

# 本文章已註冊DOI數位物件識別碼

## ► 游泳對氣喘孩童的健康效益與運動處方

The Health Benefits and Exercise Prescription of Swimming for Asthmatic Children

doi:10.6127/JEPF.2007.06.02

運動生理暨體能學報, (6), 2007

Journal of Exercise Physiology and Fitness, (6), 2007

作者/Author：林俊宏(Chun-Hong Lin);謝錦城(City C. Hsieh);黎俊彥(Alex J. Y. Lee)

頁數/Page：13-22

出版日期/Publication Date：2007/08

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.2007.06.02>



*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



# 游泳對氣喘孩童的健康效益與運動處方

林俊宏<sup>1</sup> 謝錦城<sup>2</sup> 黎俊彥<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>元培科技大學 <sup>2</sup>國立新竹教育大學

## 摘要

氣喘是孩童時期最常見的呼吸道氣流阻塞疾病，也是全球重要的公共健康問題。適度身體活動之參與，對氣喘孩童具有許多正面的健康效益，包括增進心肺功能、促進徵狀改善與控制、增加自信與生活品質，以及降低氣喘發作次數與用藥情形。本文蒐集游泳訓練相關研究文獻，並針對氣喘孩童之健康效益與生理機轉，來說明、解釋與分析其學理，並探討經研究驗證之運動計劃要素與原則。經相關研究整理後顯示游泳對氣喘孩童的健康效益主要有：一、增進心肺血管功能，二、不易引起氣喘過敏反應，與三、增進氣喘病徵之改善。而氣喘孩童有效的運動訓練處方則需包括：一、每次至少 30 分鐘以上的游泳訓練持續時間，每週至少 2 次，為期至少 6 週以上；二、訓練強度大約為 60%最大心跳率以上；三、訓練超載之方式應先增加持續時間再增加訓練強度；與四、使用室內溫水游泳池，而相對溼度約 60%為宜。

**關鍵詞：**心肺功能，過敏反應，訓練量

---

連絡作者：黎俊彥

聯絡電話：(03)5213132 轉 2400

投稿日期：96 年 04 月

通訊地址：300 新竹市南大路 521 號

E-mail：jylee@nhcue.edu.tw

接受日期：96 年 06 月

## 前言

氣喘是孩童時期最常見的呼吸道氣流阻塞疾病，也是全球重要的公共健康問題 (Lai 等, 2006; Lucas & Platts-Mills, 2005)。氣喘患者因肺部呼吸道很敏感，當接觸到某些刺激物，如過敏物質、氣候突變與疾病感染時，其呼吸道便會緊縮而難以呼吸，而呼吸道的緊縮主要有兩個因素：其一為呼吸道內層 (inside lining) 變得紅腫 (發炎) 而過度分泌黏液；其二則為圍繞呼吸道之肌群緊縮 (支氣管緊縮)，而會顯現出咳嗽、呼吸急促 (shortness)、胸部緊縮與氣喘聲 (wheeze) 等徵兆。

流行病學調查顯示雖然全球氣喘發生率有減緩的趨勢，然而在某些地區孩童氣喘徵兆之盛行率還是相當的高 (Lucas & Platts-Mills, 2005)，以荷蘭、紐西蘭、威爾斯與南非等地區為例，孩童氣喘盛行率 (prevalence rate) 大約是 10~15%、16.8%、12%與 11.5% (Burr, Limb, Andrae, Barry, & Nagel, 1994; van Veldhoven 等, 2001)，而在台灣的台北也約有 19%的幼童 (6~7 歲) 與 14.2%的青少年 (13~14 歲) 有氣喘之困擾 (Kuo, Shau, Yang, & Kuo, 2003)。此種全球性顯著增加的氣喘盛行率會導致患者頻繁的醫院就診與急救，而氣喘孩童也較同齡孩童有較多的身心失調徵兆 (psychosomatic symptoms) 與社交問題 (Lai, 2001)。

運動時呼吸通氣量增加會造成呼吸道乾燥與冷化，而誘發支氣管緊縮而導致氣喘 (exercise-induced asthma, EIA) 的誘發 (Carlsen & Carlsen, 2002)，因此氣喘孩童通常會盡量避免身體活動與體能訓練 (Neder,

Nery, Silva, Cabral, & Fernandes, 1999; Santuz, Baraldi, Filippone & Zacchello, 1997; Welsh, Roberts, & Kemp, 2004)。適度身體活動之參與，對氣喘孩童具有許多正面的健康效益，包括增進心肺功能、促進徵狀改善與控制、增加自信與生活品質，以及降低氣喘發作次數與用藥情形 (Ahmaidi, Varray, Savy-Pacaux, & Prefaut, 1993; Colland, 1993; Counil 等, 2003; Ford, Heath, Mannino, & Redd, 2003; Neder 等, 1999; Satta, 2000,.; van Veldhoven 等, 2001; Varray, Mercier, Terral, & Prefaut, 1991; Weisgerber, Guill, Weisgerber & Butler, 2003)。本文蒐集整理游泳訓練相關研究文獻，並針對氣喘孩童之健康效益與生理機轉，來說明、解釋與分析其學理，並探討經研究驗證之運動計劃要素與原則，期望能提供氣喘相關醫療照護、運動指導與健康促進之學者專家參考。

## 游泳對氣喘孩童的健康效益

### 增進心肺血管功能

研究證實氣喘孩童可藉由游泳訓練 (至少 6 週以上) 來增進其心臟血管功能，而在規律訓練後顯現出顯著增加的最大攝氧量 (maximum oxygen consumption,  $\dot{V}O_{2max}$ ) 與最大心跳率、較高的運動能力 (work capacity)、與相同心跳率中較高的運動能力等效益。此外規律的游泳訓練也可顯著改善氣喘孩童的呼吸功能，而顯現出較低的相同負荷下每分鐘換氣量 (minute ventilation,  $\dot{V}E$ )、增加最大換氣量、與較少呼吸困難與呼吸急促的感覺 (Emtner, Finne, &

Stalenheim, 1998; Hallstrand, Bates, & Schoene, 2000; Varray 等, 1991)。

研究指出氣喘患者在運動訓練後可提升最大心跳率與最大氧脈 (maximal oxygen pulse) (Ahmaidi 等, 1993; Cochrane & Clark, 1990), 與最大心搏出血量 (maximal stroke volume), 而增加最大心輸出量 (Brooks, Fahey, & White, 1996; Haas 等, 1987), 這也驗證了心臟因素並不是限制氣喘孩童運動能力的主要因素, 亦即窒息 (breathlessness) 不適感與其他非心臟 (non-cardiac) 因素, 可能在還未達到最大心跳率上限時, 便使氣喘孩童無法繼續運動 (Ram, Robinson, & Black, 2000)。

而氣喘孩童規律運動訓練後在相同運動負荷中較低的心跳率, 也反映出相對較低的運動強度, 以及最佳的運動耐力。此外因為  $\dot{V}E$  是決定支氣管痙攣程度的重要因素, 因此在游泳訓練後相同運動負荷 (強度) 中較低的心跳與換氣量, 將可使氣喘孩童能以較低的換氣量, 來更有效率地完成肢體動作, 並減少在運動中因達到換氣閾值 (ventilatory threshold), 所導致之窒息不適感, 與避免引致氣喘的發作。

研究也驗證體能訓練可增進氣喘孩童固定負荷下的最大自我換氣量 (maximal voluntary ventilation, MVV), 而降低氣喘孩童的呼吸困難指數 (dyspnea index:  $\dot{V}E/MVV$ ) 與換氣當量 (ventilatory equivalent,  $\dot{V}E/\text{oxygen consumption}$ ) (Cochrane & Clark, 1990; Emtner 等, 1998; Hallstrand 等, 2000; Robinson 等, 1992; Varray 等, 1991), 而八週每週三次, 每次 90 分鐘之游泳訓練, 其中包括 15 分鐘的熱身運動與 15 分鐘的緩和運

動, 也可有效的改善氣喘孩童之身體質量指數、坐姿體前彎、仰臥起坐與三分鐘登階測驗之表現 (翁志航, 2003)。

#### 不易引起氣喘過敏反應

相較於其他種類的運動, 游泳運動的特徵就是其運動環境與身體姿勢的獨特, 以及較低的體重負擔與適合自我訓練。研究發現氣喘個體在進行游泳運動時較不會引致氣喘, 也不易發生支氣管限制等不良反應 (Emtner 等, 1998; Matsumoto 等, 1999), 相關研究推論其機轉應與泳池週邊潮濕空氣、前傾俯臥姿勢、規律的吸換氣限制與全身水中浸泡等因素有關 (Weisgerber 等, 2003), 因為相較於一般的立姿運動, 橫臥姿勢運動時可增加人體肺部血流量, 並提昇肺部功能, 而游泳時全身水中浸泡也可減少呼吸努力性, 引致全身週邊血管收縮作用 (vasoconstriction), 並刺激皮膚及活化交感神經, 來增加中樞血流量 (王正信、洪文平與王立敏, 2004; Bar-Or & Inbar, 1992; Weisgerber 等, 2003)。

致氣喘性 (asthmogenicity) 是指個體在運動後所引發氣喘的可能性。最近研究證實運動中呼吸道的體熱散失, 與呼吸氣管組織滲透壓 (osmolarity) 的增加, 會顯著增加氣喘患者於運動中或之後發生運動性氣喘 (EIA) 的困擾 (Carlsen & Carlsen, 2002), 因此游泳運動中泳池週遭潮濕的氣體, 將可維持氣喘孩童呼吸組織滲透壓穩定, 而有效降低氣喘孩童在游泳運動時的致氣喘性 (Bar-Or & Inbar, 1992; Bar-Or, Neuman, & Dotan, 1977)。此外研究也驗證人體在水平姿勢運動時, 可較直立姿勢運動有更多的中樞

血流量(Bar-Or & Inbar, 1992; Craig, Wahba, Don, Couture, & Becklake, 1971)，而適當的支氣管血流量也較不會引致呼吸道過於乾燥而引致氣喘的發作 (Donnelly, 1991)，雖然有研究指出當溼度、心跳率與環境溫度都相同時，全身前傾橫臥姿勢似乎並不會顯著的減輕氣喘孩童呼吸道活動過度 (hyperactivity) 之現象 (Inbar, Winstein, Daskalovic, Levi, & Nueman, 1993)，然而有關水平姿勢與浸水運動對氣喘患者之效益，仍需更多之研究來加以確認 (Bar-Or & Inbar, 1992)。

再者因游泳運動需規律的呼吸換氣，因此個體必須練習並學習在水中呼氣、水上吸氣與韻律呼吸等呼吸技巧，因此  $\dot{V}_E$  會顯著較跑步或是踏車運動少 (Cordain & Stager, 1988; Kohrt, Morgan, Bates, & Skinner, 1987; Reggiani 等, 1988)，並增加潮氣量 (tidal volume)，因此每次呼吸換氣時肺泡中二氧化碳的濃度會增加，而提升氧氣萃取 (extraction) 的效率 (Town & Vanness, 1990)，而顯示出較陸地運動更佳的氣體交換與換氣效率 (Daskalovic, Reddan, Hashimoto, & Lamphier, 1982)，此外增加的肺泡二氧化碳濃度，也可以進一步刺激支氣管擴張 (bronchodilation) 而增加支氣管的血流量 (Donnelly, 1991)。

#### 增進氣喘病徵的改善

醫療照護相關研究驗證規律的游泳訓練可減輕氣喘孩童臨床的病徵，如哮喘的天數、醫療看護程度、急診救護花費、藥物使用量、缺課天數與口服類固醇的使用量等，以及可增進氣喘患者心理社會指標，包括了

生活品質、持續游泳的樂趣與渴望、自覺因氣喘所導致的缺陷等 (Emtner, Heral, & Stalenheim, 1996; Huang, Veiga, Sila, Reed, & Hines, 1989; Matsumoto 等, 1999; Neder 等, 1999; Szentagothai, Gyene, Szocska, & Osvath, 1987)，此外游泳訓練後也會有顯著較少發炎傳遞中介物質 (inflammatory mediator) 的慢性釋放，而有效減少口服類固醇的使用量。

雖然規律運動訓練可增進氣喘孩童的 MVV (Hallstrand 等, 2000)，然而有些研究顯示氣喘孩童在規律游泳訓練後其安靜肺功能，如第 1 秒最大呼氣量 (forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)、尖峰呼氣流速 (peak expiratory flow rate, PEFR)、25%-75% 努力呼氣流量 (forced expiratory flow between 25%-75% of FEV, FEF<sub>25-75%</sub>) 並不會有顯著的進步與變化 (Emtner 等, 1998; Ram 等, 2000; van Veldhoven, Wijnroks, Bogaard, & Vermeer, 2000; Varray 等, 1991; Weisgerber 等, 2003)，然而也有研究顯示適當的游泳訓練，可顯著改善 FEV<sub>1</sub> 和 PEFR 的表現 (翁志航, 2003; 陳俊杰, 2004; Emtner 等, 1996)，因此游泳訓練對肺功能之影響仍需更多研究來加以驗證 (Silva, Torres, Rahal, Terra, & Vianna, 2006)。

氣喘孩童病徵的改善，應該是因為心臟血管適能改善所帶來的效益。先前研究顯示呼吸道反應性 (reactivity) 與休息期之肺功能 (resting lung function) 似乎並不會因為運動訓練而有所改變 (Cochrane & Clark, 1990; Emtner 等, 1998; Ram 等, 2000)，而因此運動訓練後減少運動氣喘發作之效益，主要是因為顯著降低的  $\dot{V}_E$ ，而減少氣喘發作



之誘發，而不是病理生理機轉及支氣管阻塞疾病過程之改善 (Emtner 等, 1998; Weisgerber 等, 2003)。

### 氣喘孩童的游泳訓練處方

如前所述，規律的游泳訓練可有效增進氣喘孩童的心肺功能與生活品質，減輕氣喘

嚴重程度、臨床徵狀、就醫次數與醫護照顧，然而為了確保最佳的健身效益與最低的氣喘誘發，氣喘個體特殊的運動訓練原則仍是必須要特別注意的，本文簡介數個具正面健康效益代表性的有效研究，並就個別研究中相關的訓練要素，如形式、頻率、強度與持續時間等整理如表一。

表一 氣喘孩童之游泳訓練計畫

研究者(年代)	受試對象	訓練方式與處方設定	實驗結果
Edenbrandt 等 (1990)	41 位 7 至 13 歲孩童	12 個月游泳訓練，每週 1 次，每次 10-15 分鐘高強度訓練。	肺功能與運動能力－
Varray 等(1991)	7 位 9 至 13 歲孩童	6 個月游泳訓練，每週 2 次，每次 30 分鐘，強度為個體換氣閾值水準。	有氧適能↑
Varray 等(1995)	9 位 9 至 12 歲孩童	3 個月游泳訓練，每週 2 次，每次 30 分鐘，強度為個體換氣閾值水準。	有氧適能↑
Matsumoto 等 (1999)	16 位 9 至 12 歲孩童	6 週游泳訓練，每週 6 次，每次 30 分鐘，強度為 125% 的乳酸閾值。	乳酸閾值有氧動力↑
Wardell 等(2000)	73 位孩童	連續兩年每周一次游泳課程。	醫院照護、醫師診治與缺曠課↓
洪文平 (2002)	30 位 7 至 12 歲孩童	6 週游泳訓練，每週 3 次，每次 50 分鐘，強度約 65% 的最大心跳。	尖峰呼氣流速與 FEV <sub>1</sub> ↑，氣喘嚴重度↓
Weisgerber 等 (2003)	5 位 7 至 12 歲孩童	6 週游泳訓練，每週 2 次，每次 45 分鐘。	氣喘嚴重度↓，FEF <sub>25-75%</sub> ↑
翁志航 (2003)	36 位 6 至 10 歲孩童	8 週游泳訓練，每週三次，每次 90 分鐘。	身體組成、柔軟度、心肺耐力與 FEV <sub>1</sub> ↑，嗜酸性白血球、免疫球蛋白 E 及嗜酸性白血球陽離子蛋白－
王正信等(2004)	30 位 7 至 12 歲孩童	6 週游泳訓練，每週三次，每次 50 分鐘。	尖峰呼氣流速 PEF 與 FEV <sub>1</sub> ↑，氣喘嚴重度↓

註：↑代表訓練後顯著增加或改善，↓代表訓練後顯著減少或降低，－代表訓練後無顯著改變或效果；PEFR：peak expiratory flow rate，尖峰呼氣流速；FEV<sub>1</sub>：forced expiratory volume in one second，第 1 秒最大呼氣量；FEF<sub>25-75%</sub>：forced expiratory flow between 25%-75% of FEV，25%-75%努力呼氣流量。

為了達到體能的改善與進步，生理器官長期的超載負荷(overload)刺激是運動訓練

中必要的條件，為了在游泳訓練計畫中同時兼顧健康效益與安全管理，訓練負荷大約需

超過個體最大運動能力之 60% 以上，才能造成顯著的增進與改善效果 (Emtner 等, 1998; Emtner 等, 1996; Hallstrand 等, 2000; Weisgerber 等, 2003)。此外，研究也顯示持續性(prolonged)的運動有助於強度的監控與維持穩定，而適當時間穩定強度的運動特別有益於運動耐力與心肺功能的改善，然而短時間數次的間歇 (intermittent) 運動也可有助於運動耐力的改善，而此類運動之優點則是在運動之間搭配適中的休息或是低強度活動，使氣喘個體可適時的調整呼吸與休息，特別是在進行陸地運動時 (van Veldhoven 等, 2000)，而間歇性的游泳訓練 (lap swimming)，可能亦有助於氣喘孩童健康的改善。

考量表一相關研究之訓練設定，每週僅進行 1 次的游泳訓練似乎無法提供足夠的刺激，以顯著增進氣喘患者的有氧適能 (Edenbrandt, Olseni, Svenonius, & Jonson, 1990; Welsh, Kemp, & Roberts, 2005)，因此游泳運動每次至少需 30 分鐘的訓練持續時間，且每週至少 2 次，為期至少 6 週以上的訓練量方可確保最佳的運動訓練健康效益與最少安全風險，而訓練強度則大約為 60% 最大心跳率以上，此外為了避免在運動中有呼吸困難感覺與氣喘誘發風險，訓練計畫超載之方式應先增加持續時間再增加訓練強度，此外運動前的 $\beta_2$  阻抗藥物的預先使用，使用室內溫水游泳池（水溫 33℃，室溫 24℃，而相對溼度約 60%），較長的熱身與收操期（約 15 分鐘以上）等都是較佳的處方設定要素 (Emtner 等, 1998; Emtner 等, 1996)，而部分學者也提出熱身時間若達

60 分鐘以上，更能有效的預防運動性氣喘 (Eggleson, 1986; McKenzie, McLuckie, & Stirling, 1994)。

至於間歇性的運動訓練，相關研究較少且似乎較適用於非水中之陸地運動，此類間歇運動訓練特徵為包含數次反覆的大肌群動態運動，而運動強度大約為 70% 以上的最大心跳率 (Emtner 等, 1998)，而若是以循環有氧運動訓練計畫，其週期則可考量實際運動與休息時間之比例，若實際運動未達 2 分鐘，運動-休息時間的比例則可安排為 1：2 或 1：3；若實際運動介於 2 至 4 分鐘，則運動-休息時間的比例則可安排為 1：1；若實際運動超過 4 分鐘，則運動-休息時間的比例則可安排為 1：0.5 (van Veldhoven 等, 2000)。

針對游泳運動的諸多效益，澳洲的氣喘基金會 (Asthma Foundation of New South Wales) 特別提出十項在進行游泳訓練計畫時所應注意的原則與要點：1. 使用環境單純的室內泳池；2. 每週訓練並持續整年；3. 考量適當的體能、專注與理解能力，孩童應大於四歲以上；4. 應有父母同意書與醫師診斷證明；5. 應有適當的照護人員，且若需用藥應在運動之前；6. 游泳前應先適當的練習水中呼吸運動；7. 游泳運動前與後皆需使用尖峰呼氣流量計 (peak flow meter)；8. 需設定個別化教導訓練內容，並配合孩童的學習能力；9. 除了浮板 (kickboard)，不要使用其他輔助的浮具；10. 在第一堂課要特別強調順暢的呼吸控制與正確的游泳動作 (Wardell & Isbister, 2000)，其他更多的相關完整資訊可至該協會網站

(<http://www.asthmansw.org.au>.) 查詢。

## 結語

氣喘是孩童時期最常見的慢性呼吸道疾病，也是引致慢性疾病的主因，研究顯示規律的運動訓練（特別是游泳）可帶來許多正面的健康效益，包括增進心肺適能、降低氣喘發作的頻率、減少氣喘徵兆與課間缺席、與增強氣喘孩童社會與心理的獨立。研究顯示身體活動的不足會對孩童的生長發育以及心理情緒發展造成負面的影響，因此本篇文章的目的即在提供完整的科學實驗結果與合理機轉，來說明規律游泳訓練對氣喘孩童之健康，而最主要的目的即是希望能藉由氣喘孩童之父母與教師之瞭解，來積極鼓勵氣喘孩童規律參與游泳運動，並而漸進改變其生活方式。

游泳是相當適合氣喘孩童進行的一種運動，因為此種運動具有低體重負擔、危急救生功效、強度易於監控與適合自我練習等特點，總整相關研究顯示：每次訓練 30 分鐘以上，每週至少 2 次，強度約 60% 至 80% 最大心跳率，且連續 6 週以上的游泳訓練，可確保氣喘孩童最佳的健康效益與最小的安全風險。此外在進行游泳訓練時也可進行氣喘相關知識的教學，然而專業研究中的游泳訓練課程大多是屬於個人化游泳訓練設定，因此對於低收入家庭可能會造成經濟上額外的負擔，而繁瑣的個人化訓練強度設定也不易廣泛應用於一般大眾，因此藉由相關公益團體與專業組織之支持與協助是

很重要的。

此外，游泳運動的技巧學習與訓練教導也不能太複雜，因為大多數氣喘孩童並無任何運動經驗，因此倘若訓練期太短且不規律，則正面游泳運動效果則可能會較不顯著。再者，適當的泳池場所、設備與救生醫護人員也需妥當的規劃與安排，而這些可能的缺點與限制都仍需相關專業組織與適當的運動計畫，來加以推廣與克服。此外考量台灣冬季寒冷大部分泳池關閉，與部分氣喘孩童自主性的不喜歡在水中運動，以及考量孩童之運動趣味特性，因此嘗試進行並開發驗證其他有益氣喘孩童的非水中多元運動介入模式，如最近開創性的研究即驗證了 12 週太極拳訓練可改善氣喘兒童休息狀態下的肺功能（陳俊杰, 2004），應該是增進氣喘孩童體能與運動參與，簡便易行且具實用意義與價值的有效方法。

## 引用文獻

- 王正信、洪文平、王立敏 (2004)：游泳運動對氣喘患者的影響。*胸腔醫學*，19(4)，243-249。
- 翁志航 (2003)：游泳訓練對氣喘兒童體適能、肺功能及呼吸道發炎介質之影響。未出版碩士論文，國立新竹教育大學體育學系所，新竹市。
- 洪文平 (2002)：游泳運動介入對氣喘兒童的影響。國立臺灣師範大學體育學系所碩士論文。
- 陳俊杰 (2004)：十二週太極拳訓練對氣喘兒童肺功能與心肺耐力的影響。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學體育學系所，台北市。
- Ahmaidi, S. B., Varray, A. L., Savy-Pacaux, A. M., & Prefaut, C. G. (1993). Cardiorespiratory fitness evaluation by the shuttle test in asthmatic subjects during aerobic training. *Chest*, 103(4), 1135-1141.
- Bar-Or, O., & Inbar, O. (1992). Swimming and



- asthma. Benefits and deleterious effects. *Sports Medicine*, 14(6), 397-405.
- Bar-Or, O., Neuman, I., & Dotan, R. (1977). Effects of dry and humid climates on exercise-induced asthma in children and preadolescents. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 60(3), 163-168.
- Brooks, G. A., Fahey, T. D., & White, T. P. (1996). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications*. Mountain View: Mayfield Publishing Co.
- Burr, M. L., Limb, E. S., Andrae, S., Barry, D. M., & Nagel, F. (1994). Childhood asthma in four countries: a comparative survey. *Internal Journal of Epidemiology*, 23(2), 341-347.
- Carlsen, K. H., & Carlsen, K. C. (2002). Exercise-induced asthma. *Paediatric Respiratory Review*, 3(2), 154-160.
- Cochrane, L. M., & Clark, C. J. (1990). Benefits and problems of a physical training programme for asthmatic patients. *Thorax*, 45(5), 345-351.
- Colland, V. T. (1993). Learning to cope with asthma: a behavioural self-management program for children. *Patient Education and Counseling*, 22(3), 141-152.
- Cordain, L., & Stager, J. (1988). Pulmonary structure and function in swimmers. *Sports Medicine*, 6(5), 271-278.
- Counil, F. P., Varray, A., Matecki, S., Beurey, A., Marchal, P., Voisin, M., & Prefaut, C. (2003). Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. *Journal of Pediatrics*, 142(2), 179-184.
- Craig, D. B., Wahba, W. M., Don, H. F., Couture, J. G., & Becklake, M. R. (1971). "Closing volume" and its relationship to gas exchange in seated and supine positions. *Journal of Applied Physiology*, 31(5), 717-721.
- Daskalovic, I. Y., Reddan, W. G., Hashimoto, A., & Lamphier, E. G. (1982). Respiratory response to prone and upright immersion exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 132.
- Donnelly, P. M. (1991). Exercise induced asthma: the protective role of CO<sub>2</sub> during swimming. *Lancet*, 337, 179-180.
- Edenbrandt, L., Olseni, L., Svenonius, E., & Jonson, B. (1990). Effect of physiotherapy in asthmatic children--a one-year follow-up after physical training once a week. *Acta Paediatric Scandinavian*, 79(10), 973-975.
- Eggleson, P. A. (1986). Pathophysiology of exercise-induced asthma. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 318-321.
- Emtner, M., Finne, M., & Stalenheim, G. (1998). High-intensity physical training in adults with asthma. A comparison between training on land and in water. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 30(4), 201-209.
- Emtner, M., Herala, M., & Stalenheim, G. (1996). High-intensity physical training in adults with asthma. A 10-week rehabilitation program. *Chest*, 109(2), 323-330.
- Ford, E. S., Heath, G. W., Mannino, D. M., & Redd, S. C. (2003). Leisure-time physical activity patterns among US adults with asthma. *Chest*, 124(2), 432-437.
- Haas, F., Pasierski, S., Levine, N., Bishop, M., Axen, K., Pineda, H., et al. (1987). Effect of aerobic training on forced expiratory airflow in exercising asthmatic humans. *Journal of Applied Physiology*, 63(3), 1230-1235.
- Hallstrand, T. S., Bates, P. W., & Schoene, R. B. (2000). Aerobic conditioning in mild asthma decreases the hyperpnea of exercise and improves exercise and ventilatory capacity. *Chest*, 118(5), 1460-1469.
- Huang, S. W., Veiga, R., Sila, U., Reed, E., & Hines, S. (1989). The effect of swimming in asthmatic children--participants in a swimming program in the city of Baltimore. *Journal of Asthma*, 26(2), 117-121.
- Inbar, O., Winstein, Y., Daskalovic, Y., Levi, R., & Nueman, I. (1993). The effect of prone immersion on bronchial responsiveness in children with asthma. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(10), 1098-1102.
- Kohrt, W. M., Morgan, D. W., Bates, B., & Skinner, J. S. (1987). Physiological responses of triathletes to maximal swimming, cycling, and running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(1), 51-55.
- Kuo, L. C., Shau, W. Y., Yang, P. C., & Kuo, S. H. (2003). Trends in asthma mortality in Taiwan, 1981-2000. *Journal of Formosa Medicine Association*, 102(8), 534-538.
- Lai, C. H., Tsai, Y. L., Chou, S. W., Lin, F. C., Chen, C. Y., Chen, S. M., Lee, W. C., Liao, Y. H., & Kuo, C. H. (2006). Characteristics of glycemic control in Taiwanese children with asthma.

- Pediatric Exercise Science*, 18, 262-272.
- Lai, H. R. (2001). Psychosomatic symptoms, social adjustment, school performance and physical activity in adolescents with asthma. *Journal of Health Education*, 16, 45-75.
- Lucas, S. R., & Platts-Mills, T. A. (2005). Physical activity and exercise in asthma: relevance to etiology and treatment. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 115(5), 928-934.
- Matsumoto, I., Araki, H., Tsuda, K., Odajima, H., Nishima, S., Higaki, Y., Tanaka, H., Tanaka, M., & Shindo, M. (1999). Effects of swimming training on aerobic capacity and exercise induced bronchoconstriction in children with bronchial asthma. *Thorax*, 54(3), 196-201.
- McKenzie, D. C., McLuckie, S. L., & Stirling, D. R. (1994). The protective effects of continuous and interval exercise in athletes with exercise-induced asthma. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 951-956.
- Neder, J. A., Nery, L. E., Silva, A. C., Cabral, A. L., & Fernandes, A. L. (1999). Short-term effects of aerobic training in the clinical management of moderate to severe asthma in children. *Thorax*, 54(3), 202-206.
- Ram, F. S., Robinson, S. M., & Black, P. N. (2000). Effects of physical training in asthma: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 34(3), 162-167.
- Reggiani, E., Marugo, L., Delpino, A., Piastra, G., Chiodini, G., & Odaglia, G. (1988). A comparison of various exercise challenge tests on airway reactivity in atopic swimmers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28(4), 394-401.
- Robinson, D. M., Egglestone, D. M., Hill, P. M., Rea, H. H., Richards, G. N., & Robinson, S. M. (1992). Effects of a physical conditioning programme on asthmatic patients. *New Zealand Medical Journal*, 105, 253-256.
- Santuz, P., Baraldi, E., Filippone, M., & Zacchello, F. (1997). Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls? *European Respiratory Journal*, 10(6), 1254-1260.
- Satta, A. (2000). Exercise training in asthma. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(4), 277-283.
- Silva, C. S., Torres, L. A., Rahal, A., Terra Filho, J., & Vianna, E. O. (2006). Comparison of morning and afternoon exercise training for asthmatic children. *Brazil Journal of Medical Biology Research*, 39(1), 71-78.
- Szentagothai, K., Gyene, I., Szocska, M., & Osvath, P. (1987). Physical exercise program for children with bronchial asthma. *Pediatric Pulmonology*, 3(3), 166-172.
- Town, G. P., & Vanness, J. M. (1990). Metabolic responses to controlled frequency breathing in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(1), 112-116.
- van Veldhoven, N. H., Vermeer, A., Bogaard, J. M., Hessels, M. G., Wijnroks, L., Colland, V. T., & van Essen-Zandvliet, E. E. (2001). Children with asthma and physical exercise: effects of an exercise programme. *Clinical Rehabilitation*, 15(4), 360-370.
- van Veldhoven, N. H., Wijnroks, L., Bogaard, J. M., & Vermeer, A. (2000). Effects of an exercise program (PEP) for children with asthma: results of a pilot study. *Pediatric Exercise Science*, 12, 244-257.
- Varray, A. L., Mercier, J. G., & Prefaut, C. G. (1995). Individualized training reduces excessive exercise hyperventilation in asthmatics. *Internal Journal of Rehabilitation Research*, 18(4), 297-312.
- Varray, A. L., Mercier, J. G., Terral, C. M., & Prefaut, C. G. (1991). Individualized aerobic and high intensity training for asthmatic children in an exercise readaptation program. Is training always helpful for better adaptation to exercise? *Chest*, 99(3), 579-586.
- Wardell, C. P., & Isbister, C. (2000). A swimming program for children with asthma. Does it improve their quality of life? *Medical Journal of Australia*, 173(11-12), 647-648.
- Weisgerber, M. C., Guill, M., Weisgerber, J. M., & Butler, H. (2003). Benefits of swimming in asthma: effect of a session of swimming lessons on symptoms and PFTs with review of the literature. *Journal of Asthma*, 40(5), 453-464.
- Welsh, L., Kemp, J. G., & Roberts, R. G. (2005). Effects of physical conditioning on children and adolescents with asthma. *Sports Medicine*, 35(2), 127-141.
- Welsh, L., Roberts, R. G., & Kemp, J. G. (2004). Fitness and physical activity in children with asthma. *Sports Medicine*, 34(13), 861-870.

## **The Health Benefits and Exercise Prescription of Swimming for Asthmatic Children**

**Chun-Hong Lin<sup>1</sup> City, C. Hsieh<sup>2</sup> Alex, J. Y. Lee<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup>Yuanpei University, Hsinchu <sup>2</sup>National Hsinchu University of Education, Hsinchu

### **ABSTRACT**

Asthma is one of the most common chronic diseases in childhood and also is an important issue in public health around the world. Many studies have proved the benefits of regular exercise on asthmatic children, included increased cardiovascular function, ameliorated and controlled symptom, increased self-confidence and the quality of life. This article reviewed published peer-review papers concerning the benefits and exercise prescription of swimming for asthmatic children. According to the previous studies, it was concluded that the health benefits of swimming for asthmatic children were, 1) improving the cardiovascular function, 2) less asthmogenic for asthmatic children, and 3) alleviating the symptoms in asthma. The swimming prescription for asthmatic children should include, 1) at least 30 minutes per session, twice per week, and lasting more than 6 weeks, 2) the training intensity above 60% of the individual's maximal capacity; 3) increase duration for the progressive overload and then the intensity, and 4) swim in the warm and wet, the relative humidity above 60%, indoor swimming pool.

**Key words: cardiovascular function, asthmogenic, training volume**