

森林浴生理效益初探-以唾液澱粉酶為生理指標

余家斌^{1,2} 蔡明哲^{1,2} 楊智凱^{2*} 吳采諭³ 陳群育⁴

【摘要】本研究從生理角度探討森林浴體驗紓解壓力之功效，紓解壓力效果評估採用唾液澱粉酶。唾液澱粉酶是唾腺因神經受刺激所分泌的唾液主成分，面臨壓力時活性會提高是代表壓力的生理指標之一。受試者於森林浴體驗行前與活動結束後量測唾液澱粉酶活性，從生理指標比較體驗前後受試者壓力的改善效果。溪頭自然教育園區森林浴體驗為時兩小時，由專業療癒指導員帶領於特定步道進行感官體驗活動進行視覺、聽覺、觸覺與嗅覺的刺激。研究對象為2015年10月18日與11月18日（共兩梯次）參加溪頭森林療癒活動的參與者，共30名受試者平均年齡為54.8歲，結果發現，唾液澱粉酶活性前測平均值為113.07 kIU/L，後測平均值為57.40 kIU/L，變動率-49.23 %，受試者壓力狀態在森林浴活動後有顯著降低。

【關鍵詞】森林浴、唾液澱粉酶活性、紓解壓力、休閒效益

Exploring Study on Physiological Effects of Forest Bathing – Using Salivary Amylase Activity as Indicator

Chia-Pin Yu^{1,2} Ming-Jer Tsai^{1,2} Chih-Kai Yang^{2*} Tsai-Yu Wu³
Chun-Yu Chen⁴

【Abstract】 This study aimed to evaluate stress reduction effect of forest bathing trip from physiological perspective. Thirty subjects have experienced 2 hours forest bathing under guidance of forest therapy guides. In order to understand stress reduction level, salivary alpha-

-
1. 國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系。
School of Forestry and Resource Conservation, College of Bio-Resources and Agriculture, National Taiwan University.
 - 2*. 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處，通訊作者。
Experimental Forest, College of Bio-Resources and Agriculture, National Taiwan University.
Corresponding Author, E-mail: eflora.yang@gmail.com
 3. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
 4. 元培醫事科技大學觀光與休閒管理學系。
Department of Tourism and Leisure management, Yuanpei University of Medical Technology.
收件日期：2017年2月8日，接受日期：2017年7月18日。
Received：February 8, 2017, Accepted：July 18, 2017.
DOI：10.6542/EFNTU.2017.31(4).4

amylase (SAA) activity is measured before and after forest bathing experience. It has been suggested that SAA activity reflects a variety of stressful conditions. In other words, SAA activity represents an individual's stress level and can be a useful indicator to evaluate physiological stress. Additionally, salivary sampling is a non-invasive approach that is easy and stress free to subjects. Regarding to forest bathing trip, forest therapy guides at Xitou Nature Education Area (XNEA) led the subjects experiencing several sensory activities in two remote trails. A total of 30 participants from two groups in which there were 19 male subjects. The average age was 54.87 years old. The result showed that the average of SAA activity in pre-test was 113.07 kIU/L and 57.40 kIU/L in post-test. SAA activity decreased 49.23% and physiological stress was found significantly reduced after forest bathing experience. The results highlighted that forest bathing has great potential to reduce stress level of senior citizens that further contributes to health promotion to the specific generation.

【Key words】Forest bathing, Salivary amylase activity, Stress reduction, Leisure benefits

一、前言

隨著都市化與先進科技的快速發展下，人們的生活與大自然環境逐漸脫節，長期處在工作心理壓力過大與辦公室內久坐不起導致運動不足的工作環境中，相繼而來的是都市文明病的激增，連帶的影響大眾健康與生活品質，因此追求健康促進 (health promotion) 與生活品質的提升在全球蔚為風潮 (Karjalainen et al., 2010)。透過與大自然的接觸是最簡單最直接改善健康的方式，「森林浴」則是廣為人知的戶外健康活動 (Lee et al., 2011)。「森林浴」一詞最早源於日本，森本兼曩等 (2006) 指出「森林之香氣、清淨空氣、色彩與景觀等，可以使造訪森林的人們感到舒適，並且得到具有保養效果之結果，是為森林浴」。雖然森林對健康的效益廣為人知，但近年來才針對森林與人類健康或等主題進行學理性的研究。過去文獻研究中不乏有大自然綠地與人體健康相關的研究，如，Ulrich (1981, 1984) 發現自然環境在生理上有放鬆效益，透過觀看自然環境幻燈片可讓血壓降低，醫院手術後的病患在有窗景下的病房裡止痛劑的需求量較低，且復原期

較快。自然環境在心理健康方面也具有許多正面效益，透過自然環境的接觸，研究指出觀看自然景觀時能夠帶來許多正面的情緒引發 (Hartig et al., 2014; Hartig and Staats, 2006; Kaplan, 1995; Van den Berg et al., 2003)。心理健康與自然環境息息相關，並在許多相關研究發現漫步於森林環境的大自然當中，能夠舒緩焦慮與壓力等負面心情感受，也提升了活力與精神的正面感受 (余家斌等, 2015; 高山範理等, 2005; Lee et al., 2011)。

研究中發現觀賞森林環境景色或散步於森林中，可以抑制交感神經活性，增強副交感神經活性，並且降低唾液皮質醇濃度 (濃度越高表示個體壓力越大)，證實了在森林環境具有可減輕壓力 (Lee et al., 2011; Park et al., 2010)。目前已有許多文獻證實森林等自然景觀的確有助於減輕壓力並使人感到愉快 (Lee et al., 2011; Tsunetsugu et al., 2007; 近藤照彥等, 2007; 林文鎮, 1988, 2000; 洪佳君、張俊彥, 2002; 陳俊忠等, 2005); 而森林環境的物理與化學因子亦益於生心理健康 (王升陽、張上鎮, 2010; 林一

真等，2010)。

從森林浴健康效益相關文獻中可知無論是在森林內進行靜態或動態的活動，或只是觀看森林圖片，都能夠有效增加副交感神經的活動，包含：血壓降低、心跳變異率的高頻部分增加、呼吸漸緩、皮膚電阻升高、唾液皮質醇 (salivary cortisol) 降低，以上現象都是壓力減輕所產生的生理反應，代表森林環境明顯降低了交感神經的作用、提高副交感神經作用，具有舒緩神經緊張、鎮靜安眠等效果，使人們在森林中會感到舒適與放鬆 (Li, 2010)。Park等學者 (2010) 於日本多個森林療癒場域研究指出，受試者於森林環境活動後心跳變異率之自律神經效能比都市環境活動後有顯著降低。日本上松町赤澤休養林以及日本山形縣小國町所執行之森林療癒試驗 (平野秀樹等，2009)，顯示出受試者副交感神經在森林中較都市中高，且交感神經活性被抑制。由此可知，相較於都市環境，在森林環境活動時副交感神經活性較高，且交感神經活性被抑制 (Tsunetsugu et al., 2007; Li, 2010; Park et al., 2010)。從免疫功能改善的角度來看，經研究證實在森林內待過以後，會減少壓力賀爾蒙 (stress hormones) 的產生並增加體內自然殺手細胞 (natural killer cell) 的活性與數量，同時由其所釋放協助殺死腫瘤與受病毒感染細胞的物質濃度也會顯著上升可對抗腫瘤細胞，其有效效果可以長達30天，結果顯示森林環境能有效幫助降低癌症發生率並提高人體免疫功能 (Li, 2010; Li et al., 2008)。森林浴在生理層面上的健康效益研究，大多著重在自律神經系統、內分泌系統、與免疫功能等三類生理功能 (Lee et al., 2011; Li, 2010; Li et al., 2008; Tsunetsugu et al., 2007; 近藤照彥等，2007)，而每類功能則分別有不同的生理指標做為評估的標準。

從森林療癒心理健康效益來看，相較於都市環境、森林環境明顯讓人覺得有活力、愉快、健康、平靜，也減少焦慮、緊張、憤怒等負面情緒。Morita等 (2007) 在一大規模 (受試人數498人) 森林浴效益調查中發現，相較於都市組，森林組受試者敵意、壓力反應與活力有顯著的差異。Park等人 (2010) 於日本24個森林地區之森林療癒實驗，使用情緒狀態量表 (the profile of mood states, POMS) 量表作為心理狀態量測工具，比較受試者在森林與都市活動後之心情，在緊張-焦慮、憤怒-敵意、疲勞、困惑構面，森林明顯皆比都市中低，而在活力構面部分森林則明顯比都市高。宮崎良文、竹內佐輝子、本橋豐、谷田貝光克、平位敦、大橋昭喜、小林茂雄 (1990) 在日本屋久島森林浴實驗，結果顯示 POMS 量表中之緊張、疲勞構面顯著下降，活力構面顯著上升。劉鳳玲 (2014) 則將 POMS 量表用於測試自然環境與非自然環境兩個不同景觀環境中，受試者所感受之心情變化，其研究結果顯示自尊與困惑兩構面有顯著差異。余家斌等人 (2015) 於溪頭研究也顯示困惑、緊張、疲勞、沮喪等負面情緒有顯著改善，活力也顯著上升。

綜合國內外研究文獻，發現森林浴的確有著明顯的健康效益，但森林環境中到底是什麼樣的因子產生了這樣的舒緩與放鬆功能？學者指出於森林環境中活動的五感體驗提供舒適與放鬆的功能 (瀧澤紫織，2006)。森林內不同林相，包含，樹種、樹高等因素創造出不同的視覺效果，影響人們的視覺體驗；森林環境物理因子影響溫度、濕度、風速、氣壓、照度，影響人們的生、心理感受；森林內令人感到平靜、舒適、悅耳的蟲鳴鳥叫、風吹動樹葉聲與流水聲，以及來自植物、泥土等自然物的溫和觸感，還有芬多精等芬芳的香氣，而環境中的大量植物亦有隔絕噪音的效果，以上都是森林環境令人感到舒適的原因。

研究指出，空間感較開放且較整齊的森林環境，具有適中照度的森林可達到較佳的健康效果（上原巖，2006；瀧澤紫織，2006；高山範理等人，2005）。

學者進一步指出由於人類社會都市化、人工化的程度提升，許多人的生活遠離對人體健康較友善的自然環境，因而累積過多壓力，使健康狀態遭受損害（Lee et al., 2012）。都市環境下易有壓力與焦慮反應，容易引起生、心理疾病。森林浴是協助我們抽離都市環境的方式之一，處於自然環境中活動，緩和壓力與焦慮對生、心理影響進而改善健康（Lederbogen et al., 2011）。從生理的角度來看，Spielberger等（1983）指出壓力是一種主觀感受，常伴隨生理與心理的改變。人體面對短期壓力引起「戰或逃反應（fight or flight）」，此反應軸由交感神經-腎上腺髓質軸

（sympathetic-adrenal-medullary, SAM）調節，透過自主神經刺激腎上腺髓質而形成一連貫神經反應，反應方式為積極面對刺激以及積極逃避壓力源兩種形式。從生理系統反應來看，當個體面對外來威脅時，會引發一系列複雜的本能反應以回應壓力源，由大腦皮質透過自主神經系統、下視丘、腦下垂體、靶腺軸和免疫系統進行調節，這些生理反應又透過反饋機制影響神經系統、內分泌系統和免疫系統（許世昌，2000）。上述機制說明可知減低個體壓力與焦慮可以改善健康，具體方式則需針對個案不同而有不同的方式，可透過諮商、藥物、休閒活動等改善，森林浴即是一種適合一般大眾舒緩壓力與焦慮改善身體健康又無副作用的有效方式之一。森林浴體驗對生心理作用之機轉(圖1)，森林浴體驗緩和外界刺激並舒緩大腦皮質，進一步影響內分泌與神經系統，

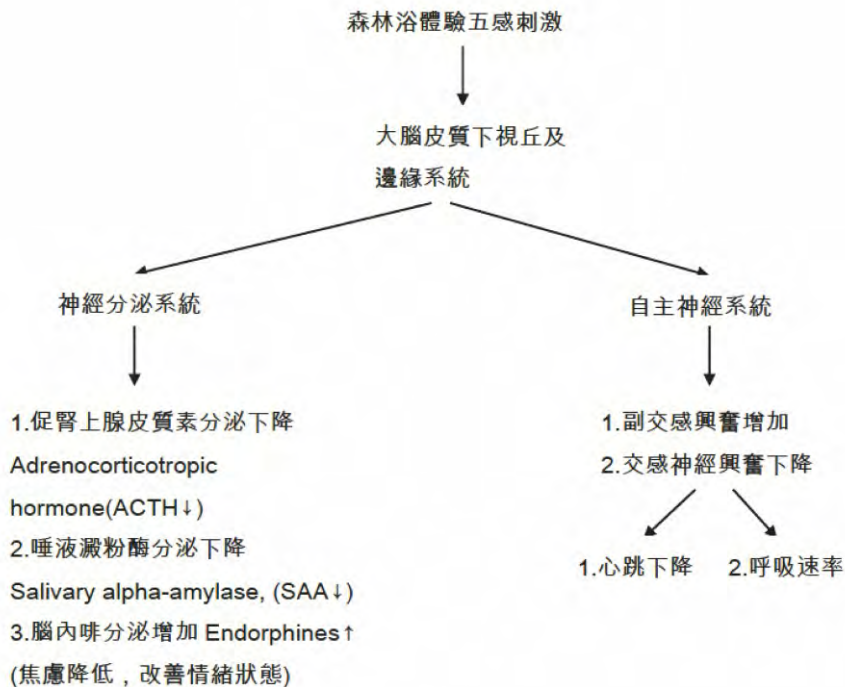


圖1 森林浴體驗對生理效果之機轉

Fig. 1 Mechanism of physiological effects of forest bathing experience



圖2 唾液澱粉酶活性測定儀
Fig. 2 Hand-held SAA monitor



圖3 唾液澱粉酶試片
Fig. 3 Test strip of SAA monitor

可抑制交感神經使得心跳、血壓與呼吸速率降低，也可使促腎上腺皮質素與唾液澱粉酶活性降低。因此，我們可以透過生理狀態的改善來了解森林浴體驗的減壓效益。

上述研究驗證森林浴可以舒緩壓力進而促進心理健康效益，然而學者認為森林浴的健康效果研究結果並不一致，仍需更多實證研究做為佐證 (Karjalainen et al., 2010; Shin, Yeoun, Yoo, & Shin, 2010; Tsunetsugu, Park & Miyazaki, 2010)。綜合上述，森林浴健康效益實證研究在學理與實務應用上有迫切的需求，對於休閒效益研究上也有貢獻。因此，本研究結合臺大實驗林溪頭自然教育中心森林浴體驗活動，從森林浴紓解壓力角度，採用現地實驗 (field experiment) 研究法，以唾液澱粉酶活性 (salivary amylase activity) 作為壓力狀態生理評估指標，以前、後測實驗設計探討森林浴體驗壓力減輕效益，提供森林浴健康效益的科學實證研究 (evidence-based research)。

二、材料與方法

(一) 研究地點

臺大實驗林溪頭自然教育園區位處於臺灣中部偏西，距南投縣竹山鎮東南方約22 km，佔地約為2,514 ha。本區為一略成畚箕形谷地之獨立地形區，由兩主要山脈構成，海拔最高為南面的嶺頭山 (2,025 m)，其向北延伸為鳳凰山脈，構成本區東界山稜，向西延伸為內樹山脈並轉而向北，構成本區南、西兩側之山稜界線。中央盆地被一自南向北延伸之低緩小山脊分隔為二部分，其在東側者為「神木區」，比較寬大；其在西側者為「大學池區」，比較狹小 (陳紫娥、張石角, 1987)。全區地形大致由北向南逐漸升高，海拔在600~2,000 m之間。據溪頭氣候測站之記錄，該處月均溫為11.0°~20.8°之間，年均溫為17.5°，平均降雨量為2,698 mm，平均濕度為88.9%，屬於溫暖重濕型氣候 (溪頭氣象觀測站2009年資料)。依桑士偉 (Thornteaite) 之氣候分類，屬於AB2'ra'型，亦即為溫暖重濕氣候型，全年無缺水，有效溫度不集中於夏季。

本區域目前除鳳凰山麓上保留一塊面積約620 ha之闊葉樹天然林供教學、實習及研究之外其餘坡地都已開發，改造為人工林，主要造林樹種有柳杉 (*Cryptomeria japonica*)、臺灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*)、巒大杉

(*Cunninghamia konishii*)、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、日本扁柏 (*Chamaecyparis obtusa*)、紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*) 等，此外尚有臺灣唯一且珍貴的銀杏 (*Ginkgo biloba*) 林；竹林可分為孟宗竹 (*Phyllostachys pubescens*)、桂竹 (*Phyllostachys makinoi*) 等竹類為主；闊葉樹主要樹種有臺灣泡桐 (*Paulownia x taiwaniana*)、相思樹 (*Acacia confusa*)、臺灣赤楊 (*Alnus formosana*) 等。

(二) 研究工具

本研究為現地實驗研究，在考量生理指標量測工具的可攜帶性、易用性與準確性，故採用唾液澱粉酶活性 (Salivary Amylase Activity, SAA) 作為壓力狀態的生理量測指標。唾液澱粉酶是唾液中主要蛋白質成分之一，是由神經刺激唾腺所分泌的。主要功能為消化分解澱粉，使澱粉糊的黏度下降而達到液化作用，因此又稱為液化酶，被認為是壓力的指標 (馬瑪宣等, 2013)。當感到壓力時，透過交感神經-腎上腺髓質系統刺激唾腺與內分泌系統反應，使正腎上腺素作用在唾腺使澱粉酶輸出量與活性上升 (洪紫宸、朱信, 2012; 劉蕙綾、蔡忠昌, 2007)。研究證實唾液澱粉酶可用以偵測個體壓力狀態，社會壓力實驗發現受試者的唾液澱粉酶在壓力介入後，其活性明顯比休息狀態增加許多 (Nater et al., 2005; Bosch et al., 2003)。唾液澱粉酶活性檢測須於採取唾液後，藉由光波的吸光質進行非侵入式的量測，單位為 kIU/L。對於正常成人，唾液澱粉酶活性低於30 kIU/L為無壓力；31~45 kIU/L為少量壓力；46~60 kIU/L為中度壓力；高於61 kIU/L為重度壓力 (Bosch et al., 2003)。測定唾液澱粉酶活性的簡易裝置已被開發出來，現在許多實驗都使用此裝置。採取唾液檢體方式簡單對受試者的

負擔較小，測定只需要花費數分鐘的時間。洪紫宸等 (2012) 指出採取唾液檢體作為生理評估指標是非侵入、容易的，也符合成本效益。唾液澱粉酶活性是可信賴的壓力指標，也應用於比較森林與都市環境個人壓力狀態的相關研究上 (Hohashi et al., 2007; Yamaguchi et al., 2006)。本研究採用日本Nipro唾液澱粉酶檢測器型號DM-3.1(圖2)。唾液檢測器為乾式臨床化學分析醫學設備，主要透過拋棄式澱粉酶試片(圖3)沾取唾液並置入設備中以測量唾液中的澱粉酶，以澱粉酶活性為壓力參數測量指標。因唾液澱粉酶設備簡單體型小易方便攜帶且為非侵入式檢測器材，故本研究選擇此款設備來衡量反應壓力的唾液澱粉酶之活性。測量唾液澱粉酶，請受測者澱粉酶試片之試紙須朝上含入並且應置放於舌頭下方位置，等待約30 sec後，取出澱粉酶試片並立即置入澱粉酶檢測器，即可獲得唾液中的澱粉酶之活性。

(三) 森林浴體驗與量測流程

受測者有兩梯次，共30人，分別為中國大陸戴雲山國家自然保護區參訪人員於2015年10月28日 (12人) 與臺灣大學校友校友回游活動2015年11月18日 (18人) 參與溪頭自然教育園區森林療育體驗活動，受測者進行森林浴體驗時間為上午9:00至上午11:00，據溪頭氣象站監測的資料得知活動日平均溫度為分別為18.9°C及19.9°C，而濕度分別為95.1%及90.6%。體驗活動為時兩小時，從溪頭自然教育園區紅樓出發行經大學池步道-竹蘆-神木步道-銀杏步道-草坪區，步道海拔的落差從1,150 m至1,259 m，步行總長度為1,510 m。森林浴體驗過程由專業森林療癒講師執行，著重在受試者的感官體驗，包含視覺、觸覺、聽覺與嗅覺。本次的森林療癒講師擁有15年以上的自然生態解說服務經驗，目前為臺大實驗

林的研究人員，其專長為植物分類、森林生態、民族植物及生物的創意解說與教學，活動內容包含：視覺感受看紅檜林、孟宗竹林、柳杉、柳杉林及孟宗竹林混生，觀察不同疏密度的森林及粗細（視覺），抱著紅檜與觸摸肯氏南洋杉、柳杉、孟宗竹及紅檜樹皮、以及非樹木的觸覺感受溫度及表面粗糙程度（觸覺），閉目靜聽流水聲（人工溪流及天然溪流）、風聲、蛙聲及鳥聲（聽覺），靜聞森林、木材、葉、莖或根的氣味（嗅覺）等活動進體驗。受試者於出發前填寫問卷收集基本資料（姓名、性別、年齡、身高、體重、是否有運動習慣、長期居住的環境、飲食習慣、自評健康狀況、特殊狀況等），並由醫療志工協助收集前測資料（血壓、心率、森林浴體驗活動前唾液樣本）評估行前唾液澱粉酶活性，基本資料的收集可協助解釋森林浴結束後是否有生理效益上的差異；森林浴體驗活動結束後，收集後測資料的唾液樣本，評估森林浴後唾液澱粉活性。

三、結果與討論

表1 受試者基本資料

Table 1 Profile of the respondents

變項 Variable	類別 Category	次數 Frequency	百分比 (%) Percentage
性別 Gender	女female	11	36.7
	男male	19	63.3
	無none	4	13.3
運動習慣 Exercise habit	每週三小時內 less than 3 hours per week	10	33.3
	每週三小時以上 more than 3 hours per week	16	53.3
居住地點 Residence	鄉村rural	2	6.9
	城鎮town	19	65.5
	都市urban	8	27.6

(一) 受測者基本資料

本研究受試者基本資料如下表1，共有30名受試者，男性19名（63.3 %）與女性11名（36.7 %）；大多數均有運動習慣，每週運動三小時以內佔33.3 %，每週超過三小時以上約有53.3%；受試者多居住於城鎮與都市，合計約93.1 %。年齡從33歲到77歲不等，平均年齡為54.8歲（標準差=14.17）；平均身高為165.7 cm（標準差=7.37），平均體重約為66.7 Kg（標準差=13.55）。受試者健康狀況大致良好均完成兩小時溪頭森林浴體驗行程。

(二) 森林浴體驗對受測者唾液澱粉酶的影響

唾液澱粉酶指標分析（見表2）前測平均值為113.07 kIU/L（標準差=68.92），後測平均值為57.40 kIU/L（標準差=69.73）；受試者行前平均壓力狀態為重度壓力（> 61 kIU/L），森林浴體驗後變為中度壓力（壓力值介於46至60 kIU/L）。經成對樣本檢定發現前後測差異顯著，變動率-49.23 %。研究結果發現受試者壓力狀態

表2 唾液澱粉酶壓力檢定結果表
Table 2 Results of SAA test

	平均數 Mean	標準差 S.D.	平均數 Mean	標準差 S.D.	成對樣本檢定 Paired t-test	顯著性 Sig.	變動率 Change rate
	前測 pre-test	前測 pre-test	後測 post-test	後測 post-test	T value		
唾液澱粉酶活性 SAA	113.07	68.92	57.40	69.73	-3.054	.005	-49.23%

在森林浴活動後有顯著降低，顯見森林浴體驗顯著改善受試者壓力狀態，此一結果與相關研究一致，森林環境活動可有效減少受試者壓力反應（Hohashi et al., 2007; Yamaguchi et al., 2006; Park等, 2010; 平野秀樹等, 2009）。除了森林浴體驗活動本身帶來紓解壓力的效益，環境因子可能有潛在的影響。根據林群雅等（2016）進行臺灣森林芬多精釋出量監測及其功效-以柳杉為例相關研究彙整，從國內外的研究結果顯示柳杉葉子的芬多精成分含有Cedrol，它會使交感神經活性下降、副交感神經活性上升，同時其心律、收縮壓、舒張壓及呼吸速率均會下降，也顯示了在柳杉芬多精可有效放鬆受試者的緊張狀態。林群雅等（2016）研究亦發現柳杉芬多精主要成分釋出的速率在中午達到最高。本次的研究安排於柳杉的森林中進行森林浴活動，時間為上午9：00時至11：00時，為芬多精釋放速率達到高峰的前延，我們從研究結果亦得知在這樣子得森林環境下受測者的壓力會改善且會顯著降低。然而，芬多精與壓力狀態的因果關係需要進一步的研究驗證。本研究受試者平均年齡約為55歲，研究結果發現溪頭自然教育園區森林浴體驗可顯著改善壓力狀態，此一結果與Yamaguchi等（2006）研究一致，森林環境有益於改善壓力狀態。

考慮其他可能影響壓力的因子，洪紫宸、朱信（2012）指出年齡、飲食習慣（酒精、食物、咖啡因等）、抽煙、藥物、日夜生理節律與環境因子（如：舒適度感受）可能會影響生理指標。從生理節律變化的角度來看，根據Yamaguchi等學者（2006）研究指出一般人唾液澱粉酶活性的改變為隨著時間改變而活性增加，然而短時間內（1~4 hr）唾液澱粉酶活性的改變並不顯著。此森林浴體驗為時兩小時，生理節律造成壓力變化應不明顯。由此可知，此次活動有助於受試者壓力的改善，並非只是單純生理節律的改變。進一步考慮環境因子，兩梯次的氣象資料分別為平均溫度為分別為18.9°C及19.9°C，而濕度分別為95.1%及90.6%。根據前人的研究當處於適中氣溫時，相對濕度對人體的影響並不顯著，但若處於高溫時空氣濕度對人體感覺影響就非常人，因為高溫條件下，空氣濕度增大，會影響汗液蒸發，人體熱平衡遭到破壞會感到不舒服（郭英之、張紅, 2003）。兩梯次進行受測的平均溫度依照溫度舒適度的區間屬於舒適溫度18°C~23°C之間；濕度分別為95.1%及90.6%。將上述兩天的氣象資料利用溫溼指數（Discomfort Index, DI）（Thom, 1959）

$$\text{公式 THI} = T - 0.55 \times (1 - 0.01RH) \times (T - 14.5)$$

計算後指數分別為18.8及19.8。依照溫溼指數分級，兩梯次的森林浴皆為舒適（21以下；舒適、21.1~23.9；稍熱；24.0~26.9；熱；27.0~29.4；悶熱；29.5以上為酷熱）。由於這兩次氣象資料的背景並不相同，我們不知道是否會影響到森林浴生理效益，但經過相關公式進行計算皆屬於舒適等級，故認為兩梯次的氣象背景雖不相同但並不影響受測的結果。

(三) 一般健康與罹病個案在森林浴體驗後的壓力效果差異

本研究進一步發現30名受試者中有4位森林浴後壓力反而增加，從這4位受試者的問卷填寫得知分別有高血壓、糖尿病、過敏與氣喘等疾病。控制血壓的方法有許多，可從飲食、生活、運動、藥物等多方面著手，眾多方法中運動屬於自然、非侵體性，且為無藥物副作用的最佳方法之一（詹文琪，2011）。黃永任（1994）提出隨著年齡的增長，血管較易硬化，血壓也較高，但經過長期的參與耐力運動，可以舒緩血壓隨年齡增長而上升的現象。詹文琪（2011）的研究結果具高血壓疾病的患者以中低強度運動較為適宜，每週需有規律的運動3~5次，每次持續30 min以上，而運動強度設定在40%~70%最大心跳率（最大心跳率（次/分）=220-年齡（歲））（Howley & Franks, 2003），運動有降低血壓的功效，尤其是高血壓患者降低血壓的效果更大。王弘裕（2010）的研究結果發現低衝擊性、中低強度運動較為適合，每週需有規律的運動3~5次，每次持續20 min以上，而運動強度設定在50%~80%最大心跳率，對於糖尿病有改善的效果。規律的運動、飲食控制及使用胰島素為治療糖尿病的基礎（Nieman, 2003）。

氣喘的運動種類以有氧，由低強度開始，逐漸增強如無法忍受持續有氧運動可採間歇式，運

動強度設定在65%~75%最大心跳率，運動時間及頻率可以每週4~5次，每次20~30 min（陳俊杰，2005），洪進源等（2011）進一步指出避免最大負荷量運動，且運動不超過5分鐘的間歇幸運動反覆數次較為適合，適當的運動不僅是安全的，更可以整合部分治療，改善氣喘的症狀；過敏的種類較為複雜且難以確認，若為吸入性過敏原則是因為存在於空氣中，經由呼吸道進入體內，但問卷調查並無細分所以。

高血壓、糖尿病及氣喘建議在運動前皆須經過醫生的檢查，同時也留意運動注意事項，時間不宜過長，否則皆會造成身體負擔引起其它併發症。本次森林療育的路程時間約為2個小時運動時間皆超過高血壓及糖尿病學者研究的建議持續20至30 min；氣喘的研究則是建議運動不超過5 min，是否強度太過強仍須進一步討論，但由上述學者研究運動（散步）其實對於健康都是有正面效果，未來若許可可增加罹病患者的森林浴研究。

(四) 性別、運動習慣與居住地區於森林浴體驗後壓力改善差異

本研究進一步以個人背景資料比較分析減壓效果的差異，結果發現性別（ $t=0.02$, $p=0.998$ ）、運動習慣（ $F=1.746$, $p=0.194$ ）與居住地區（ $F=3.152$, $p=0.059$ ）並未有顯著差異。雖然研究指出性別、運動習慣與居住地區可能會影響壓力反應（洪紫宸、朱信，2012；Lederbogen et al., 2011；Yamaguchi et al., 2006）。然而本研究並未發現此些差異，推測可能的原因為此一森林浴體驗為時只有兩個小時，前後測雖發現有壓力改善，但改善效果不足以從個人背景因子而發現差異。Miyazaki et al. (2014) 進一步建議從人格特質等因子探討森林療癒效果的個體差異。

四、結論與建議

前人研究指出自然環境以及森林浴體驗有益於身心健康，本研究以唾液澱粉酶活性作為壓力生理指標，驗證了溪頭森林浴體驗有紓解壓力的效果。從目標研究族群來看，森林浴體驗對於熟齡族壓力改善有顯著效果，提供森林浴健康效益的科學實證研究（evidence-based research）。溪頭森林浴體驗活動適合推廣於熟齡族群改善壓力促進健康。研究進一步發現30名受試者中有四位森林浴後壓力反而增加，從這四位受試者的問卷填寫得知分別有高血壓、糖尿病、過敏與氣喘等疾病。在此從過去的研究結果得知，森林浴體驗雖然對一般人有益處，但若參與者有疾病或是步行時間太久，對於身體狀況不好的參與者造成體能上的負擔，使得壓力狀態未獲改善反而變得更糟。換言之，森林浴體驗是希望參加者在低度體能負擔下，體驗自然環境達到放鬆改善生心理狀態的功能；然而若年紀過大或是有疾病，身體狀況不好，森林浴活動可能造成身體或精神更大的壓力，而無法改善健康。從性別、運動習慣與居住地區進一步分析，發現此三個因子在壓力改善效果上並未有顯著差異。相關的研究需要長期調查與追蹤，以進一步了解森林浴對於不同族群的效益；也可針對森林浴對於不同疾病的改善條件進行研究。森林浴體驗讓人產生減壓放鬆的效果進而產生生心理健康效益，不僅協助個人降低其心理焦慮或壓力等負面情緒、亦可能對自律神經、內分泌等相關生理狀態有所改善。上述討論提供了未來進一步研究之方向。

日本學者瀧澤紫織（2006）主張以森林活動來輔助現代醫療，進一步指出利用認知的變化協助參與者由負向思想轉變或正向思考，這是治療的關鍵。岩崎輝雄（1986）提到可透過森林間活動促進血液循環，提高新陳代謝，轉換心情使副交感神經系統處於舒展狀態。森林提供人類在

工作繁忙之餘一個安靜、和諧、舒適、愉快的遊憩場域，森林環境與遊憩活動刺激五感調節身體、放鬆心情，生心理功能改善互相強化達到身心的平衡效果。日本於2003年開始進行大規模森林浴健康效益探討；國際森林研究機構聯合會（International Union of Forest Research Organizations, IUFRO）於2007年建立「森林與人類健康特別工作小組（forests and human health）」，蒐集各國家研究找出森林與人類健康的關聯性。國內森林主管機關也積極想了解本土森林環境與體驗活動的健康效果，本研究提出實證結果作為森林浴健康效益的佐證以為經管單位的參考。國內60%的土地為森林覆蓋，森林浴可為國民健康促進的方式之一；又，在臺灣社會高齡化的趨勢下，森林浴活動推廣有助於國民保健並減少醫療費用。雖然目前國外已有實證資料顯示森林與人類健康密不可分，但森林遊憩體驗是一個人與自然環境互動的過程，不同的活動與森林環境可能產生不同的健康效益。換言之，國外相關研究不見得能解釋臺灣本土的經驗。因此，森林遊憩健康效益研究具有在地化的特性，在地化的森林與健康的實證研究將是不可或缺的基礎工作。未來研究趨勢可以發展針對不同族群（如：年輕人、熟齡族或精神疾病）的森林浴體驗活動，改善國人健康；或是結合環境因子研究，探討森林療癒環境因子與健康的關聯性，包含，以林相為主的景觀因子（樹種、樹齡、樹高、不同季節樹葉色彩與疏密程度）、以及受到氣候、地理環境與森林生物因子所影響的物理因子（濕度、溫度、照度）及芬多精、負離子等森林中的化學因子等，可提供戶外遊憩環境規劃與管理上之參考（余家斌等，2015）。

本研究的限制在於受限於行程安排，故僅評估唾液澱粉酶活性，而未評估其他與紓緩壓力或情緒相關生理指標，如，心跳、血壓與自律神

經功能，故在生理效益上的解釋有其限制性。其次，本研究樣本數較少，結果代表性稍嫌不足，未來需擴增樣本收集於熟齡族群或是其他族群進行研究，強化森林療癒研究之深度與廣度。

五、引用文獻

1. 王升陽、張上鎮 2010 森林裏的芳香維他命 臺灣林業 36(4)：29-33。
2. 王弘裕 2010 糖尿病患者之運動處方 第三屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會論文集 335-343頁。
3. 余家斌、趙彥琛、陳薇如 2015 森林環境對生心理狀態效益之研究 中華林學季刊 48(4)：363-375。
4. 余家斌、袁孝維、蔡明哲、邱祈榮 2015 森林遊憩與健康 中華林學季刊 48(2)：173-184。
5. 林一真、申永順、廖天賜 2010 森林益康評估準則之建立與示範推動工作之研析與規劃 行政院農業委員會林務局委託計畫。
6. 林文鎮 1988 森林浴與步行健康 臺灣農業 24(2)：53-56。
7. 林文鎮 2000 森林保健論 中華造林事業協會。
8. 林群雅、張上鎮、陳盈如、鄭森松 2016 臺灣森林芬多精釋出量監測及其功效-以柳杉為例 林業研究專訊 23(2)：48-51。
9. 岩崎輝雄著 1989 森林的健康學(呂錦明譯) 中華造林事業協會。
10. 洪佳君、張俊彥 2002 高山、水體、森林、公園、都市景觀之生心理效益 興大園藝 27(3)：79-86。
11. 洪紫宸、朱信 2012 簡介唾液壓力反應生物指標 航空醫學暨科學期刊 26：27-34。
12. 洪進源、劉先翔、林瑞興 2011 氣喘兒童的運動處方 第四屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會論文集 119-125頁。
13. 郭英之、張紅 2003 中國西部地區國家級旅遊資源評價 陝西師範大學學報(自然科學版) 31(2)：110-114。
14. 馬瑪宣、呂志成、蘇淑菁、李孟紘 2013 喝水的另類功效-唾液 α 澱粉酶活化在正常年輕人飲水後導致低張性血管收縮現象的生理角色 科學教育月刊 364：17-23。
15. 許世昌 2000 解剖生理學 永大書局。
16. 陳俊忠、劉孟縹、陳重榮、林順錕、余姮 2005 森林生態旅遊健康效益初探-以大雪山國家森林遊樂區為例 臺灣林業 31(6)：80-94。
17. 陳俊杰 2005 氣喘兒童的運動指導原則 大專體育 78：6-11。
18. 黃永任 1993 運動與高血壓 中華體育季刊 6(4)：73-78。
19. 詹文琪 2011 高血壓患者之運動處方 屏東教大體育 14：123-131。
20. 劉鳳玲 2014 不同景觀環境活動之身體活動量與健康研究：綠色運動概念的應用 國立新竹教育大學環境與文化資源學系碩士論文。
21. 劉蕙綾、蔡忠昌 2007 利用唾液分子偵測人體身心壓力之探討 大專體育 93：162-167。
22. 上原巖 2006 森林の持つ保健休養機能の新たな活用の方向性「森林療法」の可能性を考える 森林科学日本林学会会報 8：4-8。
23. 平野秀樹、宮崎良文、香川隆英 2009 森林

- セラピー森林セラピスト(森林健康指導士)養成検定テキスト 朝日新聞。
24. 近藤照彦、武田淳史、武田信彬、下村洋之助、谷田貝光克、小林功、関耕二、福村幸人、村上正巳、山口貴史、富岡淳 2007 森林浴効果の生理学的研究：川場村における癒しと健康効果の検討 群馬パース大学紀要 4：435-442。
 25. 高山範理、香川隆英、総谷珠美、朴範鎮、恒次祐子、大石康彦、平野秀樹、宮崎良文 2005 森林浴における光/温熱環境の快適性に関する研究 ランドスケープ研究：日本造園学会誌 68(5)：819-824。
 26. 宮崎良文、竹内佐輝子、本橋豊、谷田貝光克、平位敦、大橋昭喜、小林茂雄 1990 森林浴の心理的効果と唾液中コルチゾール 日本生気象学雑誌 27：48。
 27. 森本兼曩、平野秀樹、宮崎良文 2006 森林医学 朝倉書店。
 28. 瀧澤紫織 2006 認知療法の場としての森林療法 森林科学：日本林学会会報 48：13-16。
 29. Bosch, J. A., E. J. C. Geus, E. C. I. Veerman, J. Hoogstraten and A. V. N. Amerongen. 2003. Innate secretory immunity in response to laboratory stressors that evoke distinct patterns of cardiac autonomic activity. *Psychosomatic Medicine* 65: 245-258.
 30. Hartig, T., R. Mitchell, S. de Vries and H. Frumkin. 2014. Nature and health. *Annual Review of Public Health* 35: 207-228.
 31. Hartig, T. and H. Staats. 2006. The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. *Journal of Environmental Psychology* 26(3): 215-226.
 32. Hohashi, N., C. Fukuda and K. Tanigawa. 2007. Stress reducing effects of forest therapy in healthy female university students: Analysis using multiple mood scale and salivary amylase activity. *Japanese Journal of School Health* 49(4): 271-279.
 33. Howley, E. T. and B. D. Franks. 2003. *Health fitness instructor's handbook* (14 nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
 34. Karjalainen, E., T. Sarjala and H. Raitio. 2010. Promoting human health through forests: overview and major challenges. *Environmental Health and Preventive Medicine* 15: 1-8.
 35. Kaplan, S. 1995. The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology* 15: 169-182.
 36. Lederbogen, F., P. Kirsch, L. Haddad, F. Streit, H. Tost, P. Schuch, S. Wust, J. C. Pruessner, M. Rietschel, M. Deuschle and A. M. Lindenberg. 2011. City living and urban upbringing affect neural social stress processing in humans. *Nature* 474: 498-501.
 37. Lee, J., B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki. 2011. Effect of forest bathing on physiological and psychological response in young Japanese male subjects. *Journal of Public Health* 125:

- 93-100.
38. Lee, J., Q. Li, L. Tyrväinen, Y. Tsunetsugu, B. J. Park, T. Kagawa and Y. Miyazaki. 2012. Nature Therapy and Preventive Medicine. In “Public Health - Social and Behavioral Health”(J. Maddock Ed.) InTech. pp. 325-350.
 39. Li, Q. 2010. Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environment Health Prevent Medicine* 15: 9-17.
 40. Li, Q., M. Kobayashi and T. Kawada. 2008. Relationships between percentage of forest coverage and standardized mortality ratios (SMR) of cancers in all prefectures in Japan. *The Open Public Health Journal* 1: 1-7.
 41. Miyazaki, Y., H. Ikei and C. Song. 2014. Forest medicine research in Japan. *Japan Journal of Hygiene* 69: 122-135.
 42. Morita, E., S. Fukuda, J. Nagano, N. Hamajima, H. Yamamoto, Y. Iwai, T. Nakashima, H. Ohira and T. Shirakawa. 2007. Psychological effects of forest environments on healthy adults: Shinrin-yoku (forest-air bathing, walking) as a possible method of stress reduction. *Public Health* 121(1): 54-63.
 43. Nater, U. M., N. Rohleder, J. Gaab, S. Berger, A. Jud, C. Kirschbaum and U. Ehlert 2005. Human salivary alpha-amylase reactivity in a psychosocial stress paradigm. *International Journal of Psychophysiology* 55(3): 333-342.
 44. Nieman, D. C. 2003. Exercise testing and prescription: A health-related approach (15nd ed.). New York: McGraw-Hill.
 45. Park, B. J., Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, T. Kagawa and Y. Miyazaki. 2010. The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine* 15(1): 18-26.
 46. Shin, W. S., P. S. Yeoun, R. W. Yoo and C. S. Shin. 2010. Forest experience and psychological health benefits: the state of the art and future prospect in Korea. *Environmental Health and Preventive Medicine* 15(1): 38-47.
 47. Spielberger, C. D., R. L. Gorsuch and R. E. Lushene. 1983. Manual for the state-trait anxiety inventory. Consulting Psychologists Press.
 48. Thom, E. C. 1959. The Discomfort Index. *Weatherwise* 12: 57-60.
 49. Tsunetsugu, Y., B. J. Park, H. Ishii, H. Hirano, T. Kagawa and T. Morikawa 2007. Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in an old-growth broadleaf forest in Yamagata Prefecture, Japan. *Journal of Physiological Anthropology* 26(2): 135-142.
 50. Tsunetsugu, Y., B. J. Park and Y. Miyazaki. 2010. Trends in research related to “Shinrin-yoku” (taking in the forest atmosphere or forest bathing) in Japan. *Environmental*

- Health and Preventive Medicine 15(1): 27-37.
51. Ulrich, R. S. 1981. Natural versus urban scenes-some psychophysiology effects. *Environment and Behavior* 13(5): 523-566.
 52. Ulrich, R. S. 1984. View through a window may influence recovery from surgery. *Science* 224: 420-421.
 53. Van den Berg, A. E., S. L. Koole and N. Y. Van der Wulp. 2003. Environmental preference and restoration: (How) are they related? *Journal of environmental psychology* 23(2): 135-146.
 54. Yamaguchi, M., M. Deguchi and Y. Miyazaki. 2006. The effects of exercise in forest and urban environments on sympathetic nervous activity of normal young adults. *The Journal of International Medical Research* 34: 152-159.