標的時間亦較快，可見目前多數廠場所採用之適應模式，實在是一較佳的方式。
2. 於作業場所中勞工個體差異性頗大，且其體能狀況亦未必較年輕選手佳，由此次實驗結果發現，多數選手生理指標出現至第六日方達適應之趨勢，而一般勞工至第七日是否已能達適應，是一值得再深入探討的問題，唯本次實驗因樣本數太小，故此部份無法同時測試，此將待日後擴大測試對象年齡層並加大樣本數後，當能使結果更具代表性。

### 前言

高溫作業是人類產業活動中，較古老且具危險性工作之一，此型態作業環境對人體之危害性乃在於會使體心溫度升高，致使人體體內酵素及代謝功能發生異常，而增加勞工作業之疲勞感及意外事故發生之機會，甚或會誘發諸如熱衰竭、熱痙攣和中暑等熱危害疾病之發生。故為降低此種因熱所致之身體不適現象，現行於高溫作業環境中多採取對新進勞工進行熱適應之方式；其是一種使一般健康人首次暴露於熱環境下工作時，身體將受熱影響，而出現心跳速率增加或

不能忍受之症狀，但此現象經數天之重複暴露會逐漸減輕而適應之調適過程。唯於熱適應過程中，勞工之熱忍受度會依個體體表面積與體重比值、性別、年齡、體力、生活習慣（如飲水、抽煙、喝酒、攝鹽）等之影響而有差別，因此於了解勞工之個別差異性後，可適當設計一份熱適應計劃，以降低熱危害疾病之發生。故本研究於考量個別差異性可降至最低，且於可控制環境變數之情況下，以經過同一體能訓練之運動選手為測試對象，依目前多數作業場所常用之每日增加 20% 暴露時間，適應期為一週之熱適應模式，觀測受測對象心跳、血壓、耳溫、皮膚溫等熱生理指標之變化，希藉此些輔助指標作為探討此種熱適應方式與適應期限是否足夠之參考依據。

### 儀器與設備

- 1.手腕式血壓計(廠牌：National EW 3012 型)  
Measurement accuracy: Blood pressure  $\pm 4$  mmHg  
Pulse rate:  $\pm 5\%$
- 2.皮膚溫測定器(廠牌：DUAL Channel Thermometer TM-906A 型)  
Measurement accuracy:  $+(0.75\% \pm 1^\circ\text{C})$   
Operating Temperature:  $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$
- 3.耳溫槍(廠牌：ROdO)
- 4.電熱器(廠牌：柏森牌 PS-113 型，電功率：460W、920W)
- 5.黑球(直徑 15 公分)
- 6.水銀溫度計(靈敏度  $+0.5^\circ\text{C}$ )

### 實驗方法

#### 一、實驗限制：

本實驗因以人體為測試對象，且測試期長達一週，故受測者之配合度並不高。致使本實驗出現：兩組選手無法於同一季節測試與樣本數過小，而有測值較不具代表性之缺陷，故本次實驗所得結果，僅供作為規劃後續相關研究實驗方法之參考，待日後充實樣本數與探討缺失，所得結果當能更具代表性。

#### 二、實驗設計：

本研究分別於 8 月份與 11 月份間，對兩組差異性均控制於最低之排球與自由車選手，依國際勞工組織(ISO, International Labor Organization)所規範，高溫作業平均心跳速率不同，可表代謝率高低亦不同之建議，其將輕工作指為心跳率低於 90bpm 者，中工作為 90-110 bpm 者，重工作為 110-130 bpm 者，很重工作為 130-150 bpm 者，非常重工作為 150-170 bpm 者，進行觀測生理指標變化情形之熱適應試驗，而於第一日運動 20 分鐘後，發現排球與自由車選手之心跳率已達 107 bpm-130 bpm 及 103bpm-139 bpm 之間，已屬重工作型態之勞工，是故乃將首日運動時間訂為 20 分鐘，續以每日增加 20% 之方式，完成一週之測試。

#### 三、實驗方法：

- 1.本研究於 8 月份氣溫炎熱時(測得一週之 WBGT 值介於  $30.2^\circ\text{C} \sim 31.0^\circ\text{C}$  之間，平均值為  $30.5^\circ\text{C}$ )，於室內運動場所，對一組年齡均為 20 歲、身高介於 168~178

公分、體重為 58~70 公斤之排球選手進行測試，將五位選手設計二種運動狀況，以一人喊口令，大家步伐一致之方式，其中三人以第一日跑步 20 分鐘，其後每日增加 20% 運動時間，另二人則每日固定跑 30 分鐘之方式，觀測兩組受測人員一週生理指標恢復情形之變化。

2. 另一組為自由車選手，該批選手因測試配合時間有困難之故，進行測試時已屆秋冬之際，故於室內以 920W 電功率之電熱器，控制於高溫條件下進行（當時測得之 WBGT 值介於 24.8°C~28.7°C 之間，平均值為 25.4°C），此組選手人數為 6 人，測試時以固定車速控制運動量於一致，運動狀況與期限設計亦同上。該批選手年齡層均為 16 歲，雖較前組選手年輕，但仍考慮將差異性降至最低，所得結果若與前組排球選手比較，或可作為類推不同年齡層勞工，因體力狀況不同，是否適用同一套熱適應模式之參考。

### 結果與討論

本次實驗因樣本數過小，加以環境變數太大，故於實驗於結果分析上，將僅就生理指標之變化趨勢來進行探討。

#### 一、心跳變化情形：

狀 況 別 恢 復 情 形 項 目	每日固定運動 30 分鐘	首日運動 20 分， 其後每日增加 20% 時間
排球選手 WBGT=30.5°C	至第七日，運動後 45 分鐘，心跳恢復情形尚仍增加 6 下。	至第七日，運動後 30 分鐘，心跳已回復至基礎心跳。
自由車選手 WBGT=25.4°C	至第七日，運動後 30 分鐘，心跳恢復情形尚仍增加 2 下。	至第六日，運動後 30 分鐘，心跳已回復至基礎心跳。

#### 二、高血壓變化情形：

狀 況 別 恢 復 情 形 項 目	每日固定運動 30 分鐘	首日運動 20 分， 其後每日增加 20% 時間



排球選手 WBGT=30.5°C	至第七日，運動後尚增加33mmHg，且該日恢復時間至45分鐘時，血壓尚增加2.5mmHg。	至第六日，運動後僅增加8mmHg，該日恢復時間至45分鐘時，血壓已回復至基礎值。
自由車選手 WBGT=25.4°C	至第七日，運動後尚增加16mmHg，且該日恢復時間45分鐘時，血壓尚增加8mmHg。	至第六日，運動後僅增加4mmHg，該日恢復時間至15分鐘時，血壓已回復至基礎值。

三、低血壓變化情形：

項目	狀況別恢復情形	每日固定運動 30分鐘	首日運動20分， 其後每日增加20%時間
排球選手 WBGT=30.5°C		至第七日，運動後尚增加6mmHg，該日恢復時間至15分鐘時，血壓已回復至基礎值。	至第四日，運動後僅增加2mmHg，該日恢復時間至30分鐘時，血壓已回復至基礎值。
自由車選手 WBGT=25.4°C		至第五日，運動後尚增加2mmHg，該日恢復時間至15分鐘時，血壓已回復至基礎值。	至第四日，運動後僅增加4mmHg，該日恢復時間至15分鐘時，血壓已回復至基礎值。

四、耳溫變化情形：

項目	狀況別恢復情形	每日固定運動 30分鐘	首日運動20分， 其後每日增加20%時間
排球選手 WBGT=30.5°C		至第七日，運動後尚增加0.05°C，且該日恢復時間30分鐘時，仍維持於0.05°C未見再下降趨勢。	至第六日，運動後僅增加0.03°C，該日恢復時間至15分鐘時，耳溫已回復至基礎值。
自由車選手 WBGT=25.4°C		至第六日，運動後測得之耳溫即與基礎值相同。	至第四日，運動後僅增加0.23°C，該日恢復時間至15分鐘時，耳溫已回復至基礎值。

五、皮膚溫變化情形：

狀 況 別 恢 復 情 形 項 目	每日固定運動 30 分鐘	首日運動 20 分， 其後每日增加 20% 時間
排球選手 WBGT=30.5°C	至第七日，運動後尚增加 0.45°C， 該日恢復時間至 45 分鐘時，溫度仍 高出 0.25°C。	至第七日，運動後立即回復至基礎 值。
自由車選手 WBGT=25.4°C	至第四日，運動後尚增加 0.13°C， 該日恢復時間至 15 分鐘時，已回復 至基礎值。	至第四日，運動後立即回復至基礎 值。

結論：

1. 此次生理指標之初探情形，似可肯定目前多數高溫作業場所採行之，以每日漸次增加工作時間之熱適應方式，與每日固定工作時間相較，前者應是一種較佳之熱適應模式。
2. 以今日測試對象，為已經體能訓練之年輕選手，且個體差異性已降至最低之情形觀之，其各項生理指標之變動趨勢，以每日增加 20%，為期一週熱適應期限中，多數指標尚須至第六日方可達適應，而於作業場所中勞工個體差異性頗大，且其體能狀況亦未必較年輕選手佳，若由本實驗初步結果推論，其是否可於一週內達到熱適應實是一值得再探討的問題。
3. 本次實驗因有樣本數過小之缺失，故上述 2 之問題，將待日後充實樣本數，及擴大測試對象年齡層後，當更能具體觀測出因年齡、體能等不同變數下，適應狀況之差異，所得結果將更能作為，建議不同個體差異性之勞工，是否適用同一熱適應期限之參考。因此本次實驗結果將僅供為規劃後續實驗方法之參考。