

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

▶ 運動對淋巴T細胞亞群CD4+、CD8+之影響

The Relationship between Physical Exercise, CD4+ and CD8+

doi:10.6127/JEPF.2008.07.02

運動生理暨體能學報, (7), 2008

Journal of Exercise Physiology and Fitness, (7), 2008

作者/Author：劉懿娟(Yi-Chuan Liu);莊瑞焜(Jui-Kun Chuang);謝錦城(Chin-City Hsieh)

頁數/Page：15-27

出版日期/Publication Date：2008/05

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.6127/JEPF.2008.07.02>



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



運動對淋巴 T 細胞亞群 CD4+、CD8+之影響

劉懿娟 莊瑞焜 謝錦城*

國立新竹教育大學

摘要

輔助型 T 細胞 (CD4+) 及抑制型 T 細胞 (CD8+) 在免疫系統中佔有樞紐位置。本文首先探討運動與免疫機能之關係，其次比較運動對 CD4+ 與 CD8+ 之影響及 CD4+/CD8+ 比值實驗結果。指出規律且中強度運動，可提升 CD4+/CD8+ 比值，增加人體免疫力；劇烈及力竭性運動，體內 CD4+ 與 CD8+ 的比例及數量重新分配，導致免疫系統抑制，免疫力降低，增加上呼吸道感染機率。提供未來臨床訓練計畫監控的指標，作為開立運動處方的依據，闡述受試者體內免疫指標之可能交互機制，減少體內有害因子的產生。同時建議進一步調查，確定運動對健康和疾病的衝擊、關聯及相關機制，對於免疫系統機轉的認識與全民健身將會具有相當的效益。

關鍵詞：運動、淋巴 T 細胞亞群、CD4+、CD8+

連絡作者：謝錦城

聯絡電話：03-5213132 轉 1516

投稿日期：96 年 09 月

通訊地址：300 新竹市南大路 521 號

E-mail：chsieh@mail.nhcue.edu.tw

接受日期：96 年 11 月

緒論

細胞、自由基代謝、運動疲勞、運動員訓練與比賽後免疫機能的關聯，逐漸成為近代運動醫學在生物化學及分子生物研究的主要發展方向。運動引起的免疫改變及兩者間的關聯性，亦是運動科學中極受關注的一環。

人體的免疫機能是抵抗力的標誌，亦是身體體質的代表性指標之一，許多與運動免疫相關的文獻顯示，運動對人體免疫功能是有助益的，習慣性的運動訓練可以增加自然殺手細胞及唾液中 IgA、IgM 的濃度 (Buyukyazi et al., 2004)，長期從事規律強度適中的運動可促進人體免疫系統功能，提升並調節免疫機能，增進人體對各類病原體及病毒的抵抗力，降低感染性疾病的染病風險 (Bauer & Weisser, 2002; Pedersen & Hoffman-Goetz, 2000; Woods et al., 1999; Yeh, Chuang, Lin, Hsiao, & Eng, 2006)，而強力運動期間與運動後所測得之輔助型 T 細胞 (CD4+) 及抑制型 T 細胞 (CD8+) 數值上升且數量愈高，運動後亦降至愈低，恢復至運動前的水準也需要較長的時間 (Bauer & Weisser, 2002; Nieman et al., 1995; Nieman, 1997; Tvede, Kappel, Halkjoer-Kristensen, Galbo, & Pedersen, 1993)。

部分文獻指出，運動對人體免疫機能未必全然有益，近年證據顯示長期強烈運動對於免疫系統造成損傷，對上呼吸道感染有負面的效果 (Nieman, 1997; Kargotich, Keast, Goodman, Crawford, & Morton, 1997)，對免疫機能會產生抑制作用，免疫能力下降 (李寧川、金其貫、顏軍, 2000; 徐台閣, 1998; 李駿君、王瑞元, 2001; 劉迅雷、張志勝、李駿君, 2003)，致使防禦機制出現『免疫

空窗期』(open window)，若每天進行操練，則會呈現累積現象，長期處於這種狀態，對於疾病感染的比例會增加 (徐台閣, 1998)。

目前用來測定運動對於免疫功能指標的種類相當多，尤以 CD4+ 及 CD8+ 較為敏感，運動後體內的 CD4+ 及 CD8+ 可能會產生顯著性的變化 (秦愛華、高自軍、侯天德, 2006)，國外相關文獻將運動後淋巴細胞亞群 CD4+、CD8+ 的反應，視為運動強度對於免疫變化指標之一 (Bauer & Weisser, 2002; Nieman et al., 1995; Nieman, 1997; Smith & Myburgh, 2006; Tvede et al., 1993)。本文也將針對不同運動強度後，體內 T 淋巴細胞亞群的變化進行討論，以作為相關研究的參考及應用。

運動與免疫機能

運動過程中，免疫狀態的改變給人體一種強烈的信號，提示體內變化是否安全，同時利用免疫訊息分子的運作，調控免疫功能狀況，亦是有無能力繼續進行運動的信號，並會提示適時終止運動的訊息，其最主要的功能可以避免因運動導致身體能量及各器官機能在從事運動過程當中過度動員，產生超負荷反應，進而影響健康及安全疑慮，可說是體內的健康警示燈 (鄧樹勳、王健, 2004)，引發人體內分泌系統及心肺循環的改變，使免疫細胞暫時性重新分佈，而且會影響血液中淋巴球、白血球等數量的增減 (Shinkai, Shore, Shek, & Shephard, 1992)，尤其淋巴球數量改變對於單次運動型態、強度及持續時間最為敏感 (Nieman, 1994; Tvede et al., 1993)。

淋巴細胞為免疫反應過程中的核心，能接受抗原刺激而將 B 淋巴細胞活化進而增殖成為具抗原特異性的 B 淋巴細胞株，並分化為相同特異性的漿細胞，漿細胞會產出有同樣特異性的免疫球蛋白，進行異物產除工作。T 淋巴細胞的發展過程與 B 淋巴細胞相同，T 淋巴細胞的種類較多，包含：輔助型 T 細胞（CD4⁺）、抑制型 T 細胞（CD8⁺）及細胞毒細胞。T 淋巴細胞亞群中輔助型 T 細胞及抑制型 T 細胞，兩者相互協調並且穩定地調節身體免疫反應。CD4⁺及 CD8⁺兩種細胞在運動後皆會產生變化，人體在進行高強度游泳運動訓練時會造成淋巴細胞及其亞群數量及比例的重新分配（Kargotich et al., 1997），單核細胞的有絲分裂反應增加（Fry, Morton, Crawford, & Keast, 1992）。

人類從事高強度急性運動時，血流動力及應激激素快速變化，導致身體機能急劇的改變。激烈運動與不運動者在參與高頻率與持續時間較長的運動時，會造成強烈抑制免疫機能的效應，可能導致白血球生理和活動能力改變，原因與訓練導致的免疫抑制有關（Tuan et al., 2007）。

部分學者認為，運動對於免疫力有負面的影響，短期高強度運動訓練，在周邊血液白血球粒線體被加強的狀態下，產生嚴重和長期的免疫功能不良（Tuan et al., 2007）。Nieman et al. (1995) 及 Tvede et al. (1993) 指出，從事阻力或耐力運動可以啟動人體的免疫系統，使淋巴球數量產生增殖反應，但是於運動後，淋巴球數量又會下降到較運動前更低，這個下降程度與運動強度相關，也可能會產生累進性壓抑免疫力（Nieman et al., 1995; Tvede et al., 1993）。

人體免疫能力、免疫細胞及細胞分子的免疫反應會受到運動的影響，免疫系統反應的擴展又會受到運動持續時間、強度、間隔時間及運動方式的影響，引起人體各系統、器官發生劇烈變化（Bauer & Weisser, 2002; Nieman, 1997; Nieman et al., 1995; Tvede et al., 1993）。研究指出，人類從事中強度、適時且規律的運動，免疫系統會產生有益的變化，既可提高身體適能又可增強身體免疫機能，提高身體抵抗力，降低感染的風險（鄧樹勳、王健，2004；Brain et al., 2005; Woods et al., 1999），若了解免疫調控的機制，將有助於免疫系統相關疾病致病機轉的認識與治療方法之改進。

運動與 T 淋巴細胞亞群 CD4⁺與 CD8⁺之影響

輔助型 T 細胞（CD4⁺）及抑制型 T 細胞（CD8⁺）分別約佔 T 淋巴細胞的 60% 及 30%（高順生、趙樹林，2005），在機體免疫反應的過程中分別擔任輔助、誘導及抑制、細胞毒的功能。其通過細胞間會直接接觸或釋放細胞因子，導致抑制及刺激的效果發生，使免疫反應在這兩類細胞的雙向調控下表現適當強度。

輔助型 T 細胞在免疫系統中佔有樞紐位置，它辨識抗原並開始分泌白細胞介素-1、白細胞介素-2、白細胞介素-4、白細胞介素-5、干擾素- γ （Interferon γ , INF- γ ）等細胞激素，並啟動身體的免疫機制，引起其他免疫細胞多重分裂，展開毒殺攻擊，產生免疫作用，發揮免疫功能（于善謙、王洪海、朱乃碩、葉容、許秉寧，2001）。

抑制型 T 細胞在免疫調控機制中扮演了一個相當重要的角色，在免疫反應中通常具有抑制、終止毒性 T 細胞和輔助 T 細胞的功能（鄧樹勳、王健，2004）。隨著感染受到控制後，抑制型 T 細胞，會通知 B 細胞、輔助型 T 細胞和殺手 T 細胞停止作用，這些免疫細胞有些會存留在體內者會具備特異性的記憶能力，在下次相同外來異物再度入侵身體時，便能較快產生反應。

相關研究指出，不同強度或類型的運動對於淋巴細胞會產生不同的結果（Bauer & Weisser, 2002; Baum, Muller-Steinhardt, Liesen, & Kirchner, 1997; Kargotich et al., 1997; LaManca et al., 1999; Shek, Sabiston, Buguet, & Radomski, 1995; Van der Pompe, Bernards, Kavelaars, & Heijnen, 2001; Woods et al., 1999; Yeh et al., 2006）。中強度運動對於 CD4+、CD8+及其比值有提升的效果，可

增加人體免疫力（Bauer & Weisser, 2002; Woods et al., 1999; Yeh et al., 2006）；高強度游泳運動會造成白血球數、淋巴細胞及其亞群水準的顯著改變（Kargotich et al., 1997），會造成其數量及比值上不同程度的變化；力竭或延長性運動後 CD4+/CD8+比值下降，主要是因為 CD4+的增加較 CD8+少（Baum et al., 1997; LaManca et al., 1999; Shek et al., 1995; Van der Pompe et al., 2001），也有部分學者認為是因為 CD4+的減少較 CD8+多所引起（劉迅雷等，2003; Smith & Myburgh, 2006; Kargotich et al., 1997），因而導致免疫力降低（李駿君、王瑞元，2001; 黃森芳，2003；Kargotich et al., 1997; Lancaster et al., 2005）。本文整理有關不同運動強度介入對於運動後體內免疫指標 CD4+、CD8+檢驗結果如表一。

表一 運動對 CD4+、CD8+ T 細胞指標變化的情形

作者	實驗設計	指標變化結果
徐台閣（1998）	24 位男性長跑選手隨機分為實驗組（12 人）和控制組（12 人），實驗組以 75% $\dot{V}O_2\max$ 進行跑步機訓練 60 分鐘，控制組以 60%HRmax 跑田徑場 60 分鐘，訓練 7 天，在第一、三、七日的跑步前、結束後及一小時以後，以流式細胞儀檢測 CD4+、CD8+、B 細胞及 NK 細胞數量的變化。	實驗組：淋巴細胞功能↓，白血球、淋巴球及淋巴細胞亞群數量↑，一小時後↓。CD4+/CD8+比值第七天下降至正常以下。
黃森芳（2003）	14 位大學男生參與 42.195 公里馬拉松運動，採集運動前 30 分鐘（PRE）、結束後（POST）、結束後 12 小時（12hr）、24 小時（24hr）、36 小時	血液及單株細胞：POST > PRE。 淋巴細胞：POST > PRE、24hr < PRE T 細胞、CD4+、CD8+、B 細胞：24hr 內 < PRE。

作者	實驗設計	指標變化結果
	(36hr)、48 小時(48hr)的前手臂靜脈血液，比較運動後周邊血液白血球、淋巴細胞、B 細胞、T 細胞、CD4+、CD8+、NK 細胞及單株細胞數量的差異。	NK 細胞數量低於運動前，持續至 48 小時時情形最為嚴重。
Baum et al. (1997)	8 名健康男性受試者進行運動強度為 4 mmol/l 無氧閾值 70% 的腳踏車運動，每天 30 分鐘，並於一週後進行一次 90 分鐘的力竭運動，採樣運動前、結束後 30 分鐘、24 小時後之血液，利用酶免疫吸附法，檢測血液中淋巴細胞亞群 CD14+、CD45+、CD4+、CD8+ 及 CD16+ 細胞素、可體松水準。	T 淋巴細胞亞群並沒有改變，力竭性運動 30 分鐘後，CD16+ T 淋巴細胞數量明顯降低、24 小時後 CD4+T 淋巴細胞數明顯高於運動前，且會影響血液中的細胞素。
Bauer & Weisser (2002)	以 15 位男、女性老年人為主要研究對象，進行長期中強度運動訓練 (mean lactate 2.57 ± 0.3 mmol/l)，比較運動前、結束後、及運動後 4hr 的淋巴細胞、血球數、淋巴細胞亞群、CD4+/CD8+ 比值和免疫球蛋白。	血紅蛋白濃度無顯著變化、結束後及結束後 4hr 淋巴細胞平均總數有一些增加、白血球數增加與乳酸濃度相關、運動結束 4hr 後 CD4+/CD8+ 比值↑。
Kargotich et al. (1997)	8 位男性國家級游泳選手，進行 70% $\dot{V}O_{2max}$ ，15 × 100 公尺游泳訓練後，休息兩分鐘再進行運動強度 95% $\dot{V}O_{2max}$ 的訓練。採集運動前 (PRE)、結束後 (POST)、結束後 30、60、120 及 150 分鐘的靜脈血液樣本，控制組樣本在休息日採集 (R)。	95% $\dot{V}O_{2max}$ 結束後： 淋巴細胞總數、嗜中性球、淋巴細胞、單核白血球均上升達顯著差異、嗜伊性紅血球例外；CD4+、CD8+、CD16+、CD25+ 數量均上升達顯著差異；CD4+/CD8+ 比值下降。 運動結束後 150 分鐘： 白血球數、嗜中性球較運動前增加且達顯著變化；淋巴細胞總數下降且達顯著差異。 70% $\dot{V}O_{2max}$ 結束後： 60 分及 120 分時淋巴細胞球數下降達顯著差異；CD4+、CD5+、CD8+、

作者	實驗設計	指標變化結果
		CD16+、CD19+無顯著變化。 恢復期：CD4+、CD5+、CD8+、CD16+、CD19+T 淋巴細胞數下降達顯著差異。
LaManca et al. (1999)	20 位女性慢性疲勞症候群患者為實驗組、14 位坐式生活者為控制組進行力竭性跑步機運動，利用靜脈穿刺術採集運動後 4 分鐘、1 小時及 24 小時後的血液樣本比較各組運動前後及兩組間的差異。	白血球、CD4+、CD8+、T 細胞、B 細胞、NK 細胞及 IFN- γ 在運動期間數量增加。兩組之間免疫反應及免疫參數未達顯著差異。
Shek et al. (1995)	體能健康的男性為受試者，進行強度 65% $\dot{V}O_2\max$ 持續 120 分鐘的跑步機運動測試，採集運動前、中、後之白血球和淋巴細胞亞群濃度、免疫球蛋白、NK 細胞反應，了解力竭運動後體內免疫細胞及其亞群的濃度改變情形。	運動後： CD3+、CD4+、CD8+細胞數量增加 T 細胞逐漸消滅，且運動後 2 小時的細胞數量較運動前之值的 60% 更低。 運動期間： CD4+增加較 CD8+少，導致 CD4/CD8 比值下降。 恢復期： CD4/CD8 比值逐漸增加，與運動期間呈現反轉模式。 B 細胞：不受運動影響。 IgM: 運動結束 120 分鐘後明顯抑制。 NK 細胞：劇烈運動導致數量下降且持續 7 天後恢復到原來水準。
Smith & Myburgh (2006)	7 位男性自行車選手進行連續 4 週的高強度 (HI) 訓練，檢測 5 公里及 40 公里運動輸出功的峰值 (PPO) 及安靜時體內激素濃度。	5 公里及 40 公里的輸出功峰值達顯著差異。 CD3+細胞數量較運動前減少 15%，CD4+減少最為顯著，CD8+及 NK 細胞有些微減少。
Van der Pompe et al. (2001)	13 位健康停經婦女為受試者，使用分級運動紀錄內分泌和免疫力的激活情形，選擇下丘腦系統（促腎上腺素皮質激素、可體松）和賀爾蒙黏液（催	強力身體壓力會造成促腎上腺皮質激素、可體松、生長激素及腺垂體催乳素釋放。 停經婦女從事單車運動後，CD3+、

作者	實驗設計	指標變化結果
	乳激素、生長激素)證實 NK 細胞增殖、活動力及血液細胞數量與美洲商陸有絲分裂原 (pokeweed mitogen, PWM) 的關聯。	CD4+、CD16/56+ (NK cells) 和 CD8+ 數量顯著增加。心理狀態對於可體松反應及免疫細胞功能有益
Miles et al. (2003)	以 34 位未受過訓練的女性進行六個月上下肢 (TOTAL) 或 30 位單純上肢 (UPPER) 耐力運動訓練, 運動強度以 10 次反覆, 6 回合的 75% 最大反覆為基準。檢測免疫細胞亞群 CD3+、CD4+、CD8+、NK 細胞及 B 細胞的變化。	淋巴細胞: 運動前、後 3 個月、後 6 個月均達顯著差異。無氧運動強度會導致 (CD4+、CD8+ 及 B 細胞濃度增加且 TOTAL) UPPER。無氧運動強度與淋巴細胞補充有關, 與 T 細胞及 B 細胞增生沒有顯著相關。
Woods et al. (1999)	29 位男、女性老年人依年齡、性別及藥物使用情形隨機分成運動介入組 (EXC) 及柔軟度控制組 (FT-CON), 進行每週 3 次為期 6 個月有氧運動訓練。比較兩組運動訓練後, 自然殺手細胞 (NK) 的數量及功能、 $\dot{V}O_2\max$ 、儲備心跳率 (HRR)、白血球總數、嗜中性球、淋巴細胞、淋巴分子、嗜鹼性球、嗜酸性球數量的差異。	最大攝氧量: EXC 與 FT-CON 兩組均增加且達顯著差異; 增加幅度: EXC > FT-CON。 儲備心跳率: EXC 與 FT-CON 兩組均增加且達顯著差異; 增加幅度: EXC > FT-CON。 兩組白血球總數、嗜中性球、淋巴細胞、淋巴分子、嗜鹼性球及嗜酸性球數量無顯著變化, CD4+ 與 CD8+ 百分比及數量無顯著變化。
Yeh et al. (2006)	37 位男女老年人參與 12 週太極拳運動訓練, 比較運動前後身體活動力、紅白血球數、T 淋巴細胞功能。	身體活動力: 運動後 > 運動前。 訓練後: 白血球細胞數及紅血球細胞數無顯著變化、CD4+/CD8+ 比值↑、單核白血球數↓、CD4+CD25 ⁺ T 淋巴細胞↑。

註: 「↑」: 顯著增加; 「↓」: 顯著下降; $\dot{V}O_2\max$: 最大攝氧量; CD3+: CD3+ T 細胞; CD4+: 輔助性 T 細胞; CD8+: 抑制性 T 細胞; CD16+: CD16+ NK 細胞; CD19+: CD19+ B 細胞; CD45+: CD45+ T 細胞; NK: 自然殺手細胞; IFN- γ : 干擾素- γ ; lactate: 乳酸。

如表一所整理的研究結果可發現, 不同類型及強度的運動對於身體免疫指標 CD4+、CD8+ 會造成程度不一的變化 (徐台

閣, 1998; 黃森芳, 2003; Baum et al., 1997; Bauer & Weisser, 2002; Kargotich et al., 1997; LaManca et al., 1999; Shek et al., 1995; Smith

& Myburgh, 2006; Van der Pompe et al., 2001; Woods et al., 1999; Yeh et al., 2006)。

長期規律中強度運動後，可促使血液中淋巴細胞數量增加，提升其免疫調節功能(徐台閣, 1998; Bauer & Weisser, 2002; Shek et al., 1995; Van der Pompe et al., 2001; Woods et al., 1999; Yeh et al., 2006)；同時使 CD4+/CD8+ 的比值提升 (Bauer & Weisser, 2002; Yeh et al., 2006)、增加嗜中性球的數量和功能之外 (Kargotich et al., 1997)，亦使免疫水準呈現上昇趨勢，可降低延長時間運動及劇烈運動所造成的免疫抑制反應 (Nieman, 1997)，進而提升免疫力 (Brines, Hoffman-Goetz, & Pedersen, 1996)。

部分中強度運動的研究中發現，CD4+及 CD8+數量的變化於運動前後雖未達顯著差異，但是 CD4+與 CD8+的比值卻有明顯增加，整體免疫力確實可見其實際提升之效果 (Yeh et al., 2006)，可能是因為中強度運動的訓練期程，多以 12 週至 6 個月不等的中長期為實施期程，雖然 CD4+與 CD8+細胞兩者在相較之下的差異未達到顯著標準 (Woods et al., 1999)，但是長期從事可減緩因人體發炎所造成的免疫功能下降的情形，對於整體免疫力確實可見其實際提升之功效 (Yeh et al., 2006)，也降低了上呼吸道發炎感染 (upper respiratory tract infection, URTI) 的風險 (鄧樹勳、王健, 2004; Brain et al., 2005; Woods et al., 1999)。

規律運動對人體健康有益。相對地，激烈或刺激的運動則會產生反效果 (劉迅雷等, 2003)。劇烈運動會引起體內免疫功能抑制反應，是免疫反應的反作用 (黃森芳, 2003; Baum et al., 1997; Kargotich et al., 1997;

LaManca et al., 1999; Shek et al., 1995; Smith & Myburgh, 2006; Tuan et al., 2007)。短期劇烈及力竭運動訓練期間，免疫功能出現暫時性抑制現象 (Nieman, 2001)，T 淋巴細胞呈現持續衰退，數量減少情形較運動前之值的 60% 更低；白血球數量增加 (徐台閣, 1998; Bauer & Weisser, 2002; Kargotich et al., 1997; LaManca et al., 1999)，這些現象可能因為激烈運動後，血流動力使細胞進出血液循環和激素快速變化，導致骨骼肌和身體機能急劇改變，造成強烈抑制免疫機能的效應，因而導致白血球生理和活動能力改變 (Tuan et al., 2007)。免疫系統受損，增加身體組織發炎的機會，降低淋巴細胞的濃度，抑制自體免疫力，降低人體免疫細胞的免疫活性及血液中免疫細胞的數量 (Brines, Hoffman-Goetz, & Pedersen, 1996; Pedersen, & Toft, 2000)，使淋巴球、淋巴細胞及其亞群數量及比例的重新分配，造成白血球數、淋巴細胞及其亞群水準的顯著改變，CD4+、CD8+ T 淋巴細胞數量增加 (徐台閣, 1998; Bauer & Weisser, 2002; Kargotich et al., 1997; LaManca, 1999; Shek et al., 1995; Yeh et al., 2006)，CD4+和 CD8+的比值下降，產生免疫抑制，造成免疫力降低，增加患病的機率 (徐台閣, 1998; Kargotich et al., 1997; Shek et al., 1995)。運動訓練期間體內的嗜中性球、淋巴細胞、CD4+、CD8+ T 淋巴細胞的數量均有提升 (Kargotich et al., 1997)，體內免疫參數因而改變。

部分學者以男性運動員作為研究對象，進行單次衰竭運動發現，免疫細胞數量及功能產生明顯變化，白血球、淋巴細胞及其亞群數量增加 (徐台閣, 1998; Kargotich et al.,

1997) 或減少 (Smith & Myburgh, 2006)，但也有部分研究結果顯示，運動後 T 淋巴細胞亞群沒有改變 (Baum et al., 1997)；Van der Pompe et al. (2001) 以停經婦女為對象進行實驗發現，強大身體壓力會促使腎上腺皮質激素、可體松、生長激素及腺垂體催乳素釋放，使 CD3⁺、CD4⁺、CD16/56⁺ (NK cells) 和 CD8⁺ 數量增加；Miles et al. (2003) 以 34 位女性進行六個月上下肢及 30 位上肢耐力訓練，結果顯示淋巴細胞在運動前、後 3 個月、後 6 個月均達顯著水準，且無氧運動導致 CD4⁺、CD8⁺ 及 B 細胞濃度增加。綜合上述，衰竭運動對男性及女性體內淋巴細胞亞群產生顯著變化，免疫功能產生抑制，可能是因為運動後，雄性及雌性激素分泌增加，雄性激素造成免疫抑制，而雌性激素也會產生雙面效果，依身體機能提升或抑制免疫功能 (鄧樹勳、王健，2004)。

Shephard (1997) 將運動改變免疫系統的原因歸納為以下幾點：受試者姿勢與血液分配量、運動後的總血液量減少；心輸出量增加，器官內血液量減少，導致原來停留在肺、肝及脾臟內的免疫細胞外移；可體松 (cortisol)、前列腺素 (prostaglandins) 及 β -胺多芬 (beta-endorphins) 的分泌；血液中兒茶酚胺 (catecholamine) 濃度上升，激活了免疫細胞上的 α 或 β 腎上腺素受體，使白血球與血管內皮上附著減少及因心理、情緒或疼痛有關的壓力所引起的自主神經系統的活動。

Nieman (2007) 的研究提出，運動開始後，體內壓力激素和細胞因子開始改變，體溫上升、血流量增加和水分流失。免疫系統、皮膚、上呼吸道黏膜組織、肺、血液和肌肉

之間，自然兇手細胞、中性和巨噬細胞、CD4⁺ 細胞及 CD8⁺ 細胞也都出現明顯的變化 (Nieman, 1997)。體溫上升後，白血球、淋巴球、嗜中性球、腎上腺素、正腎上腺素、可體松、CD3⁺ 及 CD16⁺ 細胞的濃度也產生顯著變化 (Kappel, Stadeager, Tvede, Galbo, & Pedersen, 1991)，進而導致內分泌壓力提升，單核細胞合成及免疫功能兩者的改變。免疫循環系統受到運動時間及運動強度的影響，免疫細胞數量產生改變，淋巴細胞濃度降低，這個機轉可能是因為淋巴細胞從循環系統移至組織或器官中進行重新分配時，缺乏可招募的成熟細胞所致 (Pedersen & Hoffman-Goetz, 2000)。綜合以上學者的研究可發現，運動引起免疫抑制的原因與 Shephard (1997) 所提出的論點相同。

運動後的 1-2 週會增加人體上呼吸道感染的危機，嗜中性球的功能削減，多數免疫因子會出現持續 3-12 小時的抑制作用，導致人體免疫機制出現空洞，出現 3-72 小時持續性的空窗期，病毒、細菌會立即入侵，增加感染風險，免疫指標的降低突顯出運動後人體遭受病毒侵襲的危險升高，當人體的免疫防護措施功能下降，上呼吸道感染的機率就提高 (Nieman, 1997, 2007)，為避免過度活化所導致的自身組織器官傷害，在辨識自生性與非自生性的抗原的條件下，CD4⁺ 及 CD8⁺ 會做出最佳的反應避免身體誤傷，並透過兩者輔助及抑制功能相抗衡，使系統得以維持在穩定狀態，讓身體可以隨時修正身體的指數，達到身體免疫平衡的狀況。

CD4⁺/CD8⁺ 比值代表了整體的免疫平衡，即人體免疫力的指標。淋巴細胞亞群中 CD4⁺ 約佔 T 淋巴細胞的 60%、CD8⁺ 約佔 T

淋巴細胞的 30%，兩者的正常比值約為 2，當指數小於 1 或大於 2 表示免疫力低落或異常，亦反映出人體易感染性的增加（高順生、趙樹林，2005）。

人體參與運動訓練期間 CD4+ 和 CD8+ 會有顯著性增量，上升速度加快且 NK 細胞數亦會隨之增加（Nieman, 1997），同時比值亦產生不同變化，可能是因為受試者的選擇、運動先備條件及運動強度不同而起，有規律運動習慣的受試者，本身的 CD4+ 及 CD8+ 比值本來就較一般無運動者高，藉由長期規律運動使免疫指數及免疫力提升（Bauer & Weisser, 2002; Van der Pompe et al., 2001; Yeh et al., 2006），長時間內可降低感染上呼吸道感染的機率。劇烈或力竭運動對免疫功能產生抑制，導致免疫功能下降，無論 CD4+ 及 CD8+ 的數量均呈現增加的趨勢（徐台閣，1998; Baum et al., 1997; Kargotich et al., 1997; LaManca et al., 1999; Shek et al., 1995），或是 CD4+ 與 CD8+ 均發現減少的結果（黃森芳，2003; Smith & Myburgh, 2006），雖然兩者的變化不同，但是最終的比值均呈現下降，最主要是因為從事力竭或強力運動後，T 淋巴細胞 responsiveness 和有絲分裂明顯減少，CD4+ T 淋巴細胞、CD8+ T 淋巴細胞百分比及功能削減，體內細胞數量、比例及功能產生變化（Fry et al., 1992），血液中 CD8+ T 細胞的百分比大於 CD4+ T 細胞，導致運動期間人體免疫指標的數值變小，免疫能力下降，因而增加上呼吸道感染的機率（徐台閣，1998; Kargotich et al., 1997; Shek et al., 1995; Smith & Myburgh, 2006）。

劇烈及力竭性運動訓練的研究，對於教練在訓練選手及擬定訓練計畫時，於 48 小時

之內應隨時注意身體保健，攝取均衡的飲食與充分的休息，避免暴露於高感染環境中以確保運動後免疫抑制期間身體健康。

結語

運動帶動人體免疫機轉的運作，藉由免疫系統相互協調作用與反作用、調控與反調控，抵抗異己之抗原，增進本身抵抗力，並依不同強度的運動產生程度不等且精細的免疫調節。

從事規律適度的運動可增強自體活動控制力，提高免疫指標及免疫功能，降低被感染的風險；從事高強度及力竭運動則會造成人體免疫功能抑制，在運動中及運動後 CD4+ 與 CD8+ T 細胞的分泌比例變化，致使 CD4+/CD8+ 的比值下降，降低人體抵抗病毒的能力，增加上呼吸道感染的威脅。

在運動訓練過程中，體內免疫指標的採樣數據，可供教練及選手參考，了解過度操練及訓練對身體的威脅，輔以循序漸進的訓練及調節計畫以減少疲勞累積，訓練後 48 小時之內應隨時注意身體保健，攝取均衡的飲食與充分的休息，避免暴露於高感染環境中，以確保運動後免疫抑制期間身體健康，讓選手可以在爭取運動表現之餘，亦可減少體內有害因子的產生，減少上呼吸道感染的威脅，進而達到延長運動生命的功效。

若從運動後的免疫角度切入，徹底了解運動對個體免疫系統的影響、疲勞程度判斷、過度訓練、運動計畫及身體機能狀況等會具有重要的意義，作為開立運動處方的依據，並提供臨床訓練計畫提供一個監控的指標。適度耐力運動訓練與免疫反應都與 CD4+

及 CD8⁺的數量及濃度有相關，同時建議進一步調查，確定運動對健康和疾病的衝擊、關聯及相關機制，對於免疫系統機轉的認識與全民健身將會具有相當的效益。

引用文獻

- 于善謙、王洪海、朱乃碩、葉容、許秉寧 (2001): **免疫學導論**。台北市：九州圖書。
- 李寧川、金其貴、顏軍 (2000): 不同方式的力竭運動對大鼠細胞免疫機能的影響。 **廣州體育學院學報**, 20 (2), 47-50。
- 李駿君、王瑞元 (2001): 長時間大強度游泳訓練對兒少運動員免疫機能的影響。 **北京體育大學學報**, 24 (4), 481-484。
- 徐台閣 (1998): **高強度耐力運動訓練對免疫功能的影响**。未出版博士論文，國立台灣師範大學，臺北市，台灣。
- 高順生、趙樹林 (2005): **運動免疫學**。臺北縣：諾亞文化出版社。
- 秦愛華、高自軍、侯天德 (2006): 運動對 T 淋巴細胞 CD4⁺、CD8⁺亞群免疫的影響。 **連雲港師範高等科學學報**, 2, 103-105。
- 黃森芳 (2003): 42.2 公里馬拉松跑步對大學男生周邊血液中免疫細胞數量的影響。 **台東大學體育學報**, 1, 39-59。
- 劉迅雷、張志勝、李駿君 (2003): 大強度中長跑訓練對青少年運動員免疫機能的影響。 **西安體育學院學報**, 20 (5), 30-33。
- 鄧樹勳、王健 (2004): **運動生理學：理論與應用**。台北縣：冠學文化。
- Bauer, T., & Weisser, B. (2002). Effect of aerobic endurance exercise on immune function in elderly athletes. *Schweizerische Rundschau für Medizin Praxis*, 91(5), 153-158.
- Baum, M., Muller-Steinhardt, Liesen, H., & Kirchner, H. (1997). Moderate and exhaustive endurance exercise influences the interferon- γ levels in whole-blood culture supernatants. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 76(2), 165-169.
- Brain, K., McFarlin, M. G. F., Melody, D., Philips, Laura, K. S., & Kyle, L. T. (2005). Chronic Resistance Exercise Training Improves Natural Killer Cell Activity in Older Women. *Journal of Gerontology: Medical Science*, 60A(10), 1315-1318.
- Brines, R., Hoffman-Goetz, L., & Pedersen, B. K. (1996). Can you exercise to make your immune system fitter? *Immunology Today*, 17(6), 252-254.
- Buyukyazi, G., Kutukculer, N., Kutlu, N., Genel, F., Karadeniz, G., & Ozkutuk, N. (2004). Differences in the cellular and humoral immune system between middle-aged men with different intensity and duration of physically training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 207-214.
- Fry, R. W., Morton, A. R., Crawford, G. P. M., & Keast, D. (1992). Cell numbers and in vitro responses of leucocytes and lymphocyte subpopulations following maximal exercise and interval training sessions of different intensities. *European Journal of Applied Physiology*, 64(3), 218-227.
- Kappel, M., Stadraeger, C., Tvede, N., Galbo, H., & Pedersen, B. K. (1991). Effects of in vivo hyperthermia on natural killer cell activity, in vitro proliferative responses and blood mononuclear cell subpopulations. *Clinical & Experimental Immunology*, 84, 175-180.
- Kargotich, S., Keast, D., Goodman, C., Crawford, G. P., & Morton, A. R. (1997). The influence of blood volume changes on leucocyte and lymphocyte subpopulations in elite swimmers following interval training of varying intensities. *International Journal Sports Medicine*, 18(5), 373-380.
- Miles, M. P., Kraemer W. J., Nindl, B. C., Grove, D. C., Leach, S. K., Dohi, k., et al. (2003). Strength, workload, anaerobic intensity and the immune response resistance exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178(2), 155-163.
- LaManca, J. J., Sisto, S. A., Zhou, X. D., Ottenweller, J. E., Cook, S., Peckerman, A., et al. (1999). Immunological response in chronic fatigue syndrome following a graded exercise test to exhaustion. *Journal of Clinical Immunology*, 19(2), 135-142.
- Lancaster, G. I., Khan, Q., Drysdale, P. T., Wallace, F., Jeukendrup, A. E., Drayson, M. T., et al. (2005). Effect of prolonged exercise and carbohydrate ingestion on type 1 and type 2 T lymphocyte distribution and intracellular cytokine production in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(2), 565-571.
- Nieman, D. C. (1994). Exercise, infection, and immunity. *International Journal of Sports Medicine*, 15(3), S131-S141.
- Nieman, D. C. (1997). Risk of upper respiratory tract infection in athletes: An epidemiologic and immunologic perspective. *Journal of Athletic*

- Training*, 32(4), 344-349.
- Nieman, D. C. (2001). Exercise immunology: nutritional countermeasures. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(Supplement), S45-55
- Nieman, D. C. (2007). Marathon training and immune function. *Sports Medicine*, 37(4-5), 412-415.
- Nieman, D. C., Cook, V. D., Henson, D. A., Suttles, J., Rejeski, W. J., Ribisl, P. M., et al. (1995). Moderate exercise training and natural killer cell cytotoxic activity in breast cancer patients. *International Journal of Sports Medicine*, 16(5), 334-337.
- Pedersen, B. K., & Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiologic Reviews*, 80(3), 1055-1081.
- Pedersen, B. K., & Toft, A. D. (2000). Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *British Journal of Sports Medicine*, 34(4), 246-251.
- Shek, P. N., Sabiston, B. H., Buguet, A., & Radomski, M. W. (1995). Strenuous exercise and immunological changes: A multiple-time-point analysis of leukocyte subsets, CD4/CD8 ratio, immunoglobulin production and NK cell response. *International Journal of Sports Medicine*, 16(7), 466-474.
- Shephard, R. J. (1997). *Physical activity, training and the immune response*. Carmel, IN: Cooper Publishing Group.
- Shinkai, S., Shore, S., Shek, P. N., & Shephard, R. J. (1992). Acute exercise and immune function. Relationship between lymphocyte activity and changes in subset counts. *International Journal of Sports Medicine*, 13(6), 452-461.
- Smith, C., & Myburgh, K. H. (2006). Are the relationships between early activation of lymphocytes and cortisol or testosterone influenced by intensified cycling training in men? *Applied Physiology Nutrition Metabolism*, 31(3), 226-234.
- Tuan, T. C., Hsu, T. G., Fong, M. C., Hsu, C. F., Tsai, K. K., Lee, C. Y., et al. (2007). *Deleterious Effects of Short-Term High-Intensity Exercise on the Immune Function: Evidence from Leukocyte Mitochondrial Alterations and Apoptosis*. British Journal of Sports Medicine Published Online First.
- Tvede, N., Kappel, M., Halkjoer-Kristensen, J., Galbo, H., & Pedersen, B. K. (1993). The effect of light, moderate and severe bicycle exercise on lymphocyte subsets, natural and lymphokine activated killer cells, lymphocyte proliferative response and interleukin 2 production. *International Journal of Sports Medicine*, 14(5), 275-282.
- Van der Pompe, G., Bernards, N., Kavelaars, A., & Heijnen, C. (2001). An exploratory study into the effect of exhausting bicycle exercise on endocrine and immune responses in post-menopausal women: Relationships between vigour and plasma cortisol concentrations and lymphocyte proliferation following exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 22(6), 447-453.
- Woods, J. A., Ceddia, M. A., Wolters, B. W., Evans, J. K., Lu, Q., & McAuley, E. (1999). Effects of 6 months of moderate aerobic exercise training on immune function in the elderly. *Mechanisms of Ageing and Development*, 109(1), 1-19.
- Yeh, S. H., Chuang, H., Lin, L. W., Hsiao, C. Y., & Eng, H. L. (2006). Regular tai chi chuan exercise enhances functional mobility and CD4CD25 regulatory T cells. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 239-243.

The Relationship between Physical Exercise, CD4⁺ and CD8⁺

Liu, Yi-Chuan Chuang, Jui-Kun Hsieh, Chin-City*

National Hsinchu University of Education

Abstract

The helper T-cell (CD4⁺) and the suppressor T-cell (CD8⁺) holds the key position in the immunity system. In this review, we first investigated relations the exercise and the immunity function, the second to analyze the research effects of exercise influence of and CD4⁺/CD8⁺ ratio experiment result to CD4⁺ and the CD8⁺. The result revealed that the rule of moderate and submaximal exercise, may promote the CD4⁺/CD8⁺ ratio, increases the immunity; acute and exhaustion exercise, in vivo CD4⁺ and the CD8⁺ proportion and the quantity redistribute, causes the immunity system suppression, the immunity to reduce, increase upper respiratory tract infection probability. We also recommended to the further research about the test effects of the future clinical training plan monitoring the target, the achievement draws up the exercise prescription the basis, elaborated the possible interactive mechanism to refer the trying in vivo immunity target, reduces in vivo harmful factor the production. Simultaneously will suggest further investigates, the definite movement to the health and the disease impact, the connection and the correlation mechanism, will be able to have the suitable benefit regarding the immunity system turning point understanding and the all the people healthy body.

Key words: physical exercise, T-lymphocytes subset, CD4⁺ 、CD8⁺