

氣候變遷與人類健康

賴昂廷 林益卿 楊鈺雯 吳美鳳

彰化基督教醫院 家庭醫學科

摘要

全球氣候變遷與人類健康兩者間的關係是多樣、複雜且重要的，極端的天氣更會影響人的健康、安全及存活。許多呼吸道疾病、心血管疾病、腎臟疾病、消化道疾病、神經疾病、精神疾病、傳染性疾病、熱相關疾病、意外災害及癌症等都與天氣變化息息相關。藉由努力了解氣候變化對於健康的影響，建立預警系統隨時掌握當地最新的氣象動態，以及提升醫療體系對於緊急情況的快速反應，可以減少或避免人體健康遭受天氣所帶來的威脅。

關鍵詞：氣候變遷 (Climate change)
極端天氣 (Extreme weather events)
人類健康 (Human health)
熱疾病 (Heat-related illness)
呼吸道疾病 (Respiratory diseases)
心血管疾病 (Cardiovascular diseases)

前言

氣候包括各種氣象的要素，如溫度、濕度、氣壓、風速、雨量、大氣顆粒物數等。氣候變遷 (climate change) 會影響到人的身體運作，由於溫室效應 (the greenhouse effect) 的關係導致氣候變得更為多變及不穩定，而極端的天氣 (extreme weather events) 也變得更劇烈，次數更為頻繁^{1,2}。台灣的氣候複雜多變，不同季節的天氣差異性大，對於人的健康影響甚鉅，尤其對老人或罹患慢性病的人來說，因適應氣候的能力下降變得容易生病或惡化原本疾病的病情。了解氣候對於身體可能造成的各種影響，在天氣變化時隨時提高警覺有助於維持健康狀況。

呼吸道疾病

氣候變遷會造成呼吸道疾病，溫度上升使海洋中毒物揮發，花粉及種子量增加，乾旱導致塵土變多，降雨促進黴菌及微生物的生長，使得氣喘、過敏性鼻炎及慢性阻塞性肺疾病容易復發^{3,4,5}。高溫會加速化學反應⁵，改變空氣汙染物質的組成及分佈，城市中的交通工具所排泄的氣體容易因高溫而釋放出臭氧 (O₃)，引起胸痛、咳嗽、喉嚨刺激或鼻塞，惡化氣喘及肺氣腫的症狀，甚至可能會導致肺組織纖維化⁶。溫度、溼度、風速及雨量會影響病毒的繁殖與傳播⁷，冬天因氣溫低使得人的免疫功能下降，容易引發流行性感冒 (influenza) 及其他呼吸道的感

染⁵，尤其是天氣寒冷時大家聚集在室內會提高交叉感染的機會，增加呼吸道疾病的死亡率。

心血管疾病

氣候變化容易增加心血管疾病，在特別冷或是特別熱的天氣，會讓原來心血管疾病的症狀惡化，增加胸痛、心律不整、冠狀動脈疾病及腦中風的發生率，尤其老人及獨居的人屬於高危險群。研究發現當氣溫低時會增加血壓、血液黏稠度和心臟的負荷，使血液中膽固醇及纖維蛋白原(fibrinogen)的數值上升，也會造成血液濃縮、發炎反應及高凝血狀態而易引起血栓⁸。氣溫介於11-15°C時發生心肌梗塞死亡的相對危險性(relative risk)是氣溫介於22-23°C時的1.31倍⁹，氣溫每低1°C未來一個月內罹患心肌梗塞的機會增加2%，以前兩個星期危險性最高⁸。氣溫越高時也會增加心肌梗塞，每高1°C時相對危險性為1.015倍¹⁰，不過有研究認為與高溫沒有關聯性⁸。

心血管疾病在冬天的致死率比在夏天時高。相較於年輕人，老人在寒冷天氣中較易有冠狀動脈血流量減少的情形¹¹，冬天時因天氣冷誘發血管收縮、老化對體溫調控能力差及少動多吃的情況下造成慢性病控制不佳，導致老人的死亡率較高¹²。有呼吸道感染時，前兩個星期罹患心肌梗塞的機會也較高，其中前三天的勝算比(odds ratio)為3.75，致病機轉可能與感染後引發急性發炎使得發炎指標如C-反應蛋白(C-reactive protein)上升及導致內皮細胞功能缺損有關¹³。得流行性感冒而死亡的人中，有35-50%是因為心血管疾病惡化而致死¹⁴。空氣中粒徑介於2.5到10微米(μm)之懸浮微粒濃度越高時會增加急診就醫及住院次數，危險性以老人較高^{15,16}，可能原因為空氣污染物質會增加發炎反應、氧化壓力及血液黏稠度而引發心血管疾病。藉由改善空氣污染有助於減少心血管疾病。

腎臟疾病

氣候越炎熱的地區，罹患腎結石的機會越高。當平均氣溫越高或溼度越低時，流汗導致

水分不足，使得腦垂體後葉(posterior pituitary)分泌抗利尿激素(antidiuretic hormone)，造成尿量減少，尿液中草酸鈣(calcium oxalate)及其他物質的濃度升高，而增加腎結石的發生機率。夏天發生腎結石的比例比冬天高，男性比女性高，職業為軍人、廚師和機房的高溫作業人員也比較容易有腎結石¹⁷。研究發現當熱浪(heat wave)來襲時，因急性腎衰竭或相關腎臟問題而至急診就診次數增加，主要原因為電解質不平衡(16%)，其次為急性腎衰竭(15%)及腎炎或腎病症候群(6%)¹⁸。氣溫每高2.78°C，因急性腎衰竭而住院的比例增加9%¹⁹。在熱浪來襲期間因急性腎衰竭或相關腎臟問題而住院的發生率，比在非熱浪期間的發生率分別高1.26倍和1.10倍，其中介於15至64歲的男性發生急性腎衰竭的機會為1.79倍，可能原因與從事勞動工作期間並未獲得足夠的水分有關²⁰，因此在天氣炎熱時，應適時補充水分以減少罹患腎臟疾病。

消化道疾病

許多微生物如沙門桿菌(*Salmonella* spp.)及霍亂弧菌(*Vibrio cholerae*)等容易在高溫時快速生長。原來低溫、少雨的地區因氣候變化造成大雨及水災，大雨會增加水源性疾病²¹，而水災會增加鈎端螺旋體病(leptospirosis)、曲狀桿菌(*Campylobacter* spp.)及隱孢子蟲症(cryptosporidiosis)的感染²²。當水質受到污染，食物因高溫變質或因保存不當使得細菌滋生時，會增加食物和水的傳染疾病導致腸胃炎²³，以女性、兒童、老人及免疫功能低下者感染機會較高，嚴重時會有併發症如A型肝炎病毒(Hepatitis A virus)引發肝炎、克沙奇B型病毒(Coxsackie B virus)導致心臟疾病、出血性大腸桿菌(*Escherichia coli* O157:H7)造成腎臟疾病、關節炎及無菌性腦膜炎等²⁴。夏天所引起腸胃疾病的致病原可能為細菌或寄生蟲，而冬天以病毒為主如諾羅病毒(Norovirus)或輪狀病毒(Rotavirus)²⁵。

有研究發現消化性潰瘍在冬天及春天發生率較高，夏天發生率較低，低溫及溫度變化時容易造成人體急性壓力反應，導致交感神經

興奮增加腎上腺素(adrenaline)及正腎上腺素(noradrenaline)釋放，使得胃黏膜分泌減少或功能下降²⁶。寒冷天氣會降低人體的免疫功能，讓幽門螺旋桿菌(*Helicobacter pylori*)更容易破壞黏膜²⁷。而冬天容易發生呼吸道感染，可能會增加非類固醇類消炎藥(NSAID)的使用，也是造成消化性潰瘍的因素²⁸。

營養

氣候變遷會影響食物供應，或因化學物質影響海產、農藥加於農作物等導致食物污染。高溫使土壤濕度降低及高溫本身會影響植物的光合作用，夜間的溫度每升高1°C時，稻穀收成量減少10%²⁹。研究預估東南亞地區的稻穀收成量將在這個世紀末下降10-95%³⁰。台灣降雨日數有減少的趨勢，自1980年後每10年減少6天，4個季節的雨季都呈現減少趨勢，其中以夏季的減少幅度最大。根據水利署統計，平均每10年會出現一次大乾旱，2-3年出現一次小乾旱，次數以南部地區較多，主要是集中在春雨季時，導致農業水稻第一期作用水量最大的時期無足夠春雨²，然而夏季雨量增加，間歇性豪大雨連帶影響農作物收成²。食物供應若出現問題，兒童會有營養不良，造成生長發育遲緩，增加腹瀉及感染的機會，將來成人時可能罹患肥胖、代謝症候群及心血管疾病³¹。

神經疾病

氣候與腦中風之間的關聯性是多因素且複雜。氣溫會影響血壓、交感神經活性、血液稠度和身體活動程度。研究發現冬天時腦中風發生率較高³²，低溫會增加住院率、住院天數及腦中風死亡率，尤其對老人的影響甚大³³。氣溫每低2°C，發生缺血性腦中風的相對危險性為1.32倍³⁴。很多證據顯示氣溫低時會增加血壓³⁵，老人血液中的纖維蛋白原在冬天或低溫時較高³⁶。高溫會讓內皮細胞功能受損³⁷，氣溫每高1°C，發生缺血性腦中風的危險性增加2.1%，當日最高溫越高時，發生腔隙性腦梗塞(lacunar infarction)的機會上升³⁸。氣溫變化若大於5°C，

會增加腦中風的機會³⁹。至於氣壓與腦中風的關係目前並無定論，有研究發現若先前48小時氣壓低10百帕(hPa)，會增加出血性腦中風的機會，不過有研究持相反意見或認為兩者並無關聯⁴⁰。季節及氣溫的變化容易造成呼吸道感染，進而短暫性增加腦中風的機會，以前三天機會最高，勝算比為4.07^{13,41}。空氣汙染及當空氣中粒徑小於2.5微米的懸浮微粒濃度越高時，會提高腦中風的發生率⁴²。

氣候變遷使得海水中有毒海藻及重金屬增加，加上殺蟲劑的使用⁶，可能會造成神經系統受損。肉毒桿菌(*Clostridium botulinum*)易在溫度大於4°C時繁殖生長使食物受到汙染，其所產生的神經性毒素可能讓人出現視力模糊、吞嚥困難等神經症狀，嚴重時會四肢麻痺，甚至因呼吸困難而致死⁴³。頭痛會受溫度及濕度的變化而誘發相關症狀⁴⁴，高溫及低氣壓容易引發頭痛。氣溫每增加5°C偏頭痛發作的機會增加⁴⁵，而季節轉換時會造成偏頭痛及叢發性頭痛，尤其是春天期間^{46,47}。空氣汙染也會增加頭痛的機會⁴⁸。

精神疾病

氣候改變可能會造成人口變遷、工作改變、壓力產生及親人過世等，極端的天氣會增加心血管疾病及惡化原本慢性病的症狀，導致容易有精神疾病如創傷後壓力症候群(post-traumatic stress disorder)或憂鬱症⁴⁹。情緒與日光也有所相關，如季節性情緒性疾病(seasonal affective disorder)，女性發生的機會較高，容易在冬天復發，夏天時緩解，症狀通常始於晚秋初冬，常發生於較寒冷的地方⁵⁰，研究認為這些人下視丘(hypothalamus)的視叉上核(suprachiasmatic nucleus)出了問題⁵¹及冬天分泌的褪黑激素(melatonin)較少有關⁵²。另外高溫時比較容易疲倦，易出現煩躁或易怒的情緒，低溫及天氣陰沉時精神易沮喪或低落。因此在氣候或天氣轉變時，應留意病患無精神方面的相關症狀，尤其是精神疾病患者的反應較為敏感，應更加注意。

睡眠

溫室效應使得極端氣候變得更加劇烈也更為頻繁。天氣變化會影響人的情緒，使得睡眠情形受到干擾。怕熱的人可能在炎熱夏天難以入眠，研究發現夏天室內溫度上升造成老人在夏天相較於其他季節總睡眠時間減少、夜間醒來次數增加和睡眠效率降低⁵³。另外夏天氣溫升高容易使空氣污染物質揮發與傳播，增加空氣中粒徑介小於10微米之懸浮微粒，影響腦部呼吸調節中樞及直接刺激鼻道或咽部發炎，降低呼吸道的暢通性，導致睡眠呼吸障礙⁵⁴。當風吹動所產生的聲壓(sound pressure)大於40分貝(db)時，亦會影響到睡眠的品質⁵⁵。

骨骼肌肉疾病

氣候會影響骨骼肌肉疾病，當氣壓低或氣溫低時會增加疼痛⁵⁶。從事冷藏、冷凍相關的工作人員比較容易有關節疼痛或背痛等骨骼肌肉方面的症狀⁵⁷。有研究發現67.4%的人在季節轉換時疼痛會惡化，其中59.1%表示這個情況在冬天時更為明顯。30.4%的人會受到月亮影響而疼痛惡化，其中85.7%在月亮由圓轉缺的那兩個星期疼痛會加劇⁵⁸。

皮膚疾病

過度日曬可能會有日光性皮炎(solar dermatitis)，甚至會出現日光性角化症(actinic keratosis)⁵⁹，日曬與紫外線會惡化紅斑性狼瘡(systemic lupus erythematosus)的症狀⁶⁰，長波紫外線照射(UVA)及環境污染物會造成皮膚細胞的傷害及加速皮膚的老化。氣候變化容易造成蕁麻疹或其他皮膚疾病^{1,5,6}，極端天氣所造成的皮膚疾病以感染最為常見，其中以細菌為主⁶¹。夏天又濕又熱易發生汗疹(miliaria)，增加蚊蟲叮咬，容易有膿疱瘡(impetigo)和黴菌感染如汗斑、股癬及足癬，使接觸性皮膚炎惡化或復發^{62,63}。冬天容易皮膚乾燥(xerosis)，疥蟲(Sarcoptic acariasis)在此時也最為活躍⁶⁴，處在非常寒冷的環境可能會凍傷。痤瘡(acne)、毛囊

炎、脂漏性皮膚炎、異位性皮膚炎及乾癬容易在冬天或寒冷天氣時復發，夏天時症狀緩解⁶⁵。

癌症

高溫易使水中的毒物揮發到空氣中⁶⁶，氣候改變導致極端天氣變得更為頻繁，大雨及水災使得土壤裡有毒物質和重金屬沖入水中，當這些物質進入人體可能會增加罹患癌症的風險⁶⁷。曝露於短波紫外線(UVB)中可能會出現皮膚癌⁶⁸。研究發現氣溫每升高1°C，紫外線暴露量增加2%，得到鱗狀上皮細胞癌(squamous cell carcinoma)及基底細胞癌(basal cell carcinoma)的機會分別增加5.5%及2.9%⁶⁹。皮膚癌在夏天被診斷的機率較其他季節高⁶⁰。

意外災害

根據世界銀行統計，台灣屬於高災害風險區域，以水文氣象災害為主(含水災、風災、坡災、旱災)。統計資料顯示，台灣重大颱風洪水災害與極端降雨的增加有關，颱風極端強降雨發生的頻率在2000年前平均3~4年發生一次，在2000年後則平均每年一次²。環境脆弱度增加及公共建設之復原與重建過程中，可能會增加意外災害。

病媒及人畜共生傳染病

氣候變化會擴大病媒的範圍及縮短病原體孵化時間⁷⁰，導致發生瘧疾(malaria)、登革熱(dengue fever)、黃熱病(yellow fever)、各種病毒腦膜炎(viral encephalitis)、血吸蟲病(schistosomiasis)、利什曼原蟲病(leishmaniasis)、萊姆病(lyme disease)、盤尾絲蟲病(onchocerciasis)等病媒及人畜共生傳染病的危險性增加⁷¹。

身體活動

身體活動(physical activity)的程度會受到氣候及季節的影響而有所差異，通常夏天時的身體活動比冬天多。氣溫過高或過低、極端氣候及較差的天氣如雨天都是降低人願意從事身體活動的因素⁷²。

熱疾病

全球暖化速度加快使得氣溫逐年上升，台灣年平均溫度在1911年至2009年期間上升1.4°C，增溫速度相當於每10年上升0.14°C，較全球平均值高(每10年上升0.074°C)，而近30年(1980~2009)氣溫明顯增快，每10年上升0.29°C。1950年後亞洲地區炎熱的白天和夜晚有明顯增加的趨勢，台灣也有每日最高溫及每日最低溫上升的現象，高溫日數百年變化呈現增加的趨勢，以台北最為明顯，2000~2009年的高溫日數比1911~1920年平均增加10天以上。城市因柏油路面、缺少能吸附熱氣降溫的植物及高大建築林立影響通風，導致所謂的熱島效應(urban heat island effect)，使日夜溫差越來越小²。

熱疾病可分為熱暈厥(heat syncope)、熱痙攣(heat cramp)、熱衰竭(heat exhaustion)及熱中暑(heat stroke)。熱中暑是熱疾病中最嚴重的情況，通常中心體溫高於40°C和有神智不清、陷入昏迷、癲癇等嚴重影響中樞神經的症狀。台灣屬於海島型氣候，夏季高溫潮濕又時常有午後雷陣雨，這種高溫炎熱加上下雨前潮濕悶熱的天氣，容易引發熱中暑。

老人、女性、兒童、認知功能異常、心肺疾病、精神疾病、肥胖、酗酒、失眠、發燒、上呼吸道感染或急性腸胃炎、脫水或水分攝取不足、以前曾經熱中暑等都屬於高危險群。藥物如一些血壓、感冒、鎮定、睡眠、精神等用藥可能誘發熱中暑。在室外工作的人比其他職業發生熱中暑的機會高20倍，運動員熱中暑的機會也較高⁷³。

熱浪的定義為連續兩天高達35°C的高溫，熱浪會增加熱中暑的機會，當炎熱的天氣越久危險性越高，通常每年的7到8月死亡率最高⁷⁴。美國研究發現當氣溫每增加5.5°C時，從時間序列分析結果會增加2.7%的死亡率⁷⁵。2003年法國因熱浪死了一萬多人，其中高達八成以上是年紀大於75歲的人⁷⁶。當老人熱中暑時，有20-33%可能會造成不可逆的腦部損傷，而死亡率高達10-70%⁷⁷。致死的原因為對溫度的調

節能力下降、沒有意識到口渴補充水分、腎素(renin)和醛固酮(aldosterone)下降使得血液不足及血鉀過高導致心律不整、水分流失造成腎衰竭、血液黏稠度增加冠狀動脈和腦血管阻塞機會、本身慢性病及使用藥物等因素⁷⁸。當天氣逐漸變熱時應多留意氣象報告，關心有無熱浪來襲，平常攝取足夠的水份，必要時儘量待在室內，有中暑相關危險因子的人應格外謹慎。

寒潮

低溫所導致的症狀因人而異，年紀越大、越低溫的地區及從事農業者症狀越多，女性因低溫引起的心血管或呼吸道的症狀比男性常見，而老人的死亡率較高^{79,80}。研究發現低溫引發的肺部疾病機率為2-45%，心血管疾病為7-9%，關節或背部疾病為3-15%及精神方面疾病為6-13%⁷⁹。低溫所引發的效應可持續超過兩個星期，當氣溫低於11°C時，每低1°C死亡率增加2.9%，通常是由於心血管疾病及呼吸道疾病的因素致死⁸⁰。現在因氣候暖化的關係，極低溫事件的發生率逐漸減少，且強度也有逐漸減弱的趨勢，但仍然不可輕忽。

氣候變遷及天氣變化與人的健康息息相關，因此在天氣變化時應提高警覺，隨時掌握天氣動態，留意身體的情況，當氣溫特別熱或特別冷時應小心有無呼吸道疾病、心血管疾病、神經疾病或熱疾病的相關症狀，及早發現不適症狀並及時就醫治療。而預防勝於治療，身為臨床醫療人員，應了解氣候變遷對於人的影響，具備天氣變化可能造成相關疾病的知識，知道不論氣溫過高或過低時都會增加死亡率，寒冷效應持續時間比熱效應長⁸¹，並能夠提供病患諮詢和當天氣變化時先提醒病患，尤其是老人及本身罹患慢性病的人更應叮嚀其注意身體情況有無變化，將有助於減少併發症及死亡率。

參考文獻

1. Solomon S, Qin D, Manning M, et al. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York,

- NY: Cambridge University Press 2007; 95-122.
- 許晃雄、陳正達、盧孟明等。臺灣氣候變遷科學報告 2011。行政院國家科學委員會，2011; 1-362。
 - Abraham WM, Bourdelais AJ, Ahmed A, et al. Effects of inhaled brevetoxins in allergic airways: toxin-allergen interactions and pharmacologic intervention. *Environ Health Perspect* 2005; 113: 632-7.
 - Fleming LE, Kirkpatrick B, Backer LC, et al. Aerosolized red-tide toxins (brevetoxins) and asthma. *Chest* 2007; 131: 187-94.
 - McMichael AJ, Lindgren E. Climate change: present and future risks to health, and necessary responses. *J Intern Med* 2011; 270: 401-13.
 - Kinney PL. Climate change, air quality, and human health. *Am J Prev Med* 2008; 35: 459-67.
 - Pica N, Bouvier NM. Environmental factors affecting the transmission of respiratory viruses. *Curr Opin Virol* 2012; 2: 90-5.
 - Bhaskaran K, Hajat S, Haines A, et al. Short term effects of temperature on risk of myocardial infarction in England and Wales: time series regression analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project (MINAP) registry. *BMJ* 2010; 341: c3823
 - Sharovsky R, César LA, Ramires JA. Temperature, air pollution, and mortality from myocardial infarction in São Paulo, Brazil. *Braz J Med Biol Res* 2004; 37: 1651-7.
 - Messner T, Lundberg V, Wikström B. A temperature rise is associated with an increase in the number of acute myocardial infarctions in the subarctic area. *Int J Circumpolar Health* 2002; 61: 201-7.
 - Gao Z, Wilson TE, Drew RC. Altered coronary vascular control during cold stress in healthy older adults. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2012; 302: H312-8.
 - Smolander J. Effect of cold exposure on older humans. *Int J Sports Med* 2002; 23: 86-92.
 - Clayton TC, Thompson M, Meade TW. Recent respiratory infection and risk of cardiovascular disease: case-control study through a general practice database. *Eur Heart J* 2008; 29: 96-103.
 - Warren-Gash C, Smeeth L, Hayward AC. Influenza as a trigger for acute myocardial infarction or death from cardiovascular disease: a systematic review. *Lancet Infect Dis* 2009; 9: 601-10.
 - Le Tertre A, Medina S, Samoli E, et al. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *J Epidemiol Community Health* 2002; 56: 773-9.
 - Zanobetti A, Schwartz J, Samoli E, et al. The temporal pattern of respiratory and heart disease mortality in response to air pollution. *Environ Health Perspect* 2003; 111: 1188-93.
 - Fakheri RJ, Goldfarb DS. Ambient temperature as a contributor to kidney stone formation: implications of global warming. *Kidney Int* 2011; 79: 1178-85.
 - Knowlton K, Rotkin-Ellman M, King G, et al. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *Environ Health Perspect* 2009; 117: 61-7.
 - Fletcher BA, Lin S, Fitzgerald EF, et al. Association of summer temperatures with hospital admissions for renal diseases in New York State: a case-crossover study. *Am J Epidemiol* 2012; 175: 907-16.
 - Hansen AL, Bi P, Ryan P, et al. The effect of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperate city of Australia. *Int J Epidemiol* 2008; 37: 1359-65.
 - Curriero FC, Patz JA, Rose JB, et al. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *Am J Public Health* 2001; 91: 1194-9.
 - Bezirtzoglou C, Dekas K, Charvalos E. Climate changes, environment and infection: facts, scenarios and growing awareness from the public health community within Europe. *Anaerobe* 2011; 17: 337-40.
 - Hales S, Kovats S, Woodward A. What El Niño can tell us about human health and global climate change. *Global Change and Human Health* 2000; 66-77.
 - Rose JB, Epstein PR, Lipp EK, et al. Climate variability and change in the United States: potential impacts on water-and foodborne diseases caused by microbiologic agents. *Environ Health Perspect* 2001; 109 (Suppl 2): 211-21.
 - Harper SL, Edge VL, Schuster-Wallace CJ, et al. Weather, water quality and infectious gastrointestinal illness in two Inuit communities in Nunatsiavut, Canada: potential implications for climate change. *Ecohealth* 2011; 8: 93-108.
 - Liu DY, Gao AN, Tang GD, et al. Relationship between onset of peptic ulcer and meteorological factors. *World J Gastroenterol* 2006; 12: 1463-7.
 - Men ZR, Qian DM, Liu FQ. Determination of T-lymphocyte subpopulation in peripheral blood from patients with different gastric diseases. *Basic Medical and Clinic* 1998; 18: 30-31.
 - Xirasagar S, Lin HC, Chen CS. Role of meteorological factors in duodenal ulcer seasonality: a nation-wide, population-based study. *J Gen Intern Med* 2007; 22: 1439-46.
 - Peng S, Huang J, Sheehy JE, et al. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2004; 101: 9971-5.
 - Fischer G, Shah M, Tubiello FN, et al. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2005; 360: 2067-83.
 - Gluckman P, Hanson M. Adult disease: echoes of the past. *Eur J Endocrinol* 2006; 155: S47-S50.
 - Oberg AL, Ferguson JA, McIntyre LM, et al. Incidence of stroke and season of the year: evidence of an association. *Am J Epidemiol* 2000; 152: 558-64.
 - Basu R, Ostro BD. A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California. *Am J Epidemiol* 2008; 168: 632-7.
 - Feigin VL, Nikitin YP, Bots ML, et al. A population-based study of the associations of stroke occurrence with weather parameters in Siberia, Russia (1982-92). *Eur J Neurol* 2000; 7: 171-8.
 - Jehn M, Appel LJ, Sacks FM, et al. The effect of ambient

- temperature and barometric pressure on ambulatory blood pressure variability. *Am J Hypertens* 2002; 15: 941-5.
36. Stout RW, Crawford V. Seasonal variations in fibrinogen concentrations among elderly people. *Lancet* 1991; 338: 9-13.
37. Nawrot TS, Staessen JA, Fagard RH, et al. Endothelial function and outdoor temperature. *Eur J Epidemiol* 2005; 20: 407-10.
38. Dawson J, Weir C, Wright F, et al. Associations between meteorological variables and acute stroke hospital admissions in the west of Scotland. *Acta Neurol Scand* 2008; 117:85-9.
39. Kyobutungi C, Grau A, Stieglbauer G, et al. Absolute temperature, temperature changes and stroke risk: a case-crossover study. *Eur J Epidemiol* 2005; 20: 693-8.
40. Low RB, Bielory L, Qureshi AI, et al. The relation of stroke admissions to recent weather, airborne allergens, air pollution, seasons, upper respiratory infections, and asthma incidence, September 11, 2001, and day of the week. *Stroke* 2006; 37: 951-7.
41. Smeeth L, Thomas SL, Hall AJ, et al. Risk of myocardial infarction and stroke after acute infection or vaccination. *N Engl J Med* 2004; 351: 2611-8.
42. Maheswaran R, Elliott P. Stroke mortality associated with living near main roads in England and wales: a geographical study. *Stroke* 2003; 34: 2776-80.
43. Peck MW. Biology and genomic analysis of *Clostridium botulinum*. *Adv Microb Physiol* 2009; 55: 183-265.
44. Prince PB, Rapoport AM, Sheftell FD, et al. The effect of weather on headache. *Headache* 2004; 44: 596-602.
45. Mukamal KJ, Wellenius GA, Suh HH, et al. Weather and air pollution as triggers of severe headaches. *Neurology* 2009; 72: 922-7.
46. Cooke LJ, Rose MS, Becker WJ. Chinook winds and migraine headache. *Neurology* 2000; 54: 302-7.
47. Rozen TD, Fishman RS. Cluster headache in the United States of America: demographics, clinical characteristics, triggers, suicidality, and personal burden. *Headache* 2012; 52: 99-113.
48. Szyszkowicz M, Stieb DM, Rowe BH. Air pollution and daily ED visits for migraine and headache in Edmonton, Canada. *Am J Emerg Med* 2009; 27: 391-6.
49. North CS, Kawasaki A, Spitznagel EL, et al. The course of PTSD, major depression, substance abuse, and somatization after a natural disaster. *J Nerv Ment Dis* 2004; 192: 823-9.
50. Lam RW, Levitan RD. Pathophysiology of seasonal affective disorder: a review. *J Psychiatry Neurosci* 2000; 25: 469-80.
51. Ko CH, Takahashi JS. Molecular components of the mammalian circadian clock. *Hum Mol Genet* 2006; 15(Spec No 2): R271-7.
52. Morera AL, Abreu P. Seasonality of psychopathology and circannual melatonin rhythm. *J Pineal Res* 2006; 41: 279-83.
53. Okamoto-Mizuno K, Tsuzuki K. Effects of season on sleep and skin temperature in the elderly. *Int J Biometeorol* 2010; 54: 401-9.
54. Zanobetti A, Redline S, Schwartz J, et al. Associations of PM10 with sleep and sleep-disordered breathing in adults from seven U.S. urban areas. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 182: 819-25.
55. Knopper LD, Ollson CA. Health effects and wind turbines: a review of the literature. *Environ Health* 2011; 10: 78.
56. Bolay H, Rapoport A. Does low atmospheric pressure independently trigger migraine? *Headache* 2011; 51: 1426-30.
57. Inaba R, Okumura M, Mirbod SM. Subjective symptoms of female workers sorting goods in summer. *Ind Health* 2011; 49: 464-74.
58. Salek KM, Mamun MA, Parvin N, et al. Fluctuation of pain by weather change in musculoskeletal disorders. *Mymensingh Med J* 2011; 20: 645-51.
59. Hancox JG, Sheridan SC, Feldman SR, et al. Seasonal variation of dermatologic disease in the USA: a study of office visits from 1990 to 1998. *Int J Dermatol* 2004; 43: 6-11.
60. Zandman-Goddard G, Solomon M, Rosman Z, et al. Environment and lupus-related diseases. *Lupus* 2012; 21: 241-50.
61. Andersen LK, Hercogová J, Wollina U, et al. Climate change and skin disease: a review of the English-language literature. *Int J Dermatol* 2012; 51: 656-61.
62. Furue M, Yamazaki S, Jimbow K, et al. Prevalence of dermatological disorders in Japan: a nationwide, cross-sectional, seasonal, multicenter, hospital-based study. *J Dermatol* 2011; 38: 310-20.
63. Rinaldi MG. Dermatophytosis: epidemiological and microbiological update. *J Am Acad Dermatol* 2000; 43(Suppl 5): S120-4.
64. Downs AM. Seasonal variation in scabies. *Br J Dermatol* 2004; 150: 602-3.
65. Weiss SC, Rowell R, Krochmal L. Impact of seasonality on conducting clinical studies in dermatology. *Clin Dermatol* 2008; 26: 565-9.
66. R. Macdonald, D. Mackay, Y. Li, et al. How will global climate change affect risks from long-range transport of persistent organic pollutants? *Human and Ecological Risk Assessment* 2003; 9: 643-660.
67. McAloose D, Newton AL. Wildlife cancer: a conservation perspective. *Nat Rev Cancer* 2009; 9: 517-26.
68. Burke KE, Wei H. Synergistic damage by UVA radiation and pollutants. *Toxicol Ind Health* 2009; 25: 219-24.
69. van der Leun JC, Piacentini RD, de Gruijl FR. Climate change and human skin cancer. *Photochem Photobiol Sci* 2008; 7: 730-3.
70. Hopp MJ, Foley JA. Worldwide fluctuations in dengue fever cases related to climate variability. *Clim Res* 2003; 25: 85-94.
71. McMichael AJ, Campbell-Lendrum DH, Corvalán CF, et al. Climate change and human health: risks and responses. Geneva: World Health Organization 2003; 103-132.
72. Tucker P, Gilliland J. The effect of season and weather on physical activity: a systematic review. *Public Health* 2007; 121: 909-22.
73. McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet* 2006; 367: 859-69.

74. Pengelly LD, Campbell ME, Cheng CS, et al. Anatomy of heat waves and mortality in Toronto: lessons for public health protection. *Can J Public Health* 2007; 98: 364-8.
75. Zanobetti A, Schwartz J. Temperature and mortality in nine US cities. *Epidemiology* 2008; 19: 563-70.
76. Grynszpan D. Lessons from the French heatwave. *Lancet* 2003; 362: 1169-70.
77. Lewis AM. Emergency: heatstroke in older adults. In this population it's a short step from heat exhaustion. *Am J Nurs* 2007;107:52-6.
78. Flynn A, McGreevy C, Mulkerrin EC. Why do older patients die in a heatwave? *QJM* 2005; 98: 227-9.
79. Näyhä S, Hassi J, Jousilahti P, et al. Cold-related symptoms among the healthy and sick of the general population: National FINRISK Study data, 2002. *Public Health* 2011; 125: 380-8.
80. Carder M, McNamee R, Beverland I, et al. The lagged effect of cold temperature and wind chill on cardiorespiratory mortality in Scotland. *Occup Environ Med* 2005; 62: 702-710.
81. Guo Y, Punnasiri K, Tong S. Effects of temperature on mortality in Chiang Mai city, Thailand: a time series study. *Environ Health* 2012; 11:36.

Climate Change and Human Health

Ang-Ting Lai, I-Ching Lin, Yu-Wen Yang, and Mei-Feng Wu

*Department of Family Medicine, Changhua Christian Hospital,
Changhua County, Taiwan*

The impact of global climate change on human health is diverse and significant, including respiratory diseases, cardiovascular diseases, kidney diseases, gastrointestinal diseases, neurological diseases, mental health, infectious diseases, heat-related illness, accidents and even cancer. The greenhouse effect is processing and there are upward trends in global temperature. Extreme weather events also become more frequent and severe. Climate change and variability is higher in Taiwan due to complex topography. By understanding how climate change can result in associated threats to health, we can minimize or avoid adverse health impacts. (*J Intern Med Taiwan* 2012; 23: 343-350)