

增補靈芝萃取物對運動表現與運動後免疫功能及氧化壓力之影響

李婷婷¹、林泉寶²、柯柏任³、簡鵬慧^{2*}

¹臺北市立大學水上運動學系

²國立體育大學競技與教練科學研究所

³國立臺中教育大學體育學系

摘要

民眾或免疫力低落的族群很盛行使用靈芝作為健康營養補充品，但將靈芝應用於運動競技選手提升運動表現、預防運動訓練過後的免疫空窗期所造成感染風險及提升個體免疫功能與減少氧化壓力，靈芝增補的效果目前還尚未有許多研究證實。本研究經文獻統整後發現，補給靈芝對於運動表現的影響尚不明確，但對減緩運動所導致的疲勞以及運動後的恢復有所幫助。在動物實驗中顯示增補靈芝可提高動物的免疫功能進而降低染疫的風險，亦能提高整體抗氧化能力，減緩因衰竭運動所造成的氧化傷害。而在人體實驗中，靈芝增補對於虛弱族群及老年人在運動表現及抗疲勞上有幫助，但在年輕族群或是運動員身上則無法增進運動表現。

關鍵詞：松杉靈芝、乳酸去氫酶、超氧化離子歧化酶

壹、緒論

人體的免疫功能會受到運動型態、運動持續時間與運動強度等因素的影響而產生調控性的改變，先前研究已證實，適度的運動可以增進人體的免疫系統功能，預防疾病的發生；然而進行過度或長時間高強度的運動則可能會抑制免疫系統的功能，反而增加感染疾病的機率 (Li, 2008)。Nieman (2000)在進行及回顧許多運動與免疫的研究結果後，提出免疫空窗期 (open window) 假說，描述在單次長時間高強度的運動後之恢復期間 (3-12 小時)，免疫系統因受抑制而降低其功能，進而提供病原體入侵體內的機會，增加感染風險，其中又以以上呼吸道感染 (upper respiratory tract infection, URTI) 最為普遍。另一方面，適當及適量的運動可以有效的幫助身體為了對抗自體的氧化壓力，進而提升整體的抗氧化能力。反之，若平時未有適當的運動習慣便突然進行長時間或高強度的單次運動，所產生的自由基反而對身體有不利的影響 (Dalle et al., 2018)。靈芝是臺灣常見的保健食品，也是科學家關注的中藥材，甚至前中央研究院院長翁啟惠及其團隊都發表靈芝的科學研究 (Chen et al., 2004)，靈芝過去用於一般民眾或免疫力低落

*通訊作者: 簡鵬慧 Email: chienlihui2@gmail.com

地址：333 桃園市龜山區文化一路 250 號

的族群做為健康營養補充品，但將靈芝應用於運動競技選手提升運動表現、預防運動訓練過後的免疫空窗期所造成感染風險及提升個體免疫功能，靈芝增補的效果目前還尚未有許多研究證實。因此，本文透過文獻搜索，以靈芝 (*ganoderma lucidum*)、免疫 (immune)、運動表現 (exercise performance)、氧化壓力 (oxidative stress) 為關鍵字，在 PubMed、Google Scholar 以及 Airiti Library 華藝線上圖書館資料庫及搜尋引擎，搜尋出自 1985 至 2022 年間共 34 篇與本研究主題相關之文獻，彙整過去使用靈芝增補對運動表現、免疫功能與氧化壓力之影響，以提供未來研究者做為參考資料。

貳、靈芝的成份與功效

靈芝 (*Ganoderma lucidum*) 是真菌界擔子菌門 (Basidiomycota) 中的多孔菌類 (polypores)，其子實體 (fruiting body) 稱為靈芝，在東方傳統醫學界認為上等藥材。近年來有許多關於靈芝子實體在醫學、動物養殖及人體健康促進上的研究與應用指出，靈芝具有抗腫瘤 (Su et al., 2018)、抗發炎 (Wang et al., 2012)、免疫調節 (Zeng et al., 2018) 及減緩氧化壓力 (Huseyin et al., 2017) 甚至具有抗疲勞 (Rossi et al., 2014) 等功效，亦有研究指出靈芝具有保護肝臟或抗肝炎之作用 (蕭慧美、夏彩蘭, 2006)。

靈芝的生理活性成分，會因不同菌種、不同的培養方式和生長條件而有所不同，在臺灣最常使用人工栽培製成營養增補劑產品的靈芝以赤芝 (*Ganoderma lucidum*) 與松杉靈芝 (*Ganoderma tusagae*) 最多。在近年來的醫學研究分析了靈芝的藥理活性成分概括為七大類，分別為：多醣體 (polysaccharide)、三萜類 (triterpenoids)、核苷類、甾體類、甾醇類、生物鹼類與胺基酸類 (包含蛋白質、酵素)，另外還有一些微量礦物質元素如鋅、錳、鎳 (ge) 等，尤其是鎳的功效常被提及 (粘碧珠等, 2011)，其中最重要的藥理活性成分為靈芝多醣體和三萜類化合物。

靈芝的多醣又分成二類，一種是具有抗腫瘤活性的多醣體，另一種是蛋白多醣 (proteoglycan)，具有降血糖的作用。蛋白多醣是多醣—蛋白質複合體，多醣部分均以 β 1,6- β 1,3-葡聚糖鏈為主體，根據 Hikino 等 (1985) 的研究發現，給予老鼠注射靈芝萃取的蛋白多醣，可降低老鼠的血糖。除多醣體外，靈芝還含有三萜類化合物，又稱為「靈芝酸」。靈芝酸可抑制組織胺分泌，具抗過敏功效，並可抑制肝癌細胞增生、促進肝臟功能 (李淑玲、許美智, 2003)，也有研究指出靈芝酸可促進造血功能及抑制人類血癌細胞增生 (Lee et al., 2011; Wang et al., 2012)。在 Liu 等 (1997) 的研究中發現，許多菇類的多醣體對於超氧化自由基都有抑制的效果，但其中以靈芝多醣體的效果最佳。Mau 等 (2002) 的實驗中進而比較靈芝 (赤芝)、松山靈芝、與雲芝三種藥用靈芝屬蕈類，發現其中以靈芝在抗氧化能力、還原能力、清除自由基能力與總酚含量上最佳。

參、靈芝對運動表現與生理調控的影響

本研究認為靈芝增補能藉由抗疲勞、抗發炎、緩衝氫離子、提升免疫功能及抗氧化能力等功效，進而提升運動表現，特別是耐力性運動員。然而，目前僅有少許靈芝增補對於提升運動員運動表現的相關研究。Rossi 等 (2014) 的研究中，對 7 名業餘的自由車運動員在二場自由車比賽前增補靈芝與冬蟲夏草的複合膠囊或安慰劑三個月，發現訓練狀況足夠的受試者，在施與靈芝與冬蟲夏草或安慰劑的階段，在賽後的睪固酮 (testosterone)、腎上腺皮質醇 (cortisol) 濃度及其比值沒有差異；但對於訓練不足的受試者，發現與增補安慰劑的組別相比，訓練不足的受試者增補靈芝與冬蟲夏草的組別在賽後的睪固酮濃度顯著的高於安慰劑期的組別，腎上腺皮質醇則是顯著較低，但睪固酮/腎上腺皮質醇的比值 (T/C ratio) 則是沒有顯著差異，這說明靈芝與冬蟲夏草的複合物增補對於耐力運動的抗疲勞程度也許有所影響，但目前影響的機制尚不清楚。然而，在其他運動員或年輕族群中增補靈芝萃取物對運動表現影響的研究似乎皆無明顯效果，Aziz 等 (2006) 對 10 名國家級曲棍球選手每天增補 440 毫克的靈芝萃取物連續 30 天，在後續的有氧、無氧運動表現測試與肌力測驗中，增補靈芝的組別表現與安慰劑組並無差異。Tsuk 等 (2018) 研究中以體育系的學生為受試對象，發現無論是以高劑量或低劑量增補冬蟲夏草與靈芝的萃取物 28 天，在前後測的漸增強度最大攝氧量 (VO_{2max}) 測試與溫蓋特無氧動力測試 (Wingate anaerobic test) 的運動表現皆與安慰劑組無差異，僅有安靜時的心跳率在增補靈芝後有下降趨勢。

雖然增補靈芝目前在增加運動員的運動表現上，效果尚不明確，但在以較年長、非運動族群或患有疾病者為受試對象的研究中，發現靈芝的增補似乎對於增進體適能或疾病控制有所幫助，Collado Mateo 等 (2015) 以 25 位平均 56 歲的纖維肌痛症 (fibromyalgia) 女性為受試對象，每日服用 6 克靈芝製成粉末連續 6 週，發現在各項體適能測驗如：上肢肌力、6 分鐘走路 (有氧耐力)、坐站測試 (下肢肌力)、20 公尺走 (速度)、坐站起走測試 (平衡與敏捷性) 與坐姿體前彎 (下肢柔軟度) 等，與服用角豆 (*Ceratonia siliqua*) 的組別相比都有顯著的進步。在 Galavand et al. (2021) 的研究中也發現增補靈芝加上運動訓練，對於第一型糖尿病的男性受試者血糖控制效果優於僅運動訓練的介入。

在運動表現的相關的動物實驗中，康如佩、劉介仲、林俊宏、謝錦城 (2010) 以老鼠每日增補 40 mg/kg 的靈芝萃取物 4 週後，進行耐力運動測試，增補靈芝的老鼠顯著跑步時間顯著長於控制組 (48.98 ± 6.84 vs. 60.51 ± 5.06 分鐘)，並在運動力竭後的血糖濃度顯著高於控制組 (135.70 ± 33.50 vs. 70.40 ± 28.51 mg/dl)，顯示靈芝增補有助於維持運動中血糖的恆定，減緩因衰竭運動導致的血糖下降。在此研究中也同時發現，靈芝增補的老鼠在運動後血液中乳酸去氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH)、血尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN) 及肌酸酐 (creatinine) 的濃度也都顯著低於控制組，此研究顯示或許補給靈芝對於減緩運動所導致的疲勞情形有所幫助。也有研究指出老鼠服用八週的靈芝，未能提升游泳的運動表現，但在休息後乳酸分解的速度而論，服用靈芝的組別在運動後恢復的速度較快 (盧珏伶等，2015)。

綜合以上的研究成果可發現，對於增補靈芝在運動表現與抗疲勞的效果似乎在年長者、較虛弱族群及動物實驗中比較明顯，對於健康的年輕族群及高度訓練的運動員增補靈芝無法明顯地增加運動表現，但能降低安靜時的心跳率及降低賽後的腎上腺皮質醇濃度，也許有幫助選手從疲勞中恢復的作用，有關靈芝增補對運動表現與生理調控的影響之文獻本文整理如表一所示。

表 1、靈芝對運動表現與生理調控的影響

研究文獻	受試對象	劑量／時間	研究方法／運動表現測驗	結果
Rossi 等 (2014)	7 位男性 業餘自由 車運動員 (39.7±5.0 歲)	增補組：冬蟲夏草 1335 毫 克、靈芝 1170 毫克、三帖 4.5 毫克／日，共 3 個月 控制組：安慰劑	交叉試驗 2 場 110 公里自由 車比賽	訓練足夠者於運動 表現與生物指標均 無顯著差異；訓練 不足者於增補後之 賽後睪固酮較高、 皮質醇較低。
Aziz 等 (2006)	10 位國 家級曲棍 球選手	增補組：靈芝萃取物 440 毫 克／日，30 天 控制組：安慰劑	有氧、無氧運動表 現測試、肌力測驗	組間與增補前後兩 組皆無顯著差異
Tsuk 等 (2018)	96 位體 育系學生 (53 男 43 女， 26.3±3.21 歲)	增補冬蟲夏草與靈芝 低劑量組：靈芝 650 毫克， 冬蟲夏草 240 毫克／日，28 天 高劑量組：靈芝 1300 毫克， 冬蟲夏草 480 毫克／日，28 天 控制組：安慰劑	漸增強度最大攝氧 量測試、溫蓋特無 氧動力測試	運動表現兩組無顯 著差異，但高劑量 增補組在增補 28 天 後安靜心跳率顯著 下降 (68.8±12.0 vs. 62.7±10.1 bpm)
Collado Mateo 等 (2015)	25 位纖 維肌痛症 女性 (56.3±8.1 歲)	增補靈芝組：靈芝製成粉末 6 克／日，6 週。 增補角豆組：角豆製成粉末 6 克／日，6 週。	上肢肌力、6 分鐘 走路、坐站測試、 20 公尺走、坐站起 走測試、坐姿體前 彎等	在 6 週增補後，靈 芝組在各項測試中 顯著優於角豆組。
康如佩、 劉介仲、 林俊宏、 謝錦城 (2010)	40 隻 Dawley 雄性大鼠	增補靈芝組：40 毫克／日， 4 週 控制組	於漸增坡度跑步機 運動至力竭，記錄 時間及抽血	靈芝組之耐力運動 表現顯著優於控制 組，並且運動後乳 酸去氫酶、血尿素 氮、肌酸酐低於控 制組。
Huang 等 (2013)	24 隻 Dawley 雄性大鼠	增補松杉靈芝 低劑量組：0.1875 克；中劑 量組：0.9375 克；高劑量 組：1.875 克／公斤／日，30 天 控制組	於漸增坡度跑步機 運動至力竭，記錄 時間及抽血	所有增補松杉靈芝 組耐力運動表現顯 著優於控制組，肝 指數、肌酸激酶、 乳酸去氫酶、尿素 氮無顯著差異。

盧珏伶等 (2015)	30 隻實 驗鼠	增補靈芝 低劑量組：72 毫克；高劑量 組：217 毫克／日，共 8 週 控制組	3%體重負重游泳 至力竭，記錄時間 及抽血	兩組游泳運動表現 無顯著差異，靈芝 組運動後血乳酸代 謝速度較快
----------------	-------------	---	-----------------------------	---

肆、靈芝對免疫功能的影响

靈芝為中國傳統醫藥史上記載最久的藥用真菌類，許多研究報告指出靈芝具有增強免疫功能的作用，在一篇回顧性文章中，對靈芝能調節免疫功能與抗腫瘤的機制做了整理，該研究認為靈芝能加強 T 淋巴細胞 (T lymphocyte) 與 B 淋巴細胞 (B cell) 的增生，並可調節 B 淋巴細胞與巨噬細胞 (macrophage) 活性，增加抗體的分泌，並且增加 IFN- γ mRNA 與顆粒溶解酶 B (granzyme B) 的表現，同時也可提升 T 淋巴細胞因樹突細胞 (dendritic cells, DC) 特異性誘發的毒殺能力 (cytotoxicity) (Zeng et al., 2017)。Lee 等 (1995) 指出靈芝可增強自然殺手細胞 (nature killer cell, NK cell) 的活性及加強身體自生抗體，可抑制癌細胞增生，並對自體正常細胞有保護的作用。Hsu 等 (2004) 的研究也明確指出，靈芝內所含的多醣體可藉由核因子活化 B 細胞 κ 輕鏈增強子 (nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells, NF- κ B) 的訊息傳遞路徑活化單核球 (monocyte)，並且也可以藉由抗原呈現細胞的活化，進而活化輔助性 T 細胞 (T helper cells, Th) 分泌細胞激素。本研究統整先前的研究及參考於 Zeng 等 (2017)，將靈芝多醣體對免疫調節的機制關係圖重新編繪如圖 1。

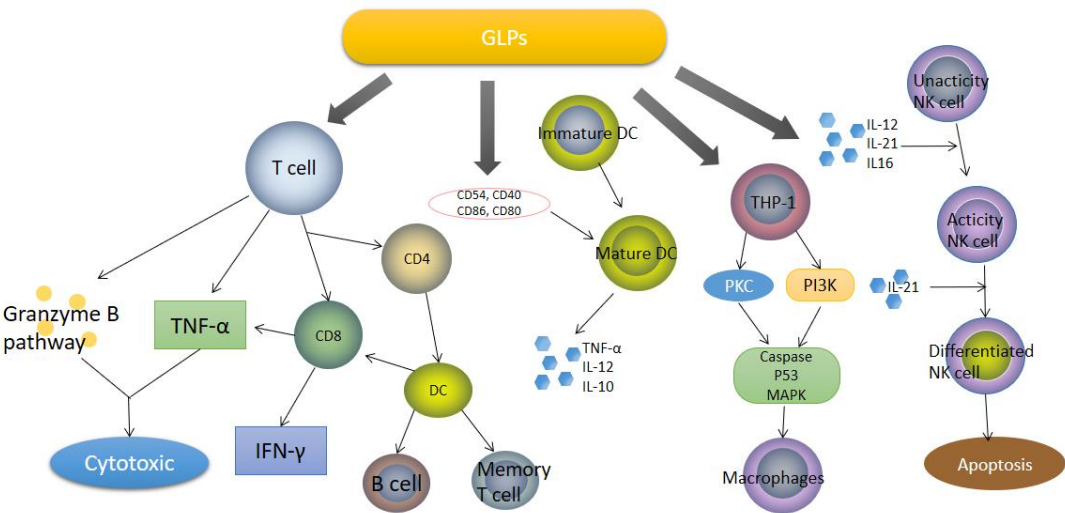


圖 1、靈芝多醣體對免疫調節的機制關係圖（圖片來源由 Zeng et al (2017) 重新編繪）

在與運動訓練有關的免疫調節方面，Shi, Cai, Wang and Liu (2013) 的研究中給予長期大量訓練的老鼠增補 4 週的靈芝多醣體，發現在單次訓練過後，控制組老鼠的白血球、嗜中性白血球的數量下降，並且巨噬細胞的吞噬指數與血清凝集指數也明顯降低，然而，增補中、高劑量的老鼠有顯著的增加白血球、嗜中性白血球的數量與血清凝集指數，增補高劑量的老鼠則在巨噬

細胞吞噬指數有顯著的提升。然而，在人體實驗中，Zhang 等 (2008) 對正在進行「高住低練 (living high training low)」的足球運動員增補 28 天的靈芝膠囊，但並未改變受試者的 CD4⁺/CD8⁺ 比值，有關靈芝對於運動後免疫功能調控的影響，需更多的研究確認。

伍、靈芝對運動期間氧化壓力的影響

先前已有許多研究指出靈芝具有很好的抗氧化能力，增補靈芝可能具有預防氧化傷害、保護器官組織及降低心血管疾病發生的功效 (蕭慧美、夏彩蘭，2006)。You 與 Lin (2002) 的研究中利用活性氧物性來測試靈芝對於氧化壓力的防護作用，發現靈芝多醣體具有清除活性氧物種與抗氧化的效果，並能提升巨噬細胞的存活率。傅惠鈺 (2004) 以 39 位健康成人為受試者，連續 6 個月每天服用 2.7 克的靈芝萃取物，受試者體內的總抗氧化能力有顯著的提升。近年來，有少數研究將靈芝應用於對抗日光照射中紫外線 (UV) 傷害，紫外線照射所產生的光依賴性活性氧物質會對皮膚細胞的脂質、蛋白質及 DNA 產生氧化傷害，長期接受紫外線照射會造成皮膚老化或癌症等病變。李欣儒等 (2018) 以細胞培養的方式，將萃取的松杉靈芝 Tsugaric acid 溶液加在經 UVB 曝曬的 HaCaT 人類表皮細胞上，發現 Tsugaric acid 可增加細胞增生及細胞的存活率，並抑制因 H₂O₂ 誘發的人類表皮細胞絲裂原活化蛋白激酶 (mitogen-activated protein kinase, MAPK) 活性，代表松杉靈芝的 Tsugaric acid 對皮膚的光氧化傷害有著保護的效果。另一篇細胞培養研究也指出靈芝多醣體可藉由抑制自由基的生成，以達到保護皮膚減緩 UVB 所引起光老化現象 (Zeng et al., 2017)。

以預防醫學的角度而言，適當的運動有益於心肺功能、增進運動表現以及減少慢性疾病的發生率。但劇烈或過度的運動，可能會因肌肉與組織的傷害以及運動中肌肉耗氧量增加而產生過多的自由基。人體於靜止時約有 2-5% 的氧分子會產生自由基，若長時間或激烈運動時，由於人體攝氧量提高，肌肉及肝臟組織中的自由基水平會增加到兩倍，力竭運動後則可能達到三倍或更多 (Huang et al., 2013)。先前已提及靈芝可能具有抗氧化及減緩氧化壓力的效果，然而目前針對靈芝增補應用於減緩運動後的氧化壓力研究仍不多，Chiu 等 (2017) 以 42 名健康受試者為研究對象，實驗組服用 225 毫克的靈芝膠囊連續 6 個月，發現與控制組相較之下，服用靈芝的受試者顯著改善了血漿中的總抗氧化能力 (total antioxidant capacity)、總硫醇 (total thiols) 和麩胱甘肽 (glutathione) 濃度，以及抗氧化酶活性的顯著增強，並且硫代巴比妥酸反應物質 (thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)、8-羥基脫氧鳥苷 (8-hydroxy-deoxy-guanosine, 8-OH-dG) 以及 GOT、GPT 都顯著的下降，並且從受試者腹部超音波檢查發現肝臟狀況有明顯改變，從起始的輕度脂肪肝逆轉為正常狀態。Huang 等 (2013) 給予老鼠 30 天不同劑量的松杉靈芝後，在跑步的耗竭性運動後，增補各種劑量的實驗組血漿中 TBARS 濃度都顯著的低於控制組，在肝臟細胞凋亡的程度也顯著的下降，並且肝臟細胞內的粒線體染色體 (mitochondrial DNA, mtDNA) 缺失突變 (deletion) 的比率也下降。另一篇研究同樣的以老鼠為實驗對象，讓老鼠增補靈芝 4 週，並在四週後進行力竭跑步運動，結果發現增補靈芝的組別能減緩因衰竭運動所造成的抗氧化酶降低之現象，並減少運動後血漿中丙二醛 (malondialdehyde, MDA) 的濃度，意即降

低了衰竭運動所導致的脂質氧化傷害 (康如佩、劉介仲、林俊宏、張惟翔等，2010)。在 Zhao 等 (2014) 的研究中也發現，在 28 天內給予靈芝多醣體萃取物同時進行每週游泳訓練 2 次的老鼠，在力竭運動後骨骼肌中的抗氧化酶皆高於控制組，並且有較低的脂質氧化傷害。本文將靈芝增補對於運動後氧化壓力之影響相關文獻整理如表 2。

表 2、靈芝增補對於運動後氧化壓力之影響

研究文獻	受試對象	劑量／時間	研究方法／運動表現測驗	結果
Zhao 等 (2014)	40 隻昆明雄性小鼠	靈芝增補 低劑量：50 毫克／日；中劑量：100 毫克／日；高劑量：200 毫克／日，共 28 天 控制組 一週 2 次 20 分鐘游泳訓練	7%體重負重游泳至力竭，抽取骨骼肌組織	靈芝增補組之骨骼肌中超氧化離子歧化酶、穀胱甘肽過氧化酶、過氧化氫酶濃度較控制組高，丙二醛濃度較控制組低。
康如佩、劉介仲、林俊宏、張惟翔等 (2010)	40 隻 Dawley 雄性大鼠	增補靈芝組：40 毫克／日，4 週 控制組	於漸增坡度跑步機運動至力竭，記錄時間及抽血	靈芝增補組之血漿中超氧化離子歧化酶、穀胱甘肽過氧化酶、過氧化氫酶、麩胱甘肽還原酶與控制組比較未有差異；硫代巴比妥酸反應物較控制組低。
Huang 等 (2013)	24 隻 Dawley 雄性大鼠	增補松山靈芝 低劑量組：0.1875 克；中劑量組：0.9375 克；高劑量組：1.875 克／公斤／日，30 天 控制組	於漸增坡度跑步機運動至力竭，記錄時間及抽血	靈芝組硫代巴比妥酸反應物較控制組低，超氧化離子歧化酶較控制組高，穀胱甘肽過氧化酶未有顯著差異。
蕭慧美、夏彩蘭 (2006)	44 隻 c57BL/6J 小鼠	靈芝菌絲體 低劑量：1%飼糧；中劑量：3%飼糧；高劑量：5%飼糧，共 4 週 控制組	無運動，4 週後採肝臟組織。	低劑量與中劑量組肝臟中穀胱甘肽過氧化酶濃度高於控制組；中劑量組肝臟中過氧化氫酶高於控制組；高劑量組肝臟硫代巴比妥

酸反應物較控制組低，但過氧化氫酶、穀胱甘肽過氧化酶及超氧化離子歧化酶皆無顯著差異。

陸、結語

綜合上述文獻回顧，耐力性運動員經常面臨長時間的耐力性運動訓練，此類型訓練的運動壓力往往會在運動過後產生暫時性的免疫抑制，在現今疫情尚未完全結束的環境下，選手較容易受到病菌、病原的感染而增加上呼吸道感染及染疫的機率。運動選手因長時間的運動訓練或比賽有較大量的攝氧及代謝，產生更多的活性氧物質，使選手的氧化壓力增加，特別是耐力性項目的訓練及比賽經常在戶外進行，選手長期於紫外線曝曬時間也較長，因此耐力性運動員所面臨的氧化壓力及氧化傷害風險也較一般人高出許多。先前有關靈芝增補與運動相關的研究大多在於動物實驗階段，本研究以現有的文獻分析後認為運動選手於訓練期間服用靈芝似乎不能增加運動表現，但有可能可以幫助急性運動後的恢復，至於在提升免疫功能與減緩氧化壓力方面的效果，目前仍尚未有明確的答案，未來可進一步以運動員作為研究對象，進行相關靈芝增補的實驗。

柒、實務應用

從目前所收集之文獻中皆呈現靈芝具有多種生物功能，對於提升免疫功能及抗氧化能力有其功效，然而目前靈芝與於運動相關之人體實驗仍非常缺乏。具有多種有益效果的多種成份是中草藥的精髓，但以中草藥作為運動增補與運動營養研究仍為少數，在未來的研究若能進一步證實增補靈芝對運動所造成之免疫系統氧化壓力之影響，應對運動員選擇運動營養輔助品具參考價值。

利益衝突

本研究無涉及相關利益衝突。

引用文獻

- 李旭生、魏耀輝、陳介甫、王聲遠、陳光耀 (1995)。靈芝抗腫瘤效應之研究。《中醫藥雜誌》，6(1)，1-12。 [https://doi.org/10.6940/JCM.199503_6\(1\).01](https://doi.org/10.6940/JCM.199503_6(1).01)
- 李欣儒、黃潔貞、林忠男、洪啟峯 (2018)。探討松杉靈芝成分 Tsugaric Acid 在人類表皮細胞中預防紫外線傷害之保護作用。《輔仁醫學期刊》，16(2)，67-78。
<https://doi.org/10.3966/181020932018061602002>

- 李淑玲、許美智 (2003)。營養增補劑－靈芝之探討。《大專體育》，(64)，165-170。
<https://doi.org/10.6162/SRR.2003.64.27>
- 粘碧珠、李國華、葉家舟、林文宏、胡見龍、陳志毅、賈玉祥、張菊犁、林祥生、季昭華 (2011)。飼糧中添加靈芝對哺乳仔豬免疫力之探討。《臺灣獸醫學雜誌》，37(2)，104-110。
<https://doi.org/10.7009/TVJ.201106.0104>
- 傅惠鈺 (2005)。《靈芝延緩衰老之研究》。[未出版碩士論文]。中山醫學大學。
- 康如佩、劉介仲、林俊宏、張惟翔、謝錦城 (2010)。補充靈芝對衰竭運動後老鼠抗氧化能力及肌肉損傷之影響。《大專體育學刊》，12(2)，95-101。<https://doi.org/10.5297/ser.1202.011>
- 康如佩、劉介仲、林俊宏、謝錦城 (2010)。靈芝補充對於運動引起疲勞之影響。《成大體育學刊》，42(1)，19-29。[https://doi.org/10.6406/JNCKUPER.201004_42\(1\).0002](https://doi.org/10.6406/JNCKUPER.201004_42(1).0002)
- 盧珏伶、李美慧、吳龍源、施勇綸、周曉旻、劉嘉又、呂旭峰 (2015)。以游泳試驗評估靈芝抗疲勞功能。《傳統醫學雜誌》，26(1)，1-11
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=a0000028-201510-201602150013-201602150013-1-11>
- 蕭慧美、夏彩蘭 (2006)。餵食靈芝菌絲體對小鼠體內抗氧化能力之影響。《中華民國營養學會雜誌》，31(1)，17-23。[https://doi.org/10.6691/JCNS.200603_31\(1\).0003](https://doi.org/10.6691/JCNS.200603_31(1).0003)
- Aziz, A. R., Goh, P. O., & The, K. C. (2006). Effect of thirty days supplementation of standardized Lingzhi extract of aerobic, anaerobic and strength parameters in trained athletes. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18(1), 8-21.
- Chen, H. S., Tsai, Y. F., Lin, S., Lin, C. C., Khoo, K. H., Lin, C. H., & Wong, C. H. (2004). Studies on the immuno-modulating and anti-tumor activities of Ganoderma lucidum (Reishi) polysaccharides. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 12(21), 5595-5601.
<https://doi.org/10.1016/j.bmc.2004.08.003>
- Chiu, H. F., Fu, H. Y., Lu, Y. Y., Han, Y. C., Shen, Y. C., Venkatakrishnan, K., Golovinskaia, O., & Wang, C. K. (2017). Triterpenoids and polysaccharide peptides-enriched Ganoderma lucidum: A randomized, double-blind placebo-controlled crossover study of its antioxidation and hepatoprotective efficacy in healthy volunteers. *Pharmaceutical Biology*, 55(1), 1041-1046.
<https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1288750>
- Collado Mateo, D., Pazzi, F., Dominguez Munoz, F. J., Martin Martinez, J. P., Olivares, P. R., Gusi, N., & Adsuar, J. C. (2015). Ganoderma lucidum improves physical fitness in women with fibromyalgia. *Nutrición Hospitalaria*, 32(5), 2126-2135.
<https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9601>
- Hikino, H., Konno, C., Mirin, Y., & Hayashi, T. (1985). Isolation and hypoglycemic activity of ganoderans A and B, glycans of Ganoderma lucidum fruit bodies. *Planta Medica*, (4), 339-340.
- Dalle Carbonare, L., Manfredi, M., Caviglia, G., Conte, E., Robotti, E., Marengo, E., Cheri, S., Zamboni, F., Gabbiani, D., Deiana, M., Cecconi, D., Schena, F., Mottes, M., & Valenti, M. T.

- (2018). Can half-marathon affect overall health? The yin-yang of sport. *Journal of Proteomics*, 170, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.09.004>
- Ghalavand, A., Saki, H., Nazem, F., Khademitab, N., Behzadi nezhad, H., Behbodi, M., & Zeighami, F. (2021). The effect of Ganoderma supplementation and selected exercise training on glycemic control in boys with type 1 diabetes. *Jundishapur Scientific Medical Journal*, 20(4), 356-365. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.4.2426>
- Hsu, H. Y., Hua, K. F., Lin, C. C., Lin, C. H., Hsu, J., & Wong, C. H. (2004). Extract of Reishi polysaccharides induces cytokine expression via TLR4-modulated protein kinase signaling pathways. *Journal of Immunology (Baltimore, Md. : 1950)*, 173(10), 5989–5999. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.173.10.5989>
- Huang, C. C., Huang, W. C., Yang, S. C., Chan, C. C., & Lin, W. T. (2013). Ganoderma tsugae hepatoprotection against exhaustive exercise-induced liver injury in rats. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 18(2), 1741–1754. <https://doi.org/10.3390/molecules18021741>
- Özevren, H., İrtegün, S., Deveci, E., Aşır, F., Pektanç, G., & Deveci, Ş. (2017). Ganoderma lucidum protects rat brain tissue against trauma-induced oxidative stress. *Korean Journal of Neurotrauma*, 13(2), 76–84. <https://doi.org/10.13004/kjnt.2017.13.2.76>
- Lee, M. K., Hung, T. M., Cuong, T. D., Na, M., Kim, J. C., Kim, E. J., Park, H. S., Choi, J. S., Lee, I., Bae, K., Hattori, M., & Min, B. S. (2011). Ergosta-7,22-diene-2 β ,3 α ,9 α -triol from the fruit bodies of Ganoderma lucidum induces apoptosis in human myelocytic HL-60 cells. *Phytotherapy Research*, 25(11), 1579-1585. <https://doi.org/10.1002/ptr.3447>
- Li, T. L. (2008). Immunoendocrine responses to daily repeated exercise and the influence of carbohydrate supplementation. *運動生理暨體能學報*, (7), 1-13. <https://doi.org/10.6127/JEPF.2008.07.01>
- Liu, F., Ooi, V. E., & Chang, S. T. (1997). Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sciences*, 60(10), 763-771. [https://doi.org/10.1016/s0024-3205\(97\)00004-0](https://doi.org/10.1016/s0024-3205(97)00004-0)
- Mau, J. L., Lin H. C., & Chen C. C. (2002). Antioxidant properties of several medicinal mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6072-6077. <https://doi.org/10.1021/jf0201273>
- Nieman, D. C. (2000). Is infection risk linked to exercise workload? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(7), 406-411. <https://doi.org/10.1097/00005768-200007001-00005>
- Rossi, P., Buonocore, D., Altobelli, E., Brandalise, F., Cesaroni, V., Iozzi, D., Savino, E., & Marzatico, F. (2014). Improving training condition assessment in endurance cyclists: Effects of Ganoderma iucidum and Ophiocordyceps sinensis dietary supplementation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 979613. <https://doi.org/10.1155/2014/979613>
- Shi, Y., Cai, D., Wang, X., & Liu, X. (2012). Immunomodulatory effect of ganoderma lucidum

- polysaccharides (GLP) on long-term heavy-load exercising mice. *International journal for vitamin and nutrition research*, 82(6), 383–390. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000135>
- Su, J., Su, L., Li, D., Shuai, O., Zhang, Y., Liang, H., Jiao, C., Xu, Z., Lai, Y. & Xie, Y. (2018). Antitumor activity of extract from the Sporoderm-breaking spore of *Ganoderma lucidum*: Restoration of exhausted cytotoxic T cell with gut microbiota remodeling. *Frontiers in Immunology*, 31(9), 1765. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01765>
- Tsuk, S., Lev, Y. H., Rotstein, A., Zeev, A., Carasso, R., & Steiner, G. (2018). Effects of a commercial supplement of ophiocordyceps sinensis and *Ganoderma lucidum* on physiological responses to maximal exercise in healthy young participants. *International Journal of Medicinal Mushrooms.*, 20(4), 359-367. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2018025989>
- You, Y. H., & Lin, Z. B. (2002). Protective effects of *Ganoderma lucidum* polysaccharides peptide on injury of macrophages induced by reactive oxygen species. *Acta Pharmacologica Sinica*, 23(9), 787–791.
- Wang, J. H., Zhou, Y. Z., Zhang, M., Kan, L., & He, P. (2012). Active lipids of *Ganoderma lucidum* spores-induced apoptosis in human leukemia THP-1 cells via MAPK and PI3K pathways. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(2), 582-589. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.055>
- Zeng, P., Guo, Z., Zeng, X., Hao, C., Zhang, Y., Zhang, M., Liu, Y., Li, H., Li, J., & Zhang, L. (2018). Chemical, biochemical, preclinical and clinical studies of *Ganoderma lucidum* polysaccharide as an approved drug for treating myopathy and other diseases in China. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 22(7), 3278–3297. <https://doi.org/10.1111/jcmm.13613>
- Zeng, Q., Zhou, F., Lei, L., Chen, J., Lu, J., Zhou, J., Cao, K., Gao, L., Xia, F., Ding, S., Huang, L., Xiang, H., Wang, J., Xiao, Y., Xiao, R., & Huang, J. (2017). *Ganoderma lucidum* polysaccharides protect fibroblasts against UVB-induced photoaging. *Molecular Medicine Reports*, 15(1), 111–116. <https://doi.org/10.3892/mmr.2016.6026>
- Zhang, Y., Lin, Z., Hu, Y., & Wang, F. (2008). Effect of *Ganoderma lucidum* capsules on T lymphocyte subsets in football players on "living high-training low". *British Journal of Sports Medicine*, 42(10), 819–822. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.038620>
- Zhao, Z., Zheng, X., & Fang, F. (2014). *Ganoderma lucidum* polysaccharides supplementation attenuates exercise-induced oxidative stress in skeletal muscle of mice. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(2), 119–123. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.04.004>

Effect of *Ganoderma lucidum* supplementation on immune function and post-exercise oxidative stress

Ting-Ting, Lee¹, Chuan-Boa, Lin², Bo-Jen, Ko³, Li-Hui, Chien^{2*}

¹Department of Aquatic Sports, University of Taipei, Taipei City, Taiwan

²Graduate Institute of Coaching Science, National Taiwan Sport University, Taoyuan City, Taiwan

³Department of Physical Education, National Taichung University of Education, Taichung, Taiwan

Abstract

Ganoderma lucidum is a popular nutritional supplement used by the public for health purposes or by individuals with low immunity. While it has been applied among sports athletes to potentially improve performance, reduce the risk of infection following intense training, and enhance immune function and post-exercise oxidative stress, the specific effects of *Ganoderma lucidum* supplementation remain unconfirmed. This study aims to explore the impact of *Ganoderma lucidum* supplementation on sports performance. While the definitive effects are not yet clear, preliminary findings suggest it may help alleviate exercise-induced fatigue and facilitate in post-exercise recovery. Animal experiments have demonstrated that supplementing *Ganoderma lucidum* can enhance immune function, thereby reducing the risk of infection, and improve antioxidant capacity to mitigate oxidative damage caused by strenuous exercise.

Keywords: *Ganoderma tsugae*, lactate dehydrogenase, superoxide dismutase
