



12-31-2011

Oxygen Uptake Efficiency Slope Before and After Weight Reduction Program in Obese Adults

Chueh-Hung Wu

Shu-Ming Yeh

Ke-Vin Chang

Hung-Pin Lee

Ssu-Yuan Chen

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Wu, Chueh-Hung; Yeh, Shu-Ming; Chang, Ke-Vin; Lee, Hung-Pin; Chen, Ssu-Yuan; Lan, Ching; Tsai, Hung-Chih; Huang, Ya-Ling; and Lai, Jin-Shin (2011) "Oxygen Uptake Efficiency Slope Before and After Weight Reduction Program in Obese Adults," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 39: Iss. 4, Article 3.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2011.39\(4\)03](https://doi.org/10.6315/2011.39(4)03)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol39/iss4/3>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

Oxygen Uptake Efficiency Slope Before and After Weight Reduction Program in Obese Adults

Authors

Chueh-Hung Wu, Shu-Ming Yeh, Ke-Vin Chang, Hung-Pin Lee, Ssu-Yuan Chen, Ching Lan, Hung-Chih Tsai, Ya-Ling Huang, and Jin-Shin Lai

原著

肥胖者減重前後之攝氧效率斜率變化

吳爵宏^{1,2} 葉書銘^{1,3} 張凱閔¹ 李鴻斌^{1,2} 陳思遠^{1,4}
藍青^{1,4} 蔡鴻池^{1,5} 黃雅鈴^{1,6} 賴金鑫^{1,4}

國立臺灣大學醫學院附設醫院復健部¹ 國立臺灣大學醫學院附設醫院雲林分院復健部²
行政院衛生署嘉義醫院復健科³ 國立臺灣大學醫學院復健科⁴
行政院衛生署基隆醫院復健科⁵ 國泰綜合醫院復健科⁶

攝氧效率斜率(oxygen uptake efficiency slope)為近年來被廣泛應用之運動生理參數，攝氧效率斜率與最大攝氧量有高度相關，可在非最大強度運動下預測最大攝氧量，及評估心臟衰竭患者的預後。然而，目前仍無肥胖者減重前後攝氧效率斜率變化之研究。本研究目的是探討肥胖者減重前後在踏車最大運動測驗時攝氧效率斜率的變化。受測肥胖者有 58 位(男性 13 位，女性 45 位)，平均年齡為 43.5±15.0 歲，體重為 79.6±16.5 公斤，身體質量指數為 30.4±4.7 公斤/公尺²。受測者均接受為期 12 週之減重訓練，其中包含有氧運動訓練及飲食控制，在減重訓練前及訓練後皆以固定式腳踏車作一次最大運動測驗。測驗過程中持續監測心電圖及血氧飽和濃度、每兩分鐘自動做血壓測量、並逐次分析呼出氣體。減重後，體重減少大於 5% 者有 34 人，體重減少小於 5% 者有 24 人。結果發現攝氧效率斜率與體重呈正相關($r=0.60$, $p<0.0001$)，且體重減少大於 5% 受試者族群，其攝氧效率斜率亦隨之降低($p=0.01$)，表示攝氧效率降低。本研究結果顯示，肥胖者族群之攝氧效率斜率與體重呈正相關，且體重若有顯著下降者，其攝氧效率斜率也會明顯降低。因此，如根據攝氧效率斜率評估肥胖者之心肺適能，必須考慮體重變化帶來之影響。(台灣復健醫誌 2011; 39(4): 219 - 225)

關鍵詞：攝氧效率斜率(oxygen uptake efficiency slope)，肥胖(obesity)，心肺適能(cardiorespiratory fitness)

前 言

肥胖及心肺適能(cardiorespiratory fitness)是心血管疾病及全因死亡率之獨立預測因子，^[1,2]而最大攝氧量(peak oxygen uptake)則是測量心肺適能的最佳標準。但是肥胖者在進行運動測驗時，可能無法達到最大運動的標準。^[3]一些個人的因素，如動機不佳、疼痛、呼吸急促或疲累等，可能使肥胖者於最大運動測驗時提早終止，因而低估其最大攝氧量。過去的研究發現有一定比例的肥胖者在運動測驗時無法測得最大攝氧量，^[4-6]因此有一些在次最大運動強度(submaximal exercise)即可得到之生理參數在近年來受到重視，其中之一就是攝氧效

率斜率(oxygen uptake efficiency slope, OUES)。

攝氧效率斜率最早被 Baba 等人定義為「在漸增運動強度下攝氧量和換氣量(minute ventilation)間以對數關係表現之斜率」。^[7]它的值和運動強度無關，^[8,9]再現性佳，^[10]且和最大攝氧量^[8,9,11,12]及每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率(V_E/V_{CO_2} slope)^[13]有顯著之相關性。也有學者發現攝氧效率斜率在心臟衰竭病人可以預測預後。^[12,13]Baba 等人認為攝氧效率斜率之生理意義有三：(1)骨骼肌之血流分佈所造成之代謝性酸血症；(2)肺部血流灌流能力；(3)動脈血之二氧化碳分壓。^[14]肥胖可能會影響這些因子，^[15,16]因而影響攝氧效率斜率的值。Drinkard 等人發現在肥胖及非肥胖之青少年，攝氧效率斜率和最大攝氧量在不同的運動強度下均有

投稿日期：100 年 7 月 1 日 修改日期：100 年 9 月 14 日 接受日期：100 年 9 月 22 日

通訊作者：陳思遠醫師，國立臺灣大學醫學院附設醫院復健部，台北市 100 中正區中山南路 7 號

電話：(02) 23123456 轉 67753 E-mail：ssuyuan@ntu.edu.tw

顯著之相關。^[3]Arena 等人則發現在心臟衰竭之成年人，攝氧效率斜率和身體質量指數(body mass index)有顯著正相關(相關係數為 0.32, p 值<0.001)。^[17]攝氧效率斜率的值在肥胖青少年要比非肥胖青少年顯著地高。^[18]但對淨體重(lean body mass)做校正後，肥胖青少年要比非肥胖青少年顯著地低。^[18,19]這些研究顯示肥胖和攝氧效率斜率間有某種關聯，但到目前為止並無研究探討這樣的關聯是否在無心臟疾病的肥胖成年人也適用。

本研究之目的是探討肥胖的成年人其攝氧效率斜率和體重、最大攝氧量及其他參數的相關性，並比較攝氧效率斜率在減重計畫前後的變化。

材料與方法

個案收集

由 2008 年 4 月至 2010 年 9 月期間參加本院減肥班之學員中，收集年齡大於 18 歲且身體質量指數大於或等於 23.0 公斤/公尺²之個案，^[20]排除有明顯心血管疾病、肺部疾病、代謝疾病及骨骼肌肉系統疾病史的個案。所有參加者於參與減肥班前後均接受一次最大運動測驗，在測試過程中心電圖有異常變化之受試者則予以排除。本研究已通過本院研究倫理委員會審查。

最大運動心肺功能測驗

所有測驗在早餐兩小時後進行。受測者在測驗當日早上不可吸煙及飲用含咖啡因之飲料。測驗前先向受試者說明測驗過程。受試者坐著休息時五分鐘後，測量心跳和血壓，接著受試者接受最大踏車運動測驗，前三分鐘功率為 10 瓦，使受試者熟悉踏車測驗，之後每分鐘增加 10 瓦直到測驗無法繼續進行。所有受試者在減重計畫前後各接受一次運動測驗。

減重計畫

在計畫前四週，所有受試者均參加每週兩次的團體行為減重課程，每次課程均包含以下內容：營養、運動及心理之課程(兩小時)，基本的運動訓練(兩小時)，飲食準備(限制每日攝取 1200-1500 大卡熱量)並由營養師檢閱其內容(一小時)。接著是四週的運動訓練計畫，包含每週三次，每次一小時由體育老師指導的有氧運動，及每天三十分鐘在家自行運動。整個計畫為期 12 週。

生理參數之測量

在運動測驗過程中，每位受測者均配戴 12 導程心

電圖，以紀錄任何心肌缺血或心律不整。在休息時和運動中每隔兩分鐘，記錄血壓及自覺運動強度直到測驗結束。運動測驗是用電磁式腳踏車(Ergometrics ER800, Ergoline GmbH, Bitz, Germany)進行，並以氣體分析儀(MetaMax 3B, Cortex Biophysik GmbH, Germany)逐次分析呼出之氣體。所得資料每 30 秒平均一次，以做進一步分析。生理參數包括心跳、攝氧量、二氧化碳製造量、氧脈(oxygen pulse)、換氣量、呼吸交換率(respiratory exchange ratio)、氧換氣當量(ventilatory equivalent for O₂)、二氧化碳換氣當量(ventilatory equivalent for CO₂)、潮氣末氧分壓(end-tidal PO₂)及潮氣末二氧化碳分壓(end-tidal PCO₂)。

次最大運動生理參數

每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率可代表換氣效率，其方程式為：換氣量(以公升·分鐘⁻¹表示)=a × 二氧化碳產生量(以公升·分鐘⁻¹表示)+b 來表示 (V_E = a × V CO₂ + b)，其中斜率“a”即為每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率。

攝氧效率斜率可表示攝氧量和換氣量之關係，其方程式為：攝氧量=c × 換氣量取對數+d 來表示 (V O₂ = c × log V_E + d)。本研究取開始運動兩分鐘後直到運動結束的資料進行分析。斜率“c”定義為攝氧效率斜率，代表攝氧速率相對於換氣量之增加。因此，攝氧效率斜率亦可用來評估交換氧氣之效率，斜率愈大表示換氣效率愈好。由於攝氧量及換氣量為曲線關係，因此對換氣量做對數轉換後可將兩者關係化為直線，轉換後可使攝氧效率斜率與受試者可達到之運動強度無關。^[21]

統計分析

所有受試者依其減重之百分比分為兩組，分別是減重大於 5% 組及減重小於 5% 組。我們利用成對 t 檢定及卡方檢定比較組間之連續及類別變數。皮爾森相關係數則用來測試攝氧效率斜率和體重、身體質量指數、最大攝氧量、單位體重最大攝氧量及每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率之相關性。成對 t 檢定也用來比較兩組內減重計畫前後之各項變數。重複測量二因子變異數分析(2-factor (2×2) model of analysis of variance for repeated measures)則是用以比較減重大於 5% 組及減重小於 5% 組兩組之間變化量。p 值小於 0.05 則為統計學上顯著。所有連續變項以“平均值±標準差”表示。

結果

共 58 位受試者(13 位男性,45 位女性)完成減重計畫及運動測驗,其中有 24 位減重小於 5%,另外 34 位減重大於 5%。表 1 列出這兩組受試者在減重計畫前各項資料之比較,所有變項在兩組間並沒有顯著差異。

攝氧效率斜率和體重、身體質量指數、最大攝氧量、單位體重最大攝氧量及每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率之皮爾森相關係數分別為 0.60, 0.45, 0.85, 0.57 及 -0.60, 且 p 值均小於 0.001。(表 2)

在減重小於 5%組,單位體重最大攝氧量及最大

功率在減重計畫後均明顯增加(p 值分別為 0.001)。但攝氧效率斜率及每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率則沒有改變(p 值為 0.122 及 0.882)。在減重大於 5%組單位體重最大攝氧量及最大功率在減重計畫後均有增加且達統計學上之顯著(p 值均小於 0.001)。每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率減重後並無改變(p 值為 0.073),但攝氧效率斜率則由 2119 減少至 1970,且達統計學上之顯著(p 值為 0.011)。(表 3)

表 1. 兩組受試者在減重計畫前之基本資料

	減重小於 5%	減重大於 5%	p 值
人數	24	34	
女性所佔比例(%)	83.3	73.5	0.366
年齡(year)	39.5±14.1	46.3±15.2	0.088
身高(m)	1.61±0.07	1.62±0.07	0.618
體重(kg)	79.4±17.7	79.7±15.9	0.944
身體質量指數(kg/m ²)	30.6±5.3	30.3±4.3	0.828
休息時心跳率(min ⁻¹)	82±14	81±16	0.746
最大心跳率(min ⁻¹)	159±20	161±18	0.746
最大功率(watt)	109±37	114±30	0.559
最大換氣量(L/min)	57.38±17.42	59.36±11.47	0.629
最大攝氧量(mL/min)	1648±511	1740±432	0.462
單位體重最大攝氧量(mL/min/kg)	20.75±4.31	21.89±3.33	0.260
最大氧脈(ml/beat)	10.4±2.7	11.1±2.5	0.274
最大呼吸交換率	1.15±0.11	1.13±0.080	0.301
最大氧換氣當量	33.7±5.5	33.2±4.2	0.697
最大二氧化碳換氣當量	29.1±3.2	29.4±3.4	0.804
最大自覺運動強度	16±2	16±2	0.489
每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率	29.5±3.8	28.9±4.1	0.597
攝氧效率斜率	1908±624	2119±602	0.199

表 2. 與攝氧效率斜率相關之皮爾森相關係數

變項	r 值	p 值
體重	0.60	<0.001
身體質量指數	0.45	<0.001
最大攝氧量	0.85	<0.001
單位體重最大攝氧量	0.57	<0.001
每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率	-0.60	<0.001

表 3. 減重計畫前後之各項生理參數比較

	減重小於 5% (n=24)			減重大於 5% (n=34)			組間變化量之 p 值
	減重前	減重後	p 值	減重前	減重後	p 值	
體重(kg)	79.4±17.7	77.0±17.5	<0.001	79.7±15.9	72.1±14.7	<0.001	<0.001
最大功率(watt)	109±37	121±42	0.002	114±30	122±35	<0.001	0.318
單位體重最大攝氧量(mL/min/kg)	20.75±4.31	22.45±5.08	0.001	21.89±3.33	24.42±4.21	<0.001	0.189
攝氧效率斜率(OUES)	1908±624	2030±733	0.122	2119±602	1970±548	0.011	0.004
每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率	29.5±3.8	29.6±5.4	0.882	28.9±4.1	29.9±4.6	0.073	0.327

討 論

本研究發現攝氧效率斜率和體重、身體質量指數均有顯著正相關，和前人的研究相符。^[17,18]Arena等人^[17]針對心臟衰竭的族群，發現身體質量指數和攝氧效率斜率之相關係數為0.32(p值<0.001)，並總結這個族群中若身體質量指數較高的組別其預後較佳，作者群認為在身體質量指數較低的組別擁有較低的攝氧效率斜率，可能和其骨骼肌的異化作用(catabolism)增加及氧合效率減低有關。Marinov等人^[18]則發現在肥胖的青少年族群(6至17歲)，體重和身體質量指數以及攝氧效率斜率之相關係數分別為0.780和0.478(p值均<0.001)。在我們的研究中體重和身體質量指數以及攝氧效率斜率之相關係數分別為0.60和0.45(p值均<0.001)，和Arena等人^[17]及Marinov等人^[18]的結果接近，而本研究主要針對無心臟疾病的肥胖成年人亦有此相關性，但是否和長期的預後相關則需更大量的資料佐證。

本研究也顯示攝氧效率斜率和最大攝氧量及單位體重最大攝氧量有顯著正相關，和每分鐘換氣量/二氧化碳產量斜率則有顯著負相關，結果和從前的論文相符。^[8,9,11-13]雖然攝氧效率斜率和最大攝氧量的相關係數很高，但 Bland-Altman 分析卻發現攝氧效率斜率在個體間的變異性有很寬的 95% 信賴區間，^[13,22]這表示攝氧效率斜率仍無法用來預測最大攝氧量。從前的研究主要針對健康的青少年及有心臟衰竭或心臟疾病的成年人，本研究則發現在於沒有心臟疾病的肥胖成年人，攝氧效率斜率和最大攝氧量及單位體重最大攝氧量也有類似的相關性。但是否能夠預測其最大攝氧量則須進一步研究去探討。

若以單位體重最大攝氧量及最大功率為標準，所有的受試者不論減重多寡，心肺適能均顯著進步。在減重小於5%組，攝氧效率斜率在減重計畫後並無顯著

變化，而在減重大於5%組，攝氧效率斜率在減重後有顯著之減少。此結果顯示，雖然攝氧效率斜率和最大攝氧量及單位體重最大攝氧量有顯著正相關，但如果受試者之體重明顯改變，心肺適能的變化不一定會表現在攝氧效率斜率之值的變化上。Drinkard等人^[3]研究攝氧效率斜率在過重青少年身上是否可用來檢驗其心肺適能，結果發現攝氧效率斜率在個體間的變異太大，臨床上不適合用來預測最大攝氧量。在他們的研究中所有受試者之體重分佈很廣(110.3±25.8公斤)，^[3]暗示著個人的體重會影響攝氧效率斜率之值。我們的結果則顯示，在同一個人身上，如果體重有明顯的下降，即使其心肺適能有明顯的進步，其攝氧效率斜率可能也會下降。因此，若要用攝氧效率斜率來評估心肺適能，體重的變化必須考慮。

肥胖是一個重要的健康問題，^[23]而評估心肺適能的傳統參數可能並不適合用在肥胖者，因為肥胖者可能不易達到最大運動強度。^[4-6]最近一篇回顧性文章總結攝氧效率斜率是一個獨立且可再現的測量心肺適能工具，且不需要達到最大運動強度。^[21]雖然攝氧效率斜率和傳統用來評估心肺適能之最大運動生理參數無法互換，但在無法進行最大運動強度運動的受試者，攝氧效率斜率可能是一種有用的次最大運動強度生理參數，^[21]例如在過重的族群。到目前為止仍無文獻探討關於肥胖者攝氧效率斜率的值對運動訓練之反應。本研究顯示，在肥胖族群若要利用攝氧效率斜率的值的變化來探討其心肺適能之變化，必須注意受試者是否有明顯的體重變化。

減重後攝氧效率斜率降低所代表的生理意義目前仍不清楚，由於較大的攝氧效率斜率值代表較大量的工作中肌肉質量，以及這些肌肉獲得足夠的血流供應並能有效率地利用氧氣以使乳酸酸血狀態延後，^[7]肺部結構之完整性及其灌流量是否足夠亦會影響攝氧效率斜率。本研究中的肥胖者可能在減重後這些因素之改

變而造成攝氧效率斜率值之變化。但由於本研究並未測量淨體重，體重對於攝氧效率斜率之影響是否來自非脂肪質量(fat-free mass)無法從本研究結果推斷。從前之研究發現在正常成年人，身體表面積(body surface area)和淨體重對攝氧效率斜率有重要的影響。^[8]至於在肥胖者身上是否有相同的結果，需要更大量的樣本數，並針對淨體重資料做分析才能得知。

本研究仍有幾項可能的限制。第一，本研究的個案數較少，且來自參與減重計畫的肥胖者所組成，結果不一定能推廣至所有的族群，但本研究建議在用攝氧效率斜率來評估肥胖者之心肺適能時，需考慮其體重帶來的影響。第二，我們並未對於攝氧效率斜率和體重進行迴歸分析，5%的體重減輕作為切點是根據過去經驗所訂定，必須進行更大型的研究，才能了解體重的改變是否明顯影響攝氧效率斜率。第三，本研究並未評估攝氧效率斜率的再現性，但過去已有研究認為攝氧效率斜率的再現性佳。^[8,10]

結 論

在肥胖成年人，攝氧效率斜率和體重及最大攝氧量均呈正相關。若減重大於5%體重，即使心肺適能有進步，其攝氧效率斜率仍會顯著減少。若攝氧效率斜率要被用來評估肥胖成年人的心肺適能，體重的影響必須考慮進去。

誌 謝

茲感謝臺大醫院減肥班團隊(包括臺大醫院健康教育中心、營養部、精神部、復健部、家庭醫學部、以及臺灣大學體育室等)，協助進行減肥班參加者之招生與課程，本研究方得以完成。

參考文獻

1. Ekblom-Bak E, Hellenius ML, Ekblom O, et al. Fitness and abdominal obesity are independently associated with cardiovascular risk. *J Intern Med* 2009;266:547-57.
2. Logue J, Murray HM, Welsh P, et al. Obesity is associated with fatal coronary heart disease independently of traditional risk factors and deprivation. *Heart* 2011;97:564-8.
3. Drinkard B, Roberts MD, Ranzenhofer LM, et al. Oxygen-uptake efficiency slope as a determinant of fitness in overweight adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1811-6.
4. Donnelly JE, Jakicic J, Roscoe M, et al. Criteria to verify attainment of maximal exercise tolerance test with obese females. *Diabetes Res Clin Pract* 1990;10(Suppl 1):S283-6.
5. Misquita NA, Davis DC, Dobrovolsky CL, et al. Applicability of maximal oxygen consumption criteria in obese, postmenopausal women. *J Womens Health Gen Based Med* 2001;10:879-85.
6. Norman AC, Drinkard B, McDuffie JR, et al. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics* 2005;115:e690-6.
7. Baba R, Nagashima M, Goto M, et al. Oxygen uptake efficiency slope: a new index of cardiorespiratory functional reserve derived from the relation between oxygen uptake and minute ventilation during incremental exercise. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1567-72.
8. Hollenberg M, Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: an index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:194-201.
9. Van Laethem C, Bartunek J, Goethals M, et al. Oxygen uptake efficiency slope, a new submaximal parameter in evaluating exercise capacity in chronic heart failure patients. *Am Heart J* 2005;149:175-80.
10. Baba R, Kubo N, Morotome Y, et al. Reproducibility of the oxygen uptake efficiency slope in normal healthy subjects. *J Sports Med Phys Fitness* 1999;39:202-6.
11. Baba R, Tsuyuki K, Kimura Y, et al. Oxygen uptake efficiency slope as a useful measure of cardiorespiratory functional reserve in adult cardiac patients. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999;80:397-401.
12. Davies LC, Wensel R, Georgiadou P, et al. Enhanced prognostic value from cardiopulmonary exercise testing in chronic heart failure by non-linear analysis: oxygen uptake efficiency slope. *Eur Heart J* 2006;27:684-90.
13. Arena R, Myers J, Hsu L, et al. The minute ventilation/carbon dioxide production slope is prognostically superior to the oxygen uptake efficiency slope. *J Card Fail* 2007;13:462-9.
14. Baba R. The oxygen uptake efficiency slope and its value in the assessment of cardiorespiratory functional reserve. *Congest Heart Fail* 2000;6:256-8.
15. Zwillich CW, Sutton FD, Pierson DJ, et al. Decreased

- hypoxic ventilatory drive in the obesity-hypoventilation syndrome. *Am J Med* 1975;59:343-8.
16. Sakamoto S, Ishikawa K, Senda S, et al. The effect of obesity on ventilatory response and anaerobic threshold during exercise. *J Med Syst* 1993;17:227-31.
 17. Arena R, Myers J, Abella J, et al. The influence of body mass index on the oxygen uptake efficiency slope in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2008; 125:270-2.
 18. Marinov B, Kostianev S. Exercise performance and oxygen uptake efficiency slope in obese children performing standardized exercise. *Acta Physiol Pharmacol Bulg* 2003; 27:59-64.
 19. Marinov B, Mandadzhieva S, Kostianev S. Oxygen-uptake efficiency slope in healthy 7- to 18-year-old children. *Pediatr Exerc Sci* 2007;19:159-70.
 20. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004;363:157-63.
 21. Akkerman M, van Brussel M, Hulzebos E, et al. The oxygen uptake efficiency slope: what do we know? *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2010;30:357-73.
 22. Van Laethem C, Van de Veire N, De Sutter J, et al. Prospective evaluation of the oxygen uptake efficiency slope as a submaximal predictor of peak oxygen uptake in aged patients with ischemic heart disease. *Am Heart J* 2006;152:297. e9-15.
 23. Lopez-Jimenez F, Cortes-Bergoderi M. Update: systemic diseases and the cardiovascular system (i): obesity and the heart. *Rev Esp Cardiol* 2011;64:140-9.

Oxygen Uptake Efficiency Slope Before and After Weight Reduction Program in Obese Adults

Chueh-Hung Wu,^{1,2} Shu-Ming Yeh,^{1,3} Ke-Vin Chang,¹ Hung-Pin Lee,^{1,2} Ssu-Yuan Chen,^{1,4}
Ching Lan,^{1,4} Hung-Chih Tsai,^{1,5} Ya-Ling Huang,^{1,6} Jin-Shin Lai^{1,4}

¹Department of Physical Medicine and Rehabilitation, National Taiwan University Hospital, Taipei;
²Department of Physical Medicine and Rehabilitation, National Taiwan University Hospital Yun-Lin Branch, Douliou; ³Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chiayi Hospital, Department of Health, Executive Yuan, Chiayi; ⁴Department of Physical Medicine and Rehabilitation, College of Medicine, National Taiwan University, Taipei; ⁵Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Keelung Hospital, Department of Health, Executive Yuan, Keelung;
⁶Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Cathay General Hospital, Taipei.

Background and Purpose: Oxygen uptake efficiency slope (OUES) is an index for evaluating cardiorespiratory fitness without performing maximal exercise and correlates well with the individual's peak oxygen uptake ($\dot{V}O_{2peak}$). The purpose of this study was to determine the clinical usefulness of OUES for determining the cardiorespiratory fitness of obese adults without cardiovascular diseases by investigating (1) the correlation between OUES and weight (2) the change in the OUES after a weight-reduction program.

Methods: Fifty-eight obese subjects (13 men and 45 women) were enrolled in a 12-week weight-reduction program, including diet, exercise and psychological programs. They underwent maximal cycle ergometer exercise testing, with breath-by-breath gas analysis performed before and after the program. Pearson correlation coefficients were calculated to determine the correlation between OUES and other physiological variables, including weight, body mass index, $\dot{V}O_{2peak}$, $\dot{V}O_{2peak}/weight$ and minute ventilation/carbon dioxide production slope. Paired t tests were used for comparing these variables before and after the weight-reduction program.

Results: The OUES values were positively correlated with the weights ($r = 0.60$, $p < 0.001$) of the individuals. By the end of the weight-reduction program, the weights of 34 subjects had reduced by $>5\%$ and of another 24 subjects by $<5\%$. Both groups showed a statistically significant increase in the $\dot{V}O_{2peak}/weight$ value at the end of the program. By the end of the program, the OUES had not changed for individuals whose weight had reduced by $<5\%$ ($p = 0.12$) but showed a statistically significant decrease ($p = 0.011$) from 2119 to 1970 for those whose weight had reduced by $>5\%$.

Conclusions: While using the OUES for assessing cardiorespiratory fitness, the influence of weight on the OUES value should also be considered. (Tw J Phys Med Rehabil 2011; 39(4): 219 - 225)

Key Words: oxygen uptake efficiency slope, obesity, cardiorespiratory fitness