

# 氣候變化對小氣候的影響工作環境相關職業健康和生產力

Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity

Enrico Marchetti, Pasquale Capone and Daniela Freda

Ann Ist Super Sanita2016 | Vol.52, No.3:338-342

## 背景:

專題報告學生:湯凱洋 周勇順 鄭宇佑

指導教授:陳重羽教授

全球氣候變化，無論是人為的還是自然發生的，預計在本世紀將使世界平均溫度升高約 2-4 °C。在過去 50 年中觀察到極端溫度的廣泛變化。寒冷的白天、寒冷的夜晚變得不那麼頻繁，而炎熱的白天、炎熱的夜晚、熱浪、局部風暴、降水變得更加頻繁，特別是在過去的 10 年裡。人類直接暴露於氣候變化（熱應激、疲倦和精疲力竭，最終死亡），並通過疾病傳播媒介、水傳播病原體、水質和供應、空氣質量、食物數量和質量、生態系統、農業間相互暴露。氣候變化對人類負面影響的證據健康是明確的，熱衰竭和中暑等對勞動者健康的嚴重影響正在增加。然而，氣候變化與健康之間的關係是一個相對較新的研究領域，目前的證據存在許多不一樣的聲音，需要更多方面的學術研究來支持自身的觀點。

**目的:** 本次審查的範圍是調查氣候變化對工人的影響關於健康和工作效率。

**方法:** 這項研究是通過分析最近的國際文獻來實現的。

## 氣候變化對小氣候的影響工作環境相關職業健康和生產力:

人體的體溫是恆定的，其內在溫度約維持在37°C左右，也就是所謂**核心溫度**，通常指人體的直腸溫度，位於人體的內部中心，繞著臟器，其外圍就是**體壁與皮膚**。

體溫若高到41~42°C（如：劇烈**運動**、**發燒**）時，體內許多**蛋白質**分子（尤以**酵素**分子對生命非常重要）會很快地分解，而細胞內許多代謝反應卻需要在恆定的溫度下才能順利地進行，酵素是**代謝**過程的重要**催化劑**，沒有了酵素，細胞也就無法進行代謝作用。

## 氣候變化對工人生產力的影響:

最近的幾項研究指出了長時間暴露在高溫下對工作效率的不同影響。可以看出，在未冷卻的室內環境中，增加的熱暴露會降低性能。同時，採用技術解決方案（傳統空調或創新的低成本解決方案，如太陽能係統）將降低濕度和溫度，並降低室內溫度。提高生產力，特別是在發展中國家炎熱潮濕的室內工作場所（辦公室）。工作表現和熱應激之間的關係是複雜的。

2009 年的一項研究中，就 2080 年勞動生產率的絕對變化而言，預計最大的絕對損失（11.4% 至 26.9%）將出現在東南亞、安第斯山脈和中美洲、東部撒哈拉以南非洲和加勒比地區。東歐和西歐以及拉丁美洲南部的損失最小（0.1% 至 0.2%）；變暖減少和財富增加（人們從事勞動強度較低的工作）的綜合效應導致所有地區的影響都小得多（中美洲的損失最大，為 16%）。

聯合國「政府間氣候變遷問題小組」（IPCC）去年警告，全球暖化增溫幾乎肯定會在10年內超過巴黎協議的攝氏1.5度上限門檻。在此同時，「自然氣候變遷」（Nature Climate Change）期刊去年刊登的研究則指出，氣候變遷每年造成約10萬起與高溫有關的死亡案件。這代表極端天候對勞動力和經濟的衝擊，不但是人類迫在眉睫的危機，而且已經直接對人命造成威脅。

## 結論:

全球氣候變化影響工人的健康和生產力。大多數易受傷害的工人是熱帶和亞熱帶國家的戶外工人，暴露在過熱的條件下並從事繁重的勞動，但負面影響也涉及未冷卻的室內工人。即使沒有健康症狀，氣候變化也可能對工人產生許多影響，尤其是在工作能力和生產力方面。研究表明，當工人長期暴露於長時間的熱應激和從事重體力活動時，工作技能會受到嚴重影響，而且在危險任務的情況下專注力跟反應能力都會下滑導致工作處於不安全狀態，所以工作能力和生產率會下降。因此需要學習有更多關於氣候變化的知識如何通過不同學科學（氣候學、醫學、流行病學）方式來達到預防影響職業熱應激風險知識和提升工作效率的研究。

## 體溫調節:

人體的溫度是其狀況的重要指標。大致，可以挑出三個體溫區域：核心、外殼和皮膚。核心由敏感器官組成：胸腔器官、腹部器官和大腦；它的溫度為 37 ± 1 °C。外殼比核心溫度低 2°C 至 4°C，由手臂和腿組成。最後是皮膚，它是與環境的界面，比外殼還要涼爽。皮膚溫度隨著環境暴露的變化而改變；外周組織的溫度取決於當前暴露、暴露史、核心溫度和體溫調節血管舒縮。核心溫度雖然不會完全影響身體的熱量含量和分佈，但卻是用作人體熱狀態指標的最佳單一量。人類可以在核心溫度降低 10 °C 的情況下存活，但只能升高 5 °C。為了更準確地保持核心溫度，需要進行兩步調節。核心與分裂成毛細血管的血管進行熱交換，而毛細血管又與環境接觸。當對溫度變化敏感的受體通過中樞神經系統向下丘腦發送信息時，就會發生體溫調節。人體熱交換的機制是對流、傳導、輻射和出汗。熱/冷感知是由感覺神經系統介導的。溫度由神經末梢和溫度感受器感知，當受到刺激時，它會向位於下丘腦底部的下丘腦發送信號。大腦。被稱為“散熱中心”的下丘腦前部在身體過熱時提供體溫調節。它結合了溫度傳感器和控制器的功能；任何高於前下丘腦設定點的溫度升高都會導致其發出傳出神經衝動，以啟動身體的血管擴張和出汗等散熱機制。設定點通常為 37 °C，但在運動或發燒時會升高。下丘腦後部或“熱量維持中心”提供抵禦寒冷的能力。Keller 和 Hare 表明，在熱維持中心被破壞後，（熱損失中心的）熱損失功能保持完好；因此，我們知道熱損失函數獨立於熱維持函數。熱量維持中心主要接收來自皮膚傳感器的溫度信號。由此產生的傳出反應是血管收縮和顫抖。

## 氣候變化對工人健康的影響:

美國疾病控制與預防中心（CDC）最近的一份報告指出，在 1992 年至 2006 年期間，美國共有 423 名工人因暴露於環境高溫而死亡。在這 423 例死亡中，102 例（24%）發生在農業、林業、漁業和狩獵行業的工人中（比率：每 10 萬工人 0.16 例），此外，在過去 30 年中，超過 100 名足球運動員（包括職業球員和大學球員）在練習和比賽中死於熱應激。這被認為取決於對中暑相關性的認識不足氣候變化對工人健康的影響，包括當地平均溫度和高溫事件頻率的升高，還與其他因素相互作用。例如，在文獻中人口增長、能源政策、節能政策（缺乏控制，如遮陽、風扇、空調和其他適應能力）、工作政策（更強烈的體力勞動需求和/或更少的休息時間（飲酒））以及城市化進程加快和森林砍伐已被考慮。

| 特徵      | No.   | 參考                        |
|---------|-------|---------------------------|
| 總計      | 68*   | MMWR Report 2008 [25]     |
| 行業類別    |       |                           |
| 生產作物    | 52    |                           |
| 蔬菜和瓜類   | 15    |                           |
| 農業      |       |                           |
| 水澆和樹膠種植 | 11    |                           |
| 其他作物    | 19    |                           |
| 其他/未指定  | 7     |                           |
| 支援活動    | 16    |                           |
| 職業運動員   |       | Mc Ardle et al. 2015 [19] |
| 足球運動員   | > 100 |                           |
| 未指定     | 49    |                           |
|         |       | IRSSST Report 2013 [28]   |

\*每 100 000 名工人。