

職業暴露熱危害引起之職業疾病認定參考指引

勞動部職業安全衛生署

中華民國 109 年 5 月

【本參考指引由勞動部職業安全衛生署委託蔡博智醫師主筆修訂】

一、導論

工作環境中的熱能傳到人體的方式有空氣對流、輻射、皮膚與衣物或某些外物的直接接觸傳導等；此外，身體活動與生理代謝亦可於體內產生熱能。人體可藉由改變身體部位的血流量，將肌肉與組織深部的熱能帶至溫度較低的體表部位，並藉著汗液的生成與蒸發以幫助散熱。對熱的調節，是維持身體正常功能的重要生理機轉。人體在熱環境下工作，因代謝產熱量與外在環境因素(氣溫、濕度、風速與輻射熱等)以及衣著情形等共同作用而造成身體產生熱負荷或熱蓄積情形，並透過與外界熱交換以維持熱平衡，稱之為熱應變(heat strain)。

處於高溫環境，身體會藉由一系列生理與心理的調適而逐漸適應，稱之為熱適應(heat acclimatization)。表皮微血管的極度擴張是身體對於高溫環境適應過程的第一步；為因應血管擴張，一段時間後體內血漿總量會升高、心臟的搏出量增加、心律也會跟著減緩，汗液的生成會被促進，身體在接觸高溫環境時也會提早出汗。對於高溫環境的適應，約需要一週的時間。停止高溫作業數日後，身體對於高溫環境的適應力會減弱，可能需要數日的再適應期。對於高溫環境的適應力因人而異，某些人天生體質就能忍受較高溫的作業環境。但若病人本身有睡眠不佳、缺乏水分、過量飲酒的情形，相關病史如心血管疾病、燒燙傷、服用乙型交感神經阻斷劑或身心科藥物，抑或其他可能影響身體代謝的因素等，身體本身的散熱功能與熱適應能力即可能受到影響，甚至加重熱疾病的症狀。

若工作環境的溫度與濕度太高、勞工的工作量過大，或身體對熱的調節失效，勞工的體溫就會過高、正常生理受到影響而損害健康。為保護勞工免於熱危害引起健康上的影響，職業安全衛生法(2019)[1]之第十九條明定：在高溫場所工作之勞工，雇主不得使其每日工作時間超過6小時。職業安全衛生法施行細則(2014)[2]第二十八條則將高溫作業列為「特別危害健康之作業」，規定雇主應對所雇用勞工施體格檢查與特殊健康檢查，以保護及維持高溫作業勞工的健康。為補

償高溫作業勞工因執行職務而致傷害或職業病以致未能取得原有薪資，勞工保險條例(2015)[3]第三十四條及其附表一之勞工保險職業病種類表第六類第三項，亦列出工作於酷熱之工作場所所罹患之中暑(日射病)、熱衰竭、及熱痙攣等因高溫作業所引起之健康影響。本指引參照 ICD-9 之 992.x 與 ICD-10 之『T67 熱及光之影響』與『Z57.6 極端溫度的職業性暴露』所提及之診斷，除此之外，對於其他因高溫作業所引起之健康影響，如熱暈厥，亦於醫學評估一節中述及。

二、具潛在暴露之職業

台灣的勞工，身體除了吸收空氣對流的熱能、來自生產機具的輻射熱，還要額外承受相對濕度偏高導致的汗水蒸發困難，在通風散熱不良的各種產業廠房，高溫高濕度環境影響甚鉅，依據勞動部於 2014 年所修訂之『高溫作業勞工作息時間標準』[4]，將其所稱之高溫作業列為潛在暴露之職業。而夏季從事戶外作業，高氣溫環境中陽光曝曬亦有引起熱疾病之風險，按『職業安全衛生設施規則』第 324-6 條規定，使勞工從事戶外作業，為防範環境引起之熱疾病，應視天候狀況採取危害預防措施，增列其他戶外具潛在暴露之職業：

- (一)於鍋爐房從事之作業。
- (二)灼熱鋼鐵或其他金屬塊壓軋及鍛造之作業。
- (三)於鑄造間處理熔融鋼鐵或其他金屬之作業。
- (四)鋼鐵或其他金屬類物料加熱或熔煉之作業。
- (五)處理搪瓷、玻璃、電石及熔爐高溫熔料之作業。
- (六)於蒸汽火車、輪船機房從事之作業。
- (七)從事蒸汽操作、燒窯等作業。
- (八)大型洗衣廠、食品蒸煮廚房、家禽屠體濕式褪毛廠...等，或其他濕熱廠房之作業。
- (九)戶外營造工人、馬路工人、電線桿維修工人...等，或其他室外日射暴露環境從事之作業。
- (十)其他經中央主管機關指定之高溫作業。

以上作業，不包括已採取自動化操作方式且勞工無暴露熱危害之虞者。

三、醫學評估與鑑別診斷

汗液蒸發在高溫(34-37°C)時是最主要的散熱方式，甚至比重可高達九成以上；但相對溼度大於 75%時，蒸發作用便十分困難[5]。因此，在高溫、高濕度的環境下，因散熱困難，人體大量蓄積熱能，導致體溫升高、水分與電解質代謝紊亂、神經與心血管等系統功能障礙，所主要表現的急性病癥有下列三種：1.中暑(日射病，heat stroke)、2.熱衰竭(heat exhaustion)、3.熱暈厥(heat syncope)。

(一)臨床表現

1.中暑

中暑是熱急症中最嚴重的一種，主要機轉是熱的調節機能被破壞和內源性的熱量產生增加，若延遲治療死亡率可高達五~七成。臨床上診斷中暑最重要的症狀是中樞神經異常(包括躁動、意識混亂、癲癇或昏迷)，其他特徵包括中心體溫升高至 40°C以上[6]。多數中暑病人呈現心跳加速、收縮壓低於 100 mmHg，可能合併急性腎損傷、肺水腫等症狀，2-3 天後可能發生肝功能異常，甚至肝衰竭。中暑亦可能造成心肌病變[6]，心電圖呈現非特異性 ST 段和 T 波變化，心肌酵素 CK-MB 亦會增高，但少有發生急性心肌梗塞。實驗室檢查可發現因組織破壞而造成的乳酸去氫酶(LDH)、肌酸酐磷酸激酶(CPK)、天門冬胺酸轉胺酶(AST)、丙胺酸轉胺酶(ALT)升高。體內酸鹼恆定失去平衡，可能同時出現呼吸性鹼中毒與乳酸中毒的表現。若有橫紋肌溶解症體內電解質則會呈現高血鉀、低血鈣與高血磷，體內鈉離子濃度則視水分與電解質流失程度而定。中暑病人亦常出現凝血功能之異常，早期會出現血小板缺乏、凝血酶原時間(prothrombin time)延長，晚期甚至出現瀰漫性血管內凝固現象(DIC)。

2. 熱衰竭

熱衰竭與體內水分、電解質大量流失有關，因血容積減少而發生症狀，如虛弱、口渴、疲倦和頭痛，可能伴有食慾不振和噁心嘔吐。通常，皮膚出汗呈濕冷樣，神智仍清醒，且中心體溫可能正常或稍高。理學檢查所見為週邊性循環衰竭，有蒼白、血壓過低、脈搏快而弱等徵象。相較於中暑，熱衰竭的病人不會有嚴重的中樞神經系統症狀，因此可用中樞神經系統症狀的有無來區分熱衰竭和中暑。

3. 熱暈厥

熱暈厥常發生於熱環境中久站時，因皮膚血管擴張導致靜脈血鬱積於週邊，且相對滯留於下肢產生姿勢性低血壓，腦部暫時性的缺血造成昏厥現象[6]。理學檢查可發現病人皮膚呈現濕冷且脈搏微弱，收縮壓常低於 100mmHg。熱暈厥本身是一個排除性的診斷，需要審慎且完整的評估，只有在排除其他代謝性、心血管與神經性等可能造成暈厥的因素後，才能確立這項診斷。

(二) 鑑別診斷

其他疾病所造成的體溫上升，需與熱疾病特別是中暑做鑑別診斷的有以下幾類疾病[6]：

1. 藥物毒性 (anticholinergic, phencyclidine, cocaine, amphetamine, MDMA, ephedrine, salicylate)。
2. 血清素症候群 (Serotonin syndrome)。
3. 抗精神病藥物惡性症候群 (Neuroleptic malignant syndrome)。
4. 惡性高熱 (Malignant hyperthermia)。
5. 酒精戒斷症狀。
6. 全身性感染 (細菌性敗血症、瘧疾、傷寒、破傷風)。
7. 中樞神經感染 (腦膜炎、腦炎、腦膿瘍)。
8. 內分泌疾病如甲狀腺風暴 (thyroid storm)、糖尿病酮酸中毒、嗜鉻細胞瘤 (pheochromocytoma)。

9.中樞系統疾病如癲癇重積狀態 (status epilepticus)、腦出血(cerebral hemorrhage)。

(三)實驗室診斷

- 1.血糖：有無糖尿病或低血糖症。
- 2.血中尿素氮、肌酸酐、血球容積比、尿量、尿液比重、尿蛋白：評估脫水程度以及有無腎功能障礙。
- 3.測定鈉、鉀、氯、鈣、磷等電解質及動脈血氧分析(酸鹼值、氧氣與二氧化碳分壓)：有無電解質或酸鹼不平衡，特別是高血鉀、代謝性酸中毒。
- 4.血小板、凝血酶原時間：有無凝血功能異常，必要時檢測 D-dimer、FDP 等以排除瀰漫性血管內凝血(DIC)。
- 5.血清乳酸去氫酶(LDH)、肌酸酐磷酸激酶(CPK)、天門冬胺酸轉胺酶(AST)、丙胺酸轉胺酶(ALT)、膽紅素：有無組織破壞或肝臟損傷。
- 6.心電圖檢查：有無心肌病變。
- 7.肺部 X 光檢查：有無肺水腫或其他肺部疾病。
- 8.若懷疑有中樞神經系統的病灶，可安排頭部電腦斷層檢查。

四、流行病學證據

Argaud et al. 2007 年[7]發表的法國里昂世代追蹤研究發現，2003 年 8 月歐洲熱浪所導致的中暑個案裡，28 天與 2 年後的死亡率分別高達 58%與 71%，即使存活也大多有後遺症。其中長期服用高血壓藥物的個案風險比率為 2.17(Hazard ratio; 95% CI: 1.17-4.05)；住院時呈現無尿者風險比率高達 5.24(95% CI: 2.29-12.03)，昏迷者風險比率為 2.95(95% CI: 1.26-6.91)，心血管系統衰竭個案的風險比率為 2.43(95% CI: 1.14-5.17)。

Hess et al.[8]分析美國 NEDS(Nationwide Emergency Department Sample)2006-2010 年的資料，夏季因熱疾病到急診就醫的比率平均為 21.5/100,000(人/人口·年)；其中約 88%的個案經過適當治療後順利離

開急診，12%的個案需要住院，極少數於急診內死亡。這些於研究期間因熱疾病到急診的個案裡，74.7%為熱衰竭，5.4%為中暑。急診診斷為中暑的個案當中，61%住院接受進一步治療，1%於急診診療間死亡，佔整體熱疾病急診內死亡的77%。不良結果包括住院治療與急診內死亡，有較高暴露勝算比(odds ratio)的危險因子包括大於65歲族群、男性、罹患共病症、沒有保險、低家庭收入。其中有循環系統方面疾病的族群，其暴露勝算比為2.44(OR, 95% CI:2.36-2.53)，神經系統疾病暴露勝算比為3.22(95% CI:3.05-3.39)，呼吸系統疾病為1.92(95% CI:1.83-2.02)，內分泌疾病為2.85(95% CI:2.76-2.95)，惡性腫瘤為2.66(95% CI:2.3-3.07)，特別注意的是有血液方面疾病的暴露勝算比高達9.05(95% CI:8.45-9.69)。

Xiang et al.[9] 2014年一篇文獻綜述中指出，從事農業的工作者可能需長時間在室外工作，且往往缺乏職業安全與衛生相關保護措施。在美國，農業在所有產業別熱疾病造成的死亡中排名第3高，死亡率是一般文職人員的20倍；熱疾病產生共病症的比例，從事農業工作是非從事農業工作者的4倍。建築工人除工作負荷較大之外，操縱的機具可能產生熱能，且常持續、長時間的直接暴露於陽光下，甚至於高空進行作業，因此熱疾病導致死亡的風險也相當高。2003年至2008年美國致命性職業傷害調查記錄中，熱疾病造成的死亡個案裡建築工人的比例最高(36%)。

五、暴露證據收集方法

(一)職業暴露史

詳細詢問與紀錄員工的工作史，包括行業特性、工作環境、作息時間、工作內容、工作量與環境測定的結果等。

(二)環境測定

勞工作業環境監測實施辦法(2016)第8條[10]中規範，勞工工作日時量平均綜合溫度熱指數在中央主管機關規定值以上者，應每三個

月監測綜合溫度熱指數(wet bulb globe temperature, WBGT)一次以上。綜合溫度熱指數可用來評估熱暴露，計算需考慮日曬有無(以乾球溫度區別)、濕度(濕球溫度)、與輻射熱(黑球溫度)間的相互影響。由於濕度對熱散失影響很大，因此濕球溫度佔較大比例。各種溫度測定地點，依勞工工作時最接近熱源之通常位置決定，而綜合溫度熱指數愈高，表示熱危害愈大。

綜合溫度熱指數，計算方法如下：

1. 戶外有日曬情形者。

$$\text{綜合溫度熱指數} = 0.7 \times (\text{自然濕球溫度}) + 0.2 \times (\text{黑球溫度}) + 0.1 \times (\text{乾球溫度})$$

2. 戶內或戶外無日曬情形者。

$$\text{綜合溫度熱指數} = 0.7 \times (\text{自然濕球溫度}) + 0.3 \times (\text{黑球溫度})$$

勞動部『高溫作業勞工作息時間標準』(2014)[4]中對於綜合溫度熱指數值的規定，如為連續暴露達一小時以上者，以每小時計算其暴露時量平均綜合溫度熱指數，間歇暴露者，以二小時計算其暴露時量平均綜合溫度熱指數，並依下表規定，分配作業及休息時間：

時量平均綜合 溫度熱指數值 °C	輕 工 作	30.6	31.4	32.2	33.0
	中 度 工 作	28.0	29.4	31.1	32.6
	重 工 作	25.9	27.9	30.0	32.1
時 間 比 例	連 續	25%休息	50%休息	75%休息	
每 小 時 作 息	作 業	75%作業	50%作業	25%作業	

上表適用於室內作業場所，其所稱輕工作，指僅以坐姿或立姿進行手臂部動作以操縱機器者。所稱中度工作，指於走動中提舉或推動一般重量物體者。所稱重工作，指鏟、掘、推等全身運動之工作者。

時量平均綜合溫度熱指數計算方法如下，各測得之溫度及綜合溫度熱指數均以攝氏溫度表示之：

第一次綜合溫度熱指數 x 第一次工作時間 +
 第二次綜合溫度熱指數 x 第二次工作時間 + +
 第 n 次綜合溫度熱指數 x 第 n 次工作時間 +

第一次工作時間 + 第二次工作時間 + +
 第 n 次工作時間

室外作業場所可使用交通部中央氣象局發布之溫度及相對溼度資訊(<https://www.cwb.gov.tw/>)，參考勞動部108年訂定之『高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引』[11]，依下列熱指數表(表一)找出作業現場對應之熱指數值，對照其熱危害風險等級(表二)。

表一、熱指數表

溫度 (°C)	43.3	第四級	57.8													
	42.2		54.4	58.3												
	41.1	第三級	51.1	54.4	58.3											
	40.0		48.3	51.1	55.0	58.3										
	38.9		45.6	48.3	51.1	54.4	58.3									
	37.8		42.8	45.6	47.8	51.1	53.9	57.8								
	36.7	40.6	42.8	45.0	47.2	50.6	53.3	56.7								
	35.6	第二級	38.3	40.0	42.2	44.4	46.7	49.4	52.2	55.6	58.9					
	34.4		36.1	37.8	39.4	41.1	43.3	45.6	48.3	51.1	53.9	57.2				
	33.3		34.4	35.6	37.2	38.3	40.6	42.2	44.4	46.7	49.4	52.2	55.0	58.3		
	32.2		32.8	33.9	35.0	36.1	37.8	39.4	40.6	42.8	45.0	47.2	50.0	52.8	55.6	
	31.1	第一級	31.1	31.7	32.8	33.9	35.0	36.7	37.8	39.4	41.1	43.3	45.0	47.2	49.4	
	30.0		29.4	30.6	31.1	31.7	32.8	33.9	35.0	36.1	37.8	38.9	40.6	42.2	44.4	
	28.9		28.3	28.9	29.4	30.0	31.1	31.7	32.2	33.3	34.4	35.6	36.7	37.8	39.4	
	27.8		27.2	27.8	28.3	28.9	28.9	29.4	30.0	31.1	31.7	32.2	32.8	33.9	35.0	
	26.7	26.7	26.7	27.2	27.2	27.8	27.8	28.3	28.9	28.9	29.4	30.0	30.0	30.6		
			40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
			相對濕度(%)													

心跳(bpm)	熱應力
P3 < 90	可接受
P3 = 90 與/或 P1 - P3 ≥ 10	高，可能造成體溫稍微增加
P3 > 90 與/或 P1 - P3 < 10	超出身體可調節範圍，應立即採取措施以預防熱危害

六、結論

在高溫度、高濕度的環境下作業可能會導致勞工體溫升高、水分與電解質代謝紊亂、神經與心血管等系統功能障礙，所主要表現的急性病癥有下列三種：中暑、熱衰竭、熱暈厥。

熱危害引起之職業疾病認定，需符合下列主要基準中的條件、或符合輔助基準且有健康危害之證據者。

(一)主要基準：

1.疾病證據：具有符合中暑、熱衰竭、及熱暈厥等疾病之臨床診斷與表徵，可供參考之醫學評估與實驗室檢查如下：

- (1)心血管系統：心跳加速或收縮壓過低等休克症狀。
- (2)神經系統：中樞神經異常，包括躁動、意識混亂、癲癇或昏迷。
- (3)皮膚：體溫過高、流汗量異常、皮下出血。
- (4)肌肉：痙攣性疼痛、肌力減少、血清乳酸去氫酶(LDH)、肌酸酐磷酸激酶(CPK)增高等組織破壞之現象。
- (5)腎功能障礙：血中尿素氮、肌酸酐、血球容積比、尿蛋白、尿液比重、尿量等異常現象。
- (6)血液凝固異常：凝血酶原時間異常及相關凝血機制障礙。
- (7)肝臟損傷：天門冬胺酸轉胺酶(AST)、丙胺酸轉胺酶(ALT)之血中濃度增高。
- (8)電解質失衡：鈉、鉀、氯、鈣、磷等電解質、及動脈血液氣體分析(酸鹼值、氧分壓、二氧化碳分壓)等電解質和酸鹼平衡指標異常。

(9)人體核心溫度:量測耳溫或肛溫。(中暑之核心體溫在 40°C以上)

2.暴露證據：作業環境之暴露史，包括工作的描述、行業特性、工作環境、作息時間、工作內容、工作量等。勞工作業量的輕重、作息時間的分配、有無經過適應期的調適、工作環境有無合適休息處所或電解質液及水分的補給等因素都需詳細記錄。可參考勞動部高溫作業勞工作息時間標準，必要時進行現場綜合溫度熱指數測定，或使用交通部中央氣象局發布之溫度及相對溼度資訊 (<https://www.cwb.gov.tw/>)，參考勞動部 108 年訂定之『高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引』[11]，對應其熱危害風險等級，評估個體是否處於異常的暴露條件之下。

3.合理的熱疾病發病之時序性。

4.必須排除其他可能引起中樞神經異常或體溫升高的原因，例如：藥物、感染(全身性或中樞神經)、內分泌疾病等。

(二)輔助基準：

1.移除高溫環境暴露後，勞工之急性健康影響在一周內改善，且不再發生。

2.作業環境之綜合溫度熱指數與勞工作息時間條件超過高溫作業勞工作息時間標準之規範。

3.在同一工作環境下之工作人員亦有類似之健康影響證據，且經合理排除其他非職業因素所引起之常見原因。

4.未曾於高氣溫環境下作業之新進人員或未經熱適應調配之勞工應特別考量。

參考文獻

- [1] 勞動部，職業安全衛生法，2019。
- [2] 勞動部，職業安全衛生法施行細則，2014。
- [3] 勞動部，勞工保險條例，2015。
- [4] 勞動部，高溫作業勞工作息時間標準，2014。
- [5] Tord Kjellstrom, David Briggs, Chris Freyberg, Bruno Lemke, Matthias Otto, Olivia Hyatt. Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts. *Annu. Rev. Public Health* 2016; 37: 97-112.
- [6] Walter F. Atha. Heat-Related Illness. *Emerg Med Clin N Am* 2013; 31: 1097-1108.
- [7] Laurent Argaud, Tristan Ferry, Quoc-Hung Le, et al. Short- and long-term outcomes of heatstroke following the 2003 heat wave in Lyon, France. *Arch Intern Med* 2007; 167(20): 2177-2183.
- [8] Jeremy J. Hess, Shubhayu Saha, George Luber. Summertime Acute Heat Illness in U.S. Emergency Department from 2006 through 2010: Analysis of a Nationally Representative Sample. *Environ Health Perspect* 2014; Vol.122(11): 1209-1215.
- [9] Jianjun Xiang, Peng Bi, Dino Pisaniello, Alana Hansen. Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review. *Ind Health* 2014 Mar; 52(2): 91-101.
- [10] 勞動部，勞工作業環境監測實施辦法，2016。
- [11] 勞動部，高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引，2019。
- [12] Occupational Exposure to Heat and Hot Environments: Revised Criteria 2016. CDC, The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).
- [13] Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. 7th ed. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial

Hygienists (ACGIH) 2002-2006 Suppl.

[14] 高溫作業之健康影響認定基準，楊冠洋醫師。

[15] 熱危害引起之職業病認定參考指引，鄭天浚、郭耀昌、徐祥清醫師。