

熱環境下體能調適訓練之研究

作者/黃芃葉少校



政治作戰學校 86 年班，政校正規班 314 期畢業；曾任排長、區隊長、輔導長、政戰官、體育教官、體育官，現任職步兵訓練指揮部體育組主任教官。

提要

- 一、一般人對於熱適應的生理反應，最快約在五天之內可以達成，若要達到熱適應的極限，通常需要約 2 週的時間，而此生理反應不容易用數據來呈現運動強度與熱適應的相對性關係。
- 二、軍人在熱環境下，身體基礎代謝率約可能降低 5 至 6 個百分點，當產生熱適應後，會產生運動時心跳率、體溫的升高，身體血漿含量增加，直覺判斷能力降低等現象；除熱環境影響外，體能訓練考慮的因素尚包括：年齡、性別、環境、季節、水份、電解質等。
- 三、運動強度是影響熱適應的重要因素，在運動訓練後引起體溫上升時，才會產生良好之熱適應；訓練前應檢視當時環境的溫度與濕度，並調整運動強度，留意熱傷害前之徵兆，妥採安全防險預防工作如此才能安全、有效的在熱環境下從事適當強度的體能訓練。

關鍵詞：熱適應、熱環境

壹、前言

夏季高溫對部隊訓練造成嚴重障礙，役男在平常訓練中，如果能夠培養良好之熱適應能力，便可預防熱傷害的發生，一般人的生理狀況在接受環境給身體的熱量，再加上訓練時所產生之熱能時，體內就逐漸產生「獲熱」(Heat gain)的現象。當體溫升高至 39°C 時，熱傷害就會慢慢的發生。熱適應能力良好的人，可面對會致命的熱衰竭壓力下，仍能繼續適度的軍事訓練，通常熱適應最快約在 5 天內可以達成，但要達到熱適應的極限通常需兩個星期的時間；¹而這兩週期間身體對於熱之適應，可經由心臟血管系統、內分泌系統、腎臟功能、外分泌系統等四種生理系統實施高溫的調節，所以本研究即以培養熱適應能力，以增強部隊在熱環境下體能訓練，降低訓練危安發生有效鞏固戰力。

貳、何謂熱環境

每人對於感應熱的程度均有所不同，但舉凡處於天候危險係數大於 40(室外之溫度+相對濕度*0.1)的環境，均稱為熱環境。²

參、何謂熱適應

一般人應可經由平日在熱環境下運動，促使身心產生一連串適應的方式來達成，這就是所謂的熱適應(Heat acclimatization)，³其產生與消失概述如下：

一、熱適應產生：

產生熱適應最典型的過程，是參與運動的人在炎熱天候下運動的頭幾天，會大量出汗，大量補充水分之生理現象，對高溫不適應者會引發虛弱、頭昏眼花，皮膚發紅的症狀，接著各種熱病隨之出現；但經過幾天在熱環境下運動的不適應後，身體會自動調合炎熱的環境及體內生理狀態來因應，因此，虛弱等不適的情形也會慢慢的消失，以後在相同氣候做等量運動時，

¹張瑞泰，〈熱適應〉《屏東體育》(屏東縣)，第 43 卷 3 期，屏東師範學院，民國 87 年 6 月，頁 56。

²徐慶帆等著，〈強化官兵熱傷害預防之研析〉《陸軍學術雙月刊》(桃園縣)，第 49 卷第 529 期，陸軍司令部出版，民國 102 年 6 月，頁 123。

³黃永任，〈運動與熱適應〉《中華體育》(臺北市)，第 6 卷第 1 期，中華體育出版，民國 81 年 3 月，頁 83。

⁴比較不容易產生熱病，這就表示運動者已產生熱適應了。當熱適應產生時，我們若觀察生理現象變化，便可以發現，在相同運動負荷下產生熱適應後，運動時之心跳率及體溫不會持續升高，身體血漿含量增加，直覺量(Reting of perceived exertion)降低等現象(Wenger 1988)；⁵另外，在排汗現象上，發現熱適應後之排汗率較高，體內氯化鈉(NaCl)在汗液及血液中之排放率降低(Gonzalez 1974)。⁶這些生理變化，若詳細分析，便可以了解這一切之調適都在於把體內之「熱」以最便捷、最有效率之方法排出體外，以保持體溫的平恆、穩定，使運動得以持續，故熱適應現象對於常在炎熱天候下訓練的人是非常重要的。

二、熱適應消失：

當身體產生熱適應之後，如果不再熱環境中繼續從事運動或勞動，熱適應就會逐漸消失，又以在寒冷環境下，且不經常運動，熱適應消失最為明顯，尤其是不運動之第6天最為顯著，至第28天時熱適應已大部份消失(Armstrong 1991)。⁷至於熱適應消失時，生理上所產生之變化則和產生熱適應時之生理變化相反，舉例來講：產生熱適應時，心血管系統會很快的產生變化，熱適應消失時，也是心血管首先產生相反之變化；而熱適應時，生理現象調適較慢者，在熱適應消失時，此生理現象之變化亦較慢。⁸

肆、高溫對人體影響與傷害

我國屬海島型氣候，近年來受地球暖化影響，夏季氣溫高、濕度高，據統計自2009年開始，臺灣地區夏季高溫均較2009年前的平均氣溫高出0.5至1°C(以臺北、臺中、高雄、花蓮、台東

⁴林正常，〈運動生理學〉(臺北市：師大書苑，民國72年)，頁76。

⁵同註2。

⁶朱台麟，〈論體適能對國防戰力的重要性〉《復興崗學報》(臺北市)，第六十四期，復興崗體育，民國87年6月，頁329。

⁷同註3

⁸于葆等著，《運動醫學》(臺北市：中國文化大學出版部，民國79年6月)，頁36。

為例，統計表如下表)，⁹其中 7 至 9 月份平均氣溫常達 29°C 以上，尤其臺北盆地地形，散熱不易，平均高溫更屢破紀錄，如此高的溫度常對人體造成相當大的傷害，以下列舉夏季常見高溫對人體造成之影響與傷害，其中以熱中暑最為嚴重：

表一 北中南東(代表地區)歷年 7 至 9 月均溫

平均氣溫(°C)					
時間	臺北	臺中	高雄	花蓮	臺東
98 年 7 月	30.1	29.1	29.2	28.7	28.9
98 年 8 月	29.8	28.7	29.2	28.9	29.1
98 年 9 月	29.0	29.3	29.4	27.8	28.5
99 年 7 月	30.3	29.2	29.5	28.8	29.3
99 年 8 月	30.0	28.9	29.4	28.9	29.4
99 年 9 月	28.8	28.1	28.3	27.1	27.6
100 年 7 月	29.7	28.8	28.7	28.4	28.7
100 年 8 月	29.6	29.1	29.5	28.7	29.0
100 年 9 月	27.6	28.1	28.7	26.8	27.4
101 年 7 月	30.6	29.1	29.5	28.5	28.6
101 年 8 月	29.2	28.0	28.1	28.1	28.5
101 年 9 月	27.3	27.6	28.7	26.8	27.4
102 年 7 月	29.5	28.1	29.7	28.3	28.1
102 年 8 月	29.6	28.2	29.0	28.3	28.2
102 年 9 月	27.9	27.8	28.6	26.8	27.8
103 年 7 月	30.5	30.1	30.3	29.5	30.4
附記	1. 103 年 7 月高雄平均氣溫：歷年次高(最高點 92 年 7 月)、近 11 年新高。 2. 103 年 7 月臺中平均氣溫：歷年新高。 3. 103 年 7 月臺東平均氣溫：歷年次高(最高點 96 年 7 月)、近 7 年新高。				

資料來源：中央氣象局(由作者自行統計)

⁹ 中央氣象局，〈平均氣溫〉，取自 <http://stat.motc.gov.tw/>，引用時間 103 年 10 月 30 日。

一、熱中暑：(Stroke):

(一)產生原因：突發性體溫失調，散熱不良(死亡率高達20-70%)，身體的熱調節系統瓦解，無法有效地降低體溫，當體溫高至 40°C 以上時，身體若不流汗體內將會貯存更多熱量，易造成細胞永久受損或死亡。

(二)症狀：

1. 皮膚乾燥發熱、潮紅不排汗(關鍵症狀)。
2. 頭痛(昏)、昏迷、言語混亂、性格改變。
3. 體溫升高常超過 40°C。
4. 尿液減少甚至無尿。
5. 呼吸起初是快而深，病勢加深變成淺而弱。
6. 脈搏起初是快而強，病情加深變成快而弱。
7. 肌肉無力、抽搐。
8. 噁心嘔吐、腹瀉。
9. 開始時瞳孔收縮之後擴張；若為橫紋肌溶解症則尿液會呈現可樂般顏色(如國軍尿液檢查卡 7 號所示)。

二、熱衰竭：(Exhaustion)

(一)產生原因：對熱環境適應不良，發生於人體因散熱而排出大量的汗，造成體液嚴重不足，而產生輕微的休克症狀。

(二)症狀：

1. 大量流汗為關鍵症狀。
2. 低於正常或正常的體溫偶有些會上升。
3. 疲倦、虛弱、注意力分散。
4. 口渴、尿液變濃(國軍尿液檢查卡 5 號所示)、食慾差、腹瀉。
5. 可能有熱痙攣及肌肉痛。
6. 皮膚蒼白且沒有彈性、會感覺寒冷及出汗。
7. 呼吸快而淺、脈搏快而弱。
8. 頭痛、頭暈、噁心、嘔吐、瞳孔放大。

三、熱痙攣：(Cramp)

通常為熱衰竭之前兆，其過渡到熱衰竭過程的快與慢，應視水份與鹽份補充速度與質量而定。

(一)產生原因：

1. 因大量流汗造成體內水份和鹽份快速流失。
2. 因肌肉過度用力、熱身不足、乳酸堆積於肌肉中。
3. 體內的水及鹽份降低時，病人覺得口渴，而攝取大量的水份，但沒有適當補充鹽份。

(二)症狀：

1. 輕微或嚴重的肌肉痙攣及疼痛，尤其在小腿及腹部。
2. 腹部產生僵硬現象。
3. 精疲力盡。
4. 頭暈或暈眩。
5. 可能有噁心或嘔吐。
6. 尚屬正常意識狀態。

四、熱昏厥：(Syncope)

(一)產生原因：在熱的環境下，血管擴張造成血液積存四肢，導致腦部缺血，進而形成熱昏厥。

(二)症狀：

1. 病人在熱的環境下運動，突然間倒下。
2. 暈眩、兩眼發黑、皮膚濕冷。
3. 正常的體溫(中樞體溫調節未受影響)。
4. 躺下休息後意識逐漸恢復。

上述四項熱傷害均為熱環境中可能對官兵造成無法彌補的傷害，¹⁰各級幹部應隨時掌握環境，注意人員身體變化，避免過度負荷，多補充水分，以避免脫水或中暑時所造成的傷害。

¹⁰ 取自三軍總醫院衛生教育資料，民 101 年 7 月。

表二 典型熱中暑與運動型熱中暑比較



	典型熱中暑	運動型熱中暑
散在性血管內凝固	少見	常見
急性腎衰竭	少見< 5%	常見>30%
橫紋肌溶解	較不嚴重	嚴重
乳酸中毒	少見	常見
高尿酸血症	中等度	嚴重
低血鉀	少見	常見
尿素氮肌酸酐比值	10:1	增高
肌酸酐磷酸酵素	稍微增加	明顯增加
低血鈣	少見	常見
低血糖	少見	常見

資料來源:三軍總醫院衛生教育資料

伍、訓練強度與熱適應之關係

運動強度是影響熱適應之重要因素，因為只有在運動訓練後引起身體核心溫度上升時，才會產生良好之熱適應，若要引起身體核心溫度上升，則運動強度不能太低，根據 Pandolf (1979) 之估計，¹¹運動強度要超過最大心跳率 50%，才足以引起體溫上升，當然強度高之運動，所產生之熱適應效果比強度低者更明顯，所以在熱環境下運動時的生理變化，我們可以發現身體之散熱功能增加，其中大部份是由於汗腺排熱量大增所致，體內之血漿含量明顯增加，心跳率下降、代謝率能量提高等，這些因素都足以造成良好的熱適應效果。

經常運動者之最大攝氧量較高，對熱適應能力也較佳，也就是有氧能力較佳者，比較不會受熱病所侵襲，當最大攝氧量為每分鐘每公斤體重 65 毫升時，在經過四天的適應後，身體便產生了熱適應效果；但最大攝氧量為每分鐘每公斤體重 40-50 毫升時，

¹¹同註 2。

則須要 6-8 天才會產生相同之熱適應效果。¹²如果只是在炎熱的天候下曝曬而不運動，此時身體也會提昇散熱能力，長時間累積亦會產生熱適應之效果；如果在乾冷的天候下運動，身體會降低能量之需求，以適應代謝時能量所需。

夏天時役男在進入部隊前，必先經歷入伍訓練，而此階段為役男熱傷害最容易發生之時期，因為此一階段之新兵剛由民轉兵，對於部隊體能訓練及其他戰鬥教練課程均不熟悉，加上對於新環境之適應不良，便容易造成生理及心理壓力，進而影響身體狀況的適應性，而新訓單位幹部應依照規定，採由易入難、循序漸進的方式，讓新兵慢慢適應在熱環境下去從事各項訓練，如此才不會造成熱傷害意外事件的發生。

陸、熱環境下影響訓練之因素

人體在熱環境下運動，肌肉產生的熱是藉由循環系統傳到皮膚表面，以便將熱能散到體外。因此，任何一個會造成系統過度負荷或干擾散熱的因素，都會嚴重的破壞訓練表現，增加熱傷害的機會，以下就三項因素提出說明。

一、年齡與性別：

隨著年齡之增加，身體會產生一些變化，例如在熱帶天候下運動前及運動後之心跳，年長者皆比年輕者高，且年齡增大後之中心體溫較高，出汗率較低，而這些都是形成老年人對熱適應較差之主要因素。此外，年幼者因為身體散熱之機能尚未發育完全，其排熱功能也較差，若我們詳細觀察，便可發現年老及年幼者熱適應能力較差，也較容易罹患熱病。另外在性別上，女性之熱適應能力比男性差，其原因在於女性之體能大多比不上男性，在體能較差的情形下，較易受熱病之侵襲，且一般女性之出汗率，也比男性少，較少之出汗率代表散熱之功能較不理想，且女性體內脂肪量較男性高，不利於散熱，故女性熱適應較男性弱。

¹²黃千惠，〈不同型式及部位對於改善局部降溫後及皮膚血液變化的效果比較〉《國立體育學院碩士論文》（臺北市）國立體育學院出版，民國 82 年 6 月，頁 20。

二、環境和季節：

在乾熱之環境下，汗腺之出汗率並不會大增，在濕且熱之環境下，出汗率較高，這也告訴我們，如果在潮濕的環境下，要排除體熱時，需排出更多汗水才可完成。因為潮濕會抑制散熱，所以在潮濕環境下運動，發生熱病之機會亦較大。運動者若平日於濕熱環境下能運動自如，而沒有排熱困難之狀況，則在乾熱天候下運動必能產生良好之熱適應效果。習慣在乾熱環境下運動者，若移至濕熱環境下運動，往往不易排熱，提高患熱病之機率。在季節因素下，據 Shapiro 等人(1981)之探討，¹³認為在冬、夏季節裡，體內之血漿含量和出汗敏感性(Sweat sensitivity)有少許之差異，也就是說夏天體內血漿含量比冬天多，且夏天之出汗敏感性較冬天敏銳，較易出汗，這些差異會造成人體因季節不同而有不同的熱適應效果。在夏天運動時，身體產生熱適之效果比冬天來得好，尤其是在溫度高於 30℃ 下運動，身體會產生一連串調整，以提高熱適應效果(Armstrong 1991)。¹⁴

三、水份與電解質因素：

體內水份與電解質含量是影響熱適應之重要因素，觀察在熱適應良好情況下，其體內之水份和氯化鈉含量都相當充份，當體內產生脫水現象時，較易發生熱病；平日運動且未產生脫水現象時，體內血漿含量會保持定量，若人體因運動而產生約身體體重 3%之脫水量時，會有血液輸出量(Cardiac stroke volume)減少，出汗率降低和耐力運動時間減少之現象，但當脫水量達體重之 7%時，則容易產生熱衰竭(Heat exhaustion)現象(Sawka 1985)。¹⁵由於參與運動者，在產生熱適應後，出汗率會增多且平日飲水量也會增加，一般人在熱環境下運動 14 天，產生良好熱適應後，在跑步訓練能達 3000 公尺，則每小時之排汗量達 2.45 公升，但此時之腸胃排空率為每小時 1 公升，也就是之排汗量遠大於水份吸收量，所以跑步後體重往往

¹³同註 3。

¹⁴同註 3。

¹⁵同註 3。

會降低 2% 左右，其主因為脫水所造成，故在跑步後更須要大量補充水分。¹⁶產生熱適應後，單位時間之排汗率大增，但腸胃吸收水份之速度並未增加，因之補充水份之時間必須延長，須以少量多次慢慢喝的方式，且應以運動飲料為主，勿喝冰的、甜的，尤其不可以啤酒代替水，¹⁷更易造成痛風。在熱環境下運動，由於大量排汗，造成體內氯化鈉離子會大量流失，所以須要額外補充電解質，排汗量大，有助腎臟對電解質之重新吸收能力會增強，此時就不必刻意的吸收電解質了。

表三 國軍飲水量參考表

狀況	危險係數	輕度訓練		中度訓練		重度訓練	
		工作/休息 (分鐘)	累積飲水量 (cc/小時)	工作/休息 (分鐘)	累積飲水量 (cc/小時)	工作/休息 (分鐘)	累積飲水量 (cc/小時)
安全	<30	無限制	250	無限制	300	50/10分	500
注意	30-35	無限制	250	50/10分	300	50/10分	500
警戒	35-40	無限制	300	50/10分	500	40/20分	750
危險	>40	50/10分	500	40/20分	750	30/30分	1000
附記	1. 此表適用於一般體型(BMI 小於 27)，且以接受過熱適應者(新兵調適教育一週以上使用)。 2. 人體每日基本飲水量不得低於 2500 cc；每小時最大飲水量不超過 1500 cc及每日最大飲水量不超過 12 公升。 3. 幹部經常提醒官兵注意尿液顏色，若尿液顏色變為褐色或咖啡色時，應立即向幹部反映，並適時補充水分(少量多次慢慢喝)。 4. 本表累積飲水量建議維 1 小時內依個人運動量及生理狀況，分多次、少量、慢慢喝，避免一次補足水分(豪飲)及避免以冰品、飲料取代飲水。 5. 以調整訓練強度、操課環境(危險係數、工作及休息時間)，來降低狀況等級。在安全條件下，不得規避訓練職責。						

資料來源：陸軍司令部，《陸軍 102 年度官兵衛生保健作業暨督考實施計畫》(桃園龍潭)，民 102 年 1 月，頁 43。

¹⁶ 蘇蕙芬，〈皮膚溫度對生物電阻法評估身體組成的影響〉《國立體育學院碩士論文》(臺北市)國立體育學院出版，民國 82 年 6 月，頁 17。

¹⁷ 陸軍司令部，《陸軍 102 年度官兵衛生保健作業暨督考實施計畫》(桃園龍潭)，民 102 年 1 月。

柒、體能訓練安全之作為

國防部為使部隊在夏季能有效、安全操課訓練，於國軍部隊訓練訓令及《國軍部隊訓練要綱》內訂定「各種天候狀況下操課規定」，各單位應照表操課正常訓練，不得任意調整課目及停止施訓；惟應落實預防中暑機制、彈性調整操課服裝及定時補充水分等作法，以維部隊訓練安全，各級幹部更應依當時環境調整訓練模式。為能更有效掌握體能訓練安全，須注意剛到部新兵、疾病剛康復及女性生理期等人員，可按下列所述之要點從事訓練。

一、循序漸進：

體能訓練前須將體能較差或從未接受過軍事體能訓練者實施單獨編組，不適宜突然於熱環境中運動，須產生熱適應後，再以循序漸進的方式實施，也就是先培養體能基礎後，再至熱環境下從事運動。

二、強度增加：

訓練強度與熱適應的培養其關聯性，在運動強度大於 50%（以個人最大負荷計算）以上時，產生熱適應之效果較明顯，但在熱環境下運動之前兩週，運動者應曝曬於熱環境中的時間，以逐漸增加及調整運動量的方式，不可一開始就採高強度的方式來從事運動，否則只有徒增身體機能的損壞。當從涼爽環境下運動轉換成在炎熱環境下運動時，我們可以發現參與訓練者無法適應熱環境下高強度之運動，此時應降低運動強度，約從 40%的運動強度開始訓練。

三、體重控管：

從事訓練的人，建議能有每天量體重的習慣，當發現體重突然下降 2-3%時，要注意身體是否有脫水現象，如果是要立即補充水份；當體重降低 4-6%時，必須降低訓練量；當體重下降 7%以上時，必須立即請醫生徹底檢查原因。

四、運動的持續時間：

體能訓練區分為訓練量及訓練強度兩者，訓練量指的是訓練的總時數，以循序漸進的方式進行，以每三天為一小週期，週期與週期之間應含有預備、高峰及調整等三個階段；訓練強

度（負荷）必須從個人最大負荷量的百分比來做調整，由低至高不斷的增進，通常會由 50%開始至 95%為止。如果以跑步訓練來說，訓練量指的就是當天的總距離，而訓練強度就是每一段距離所控制的時間，時間越短強度越高，反之，時間越長強度越低。部隊訓練方式通常只注重到「訓練量而忽略了訓練的強度」，以致體能無法持續精進與突破。

五、排汗量：

排汗量為反應體內水份及身體散熱，散熱作用主要是經由對流（Convection）、傳導（Conduction）、輻射（Radiation）及蒸發（Evaporation）等因素進行；經由活動使新陳代謝產生熱而獲熱，在熱環境下跑步者需經過十四天熱適應後，身體溫度會較低，相對地流汗量也較多，也就是熱環境下運動體熱的散發主要是靠皮膚排汗來蒸發。¹⁸

六、最大心跳率控制：

正常人在熱環境下的運動，連續 5 到 10 天、每天運動 1 小時以上就能具備適應熱，通常心血管功能在 3 至 5 天時就能改善。Houmard（1990）指出每天在熱環境下運動或工作屬於中、¹⁹高強度的事情，可以增加對熱的忍受力。

七、狀況掌握：

溫度及濕度是發生熱傷害之重要因素之一，當一位熱適應良好的人置身處高溫且潮濕之環境下，進行激烈運動時，一樣會產生熱病，因此應參考環境因素，適度調整運動量，當危險係數高於 40 以上時，產生熱傷害的情況會相對的增加。

八、水分補充：

從事熱環境下的運動時，必須注意水份補充的問題，脫水或電解質的缺乏對熱適應有不良的影響，但水份或電解質補充的過多，對於熱適應提昇無顯著效果。當身體產生熱適應後，不能持續運動或未曝曬於熱環境下，則熱適應情況會逐漸消失，其中又以在冷環境下且不運動的熱適應消失最明顯。

¹⁸運動與環境溫度，王順正，運動生理學網站，<http://www.epsport.idv.tw/>（下載時間：民國 103 年 10 月 30 日）。

¹⁹同註 16。

捌、結語

盛夏期間高溫、高濕度之時段，幹部應掌握熱傷害危險因素，如新進、體型肥胖、近期因病發燒或痼疾人員，特別是行軍、跑步、過度勞累及飲水不足等危險因素，應利用每日課前準備時間，逐一過濾可能發生之風險，可從士兵(養成良好生活習慣，注意個人衛生健康)、幹部(熟悉症狀急救措施)、醫官(掌握熱傷害症狀者，急救處理)、部隊長(做好熱傷害防制衛教、減低發生機率)等多管齊下著手，降低熱傷害發生機會才能於訓練時免除各種熱傷害發生。

參考文獻

- 一、張瑞泰，〈熱適應〉《屏師體育》(屏東縣)，第 43 卷 3 期，屏東師範學院，民國 87 年 6 月。
- 二、徐慶帆等著，〈強化官兵熱傷害預防之研析〉《陸軍學術雙月刊》(桃園縣)，第 49 卷第 529 期，陸軍司令部出版，民國 102 年 6 月。
- 三、黃永任，〈運動與熱適應〉《中華體育》(臺北市)，第 6 卷第 1 期，中華體育出版，民國 81 年 3 月。
- 四、林正常，〈運動生理學〉(臺北市:師大書苑，民國 72 年)。
- 五、朱台麟，〈論體適能對國防戰力的重要性〉《復興崗學報》(臺北市)，第六十四期，復興崗體育，民國 87 年 6 月。
- 六、于葆等著，《運動醫學》(臺北市:中國文化大學出版部，民國 79 年 6 月)。
- 七、中央氣象局，〈平均氣溫〉，取自 <http://stat.motc.gov.tw/>，引用時間 103 年 10 月 30 日。
- 八、取自三軍總醫院衛生教育資料，民 101 年 7 月。
- 九、黃千惠，〈不同型式及部位對於改善局部降溫後及皮膚血液變化的效果比較〉《國立體育學院碩士論文》(臺北市)國立體育學院出版。
- 十、蘇蕙芬，〈皮膚溫度對生物電阻法評估身體組成的影響〉《國立體育學院碩士論文》(臺北市)國立體育學院出版。
- 十一、運動與環境溫度，王順正，運動生理學網站，<http://www.epsport.idv.tw/>(下載時間：民國 103 年 10 月 30 日)。
- 十二、陸軍司令部，《陸軍 102 年度官兵衛生保健作業暨督考實施計畫》(桃園龍潭)，民 102 年 1 月。