

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

► 高齡者身體組成評量法適用性探討

Applicability of Body Composition Techniques in the Elderly

doi:10.6127/JEPF.2011.13.03

運動生理暨體能學報, (13), 2011

Journal of Exercise Physiology and Fitness, (13), 2011

作者/Author：黃重禎(Chung-Chen Huang);許美智(Mei-Chich Hsu);錢桂玉(Kuei-Yu Chien)

頁數/Page：23-31

出版日期/Publication Date：2011/12

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.2011.13.03>



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



airiti

高齡者身體組成評量法適用性探討

黃重禎 許美智 錢桂玉*

國立體育大學運動科學研究所

摘要

高齡者身上因老化過程所伴隨之肌肉量減少、體脂肪分布改變，此改變與罹患慢性疾病的風險與身體功能衰退息息相關。測量身體組成的改變可運用於篩選、檢查高齡者健康狀態和監控高齡患者病程的改變，同時選擇適切之身體組成評量方法為高齡者健康促進策略重要要素之一。回顧過去文獻可得知近年來採用雙能量 X 光吸收法測量高齡者身體組成居多，然而但因價位較高而無法普及，而高齡者因老化關係，使得體內液體含量不穩定，進一步造成運用生物電阻抗法檢測身體組成產生了許多限制。故，運用皮下脂肪厚度預測體脂肪量公式，以及超音波身體組成測量工具等，是最適合高齡者身體組成測量方法，也是值得發展研究的方向。

關鍵詞：身體組成、老化、脂肪量、骨骼肌

連絡作者：錢桂玉

聯絡電話：+886-3-3283201

投稿日期：2011 年 3 月

通訊地址：桃園縣龜山鄉文化一路 250 號

E-mail：chienkueiyu@gmail.com

接受日期：2011 年 6 月

壹、前言

人體老化的過程包括身體組成的改變、生理機能的衰退、活動能力逐漸下降以及增加慢性疾病等，此與高齡者的身體功能與健康狀態有密切的相關。測量身體組成是營養評估重要的監測指標，不但可反映出身體活動度以及飲食狀況是否可以維持身體機能的平衡，而且適用於疾病篩選、檢查和監控罹患疾病的高齡者知病情，所以建立有效度的，適合高齡者身體組成評量方法很重要，可提供高齡者健康狀況的重要參考訊息。

表一呈現高齡者身體組成的改變情形，包括脂肪累積於腹部、去脂質量(fat-free mass, FFM)損失、肌肉量減少以及肌肉品質的下降，這些改變可能導致代謝異常，進而增加高齡者發病率以及生理機能衰退(Chodzko-Zajko, et al., 2009)。年齡增加的過程中，身體組成的改變會對健康有許多影響，特別是身體脂肪含量與分布的改變，可能增加心血管疾病、胰島素阻抗及癌症的危險(Huang, et al., 2005; Raguso, et al., 2006)。

此外，骨骼肌的質量和強度降低也是高齡者在身體組成上常見的改變，也是常導致高齡者跌倒骨折的危險因子之一(Arai, et al., 2008; Castillo, et al., 2003)。Janssen, Heymsfield, Wang and Ross(2000)的研究結果指出，45歲前骨骼肌含量相對穩定，之後無論男女骨骼肌含量皆逐漸降低，而下肢肌肉的減少量大於上肢，70歲後骨骼肌含量則快速減少。當個體與同性別年輕人之FFM平均值相較，等於或低於2個標準差可視為肌肉減少症(sarcopenia)。肌肉減少症為隨著老化所導致之肌肉質量與肌力流失的現象，肌肉量不足除了會導致老人失能或衰弱(Almi et al., 2008)之外，亦會增加跌倒的風險(Castillo et al., 2003)，而肌肉減少症和肥胖(obesity)常共存於高齡者身上，肌肉量的減少會導致活動量減少和能量消耗的降低，使得體脂肪有增加的情況產生(Zamboni, Mazzali, Fantin, Rossi, & DiFrancesco, 2008)進而造成跌倒與慢性疾病的罹患率增加。

表一 身體組成隨著年齡增加的改變情形

改變因子	改變情形	功能性意義
身高 (height)	在 40 歲到 50 歲間身高會下降，60 歲以後，大約每 10 年會下降 1 厘米(女性較為明顯)。椎間盤壓縮，駝背會變得更明顯。	脊柱的改變使得日常工作變得艱難。
體重 (weight)	在 30-50 歲間重量不斷增加，然後會有一段穩定期直到 70 歲的後體重開始下降，然而使用 BMI 評估會掩蓋脂肪增加、肌肉損失這樣的改變。	老年人的體重劇烈變化可能暗示著疾病的發生。
去脂質量 (fat-free mass)	30-70 歲間，每 10 年會有 2%-3%全身蛋白和鉀的損失。肌肉損失可能反映了組織的代謝活性的降低。	FFM 是調節生理的重要物質。
肌肉量與大小 (muscle mass and size)	40 歲以後肌肉量下降，主要是四肢肌肉纖維數量減少和大小的改變 (Type II > I)，70 歲以後加速流失(腿部肌肉失去最快)。	肌肉大小的改變會降低活動的速度和爆發力。

(續)

(續上頁)

改變因子	改變情形	功能性意義
肌肉品質 (muscle quality, MQ)	身體脂肪和膠原含量的增加。I 型肌球蛋白重鏈 (myosin heavy chain, MHC) 含量增加, II 型肌球蛋白重鏈減少, 使得肌力下降。每公斤肌肉氧化能力下降。	肌肉品質的降低可能使得胰島素阻抗增加和肌肉無力的發生。
肥胖區域 (regional adiposity)	在 30-50 歲間身體脂肪會增加, 尤其是男性特別會積累在內臟 (腹腔內)。年齡過 70 歲後, 身體脂肪會逐漸減少。	腹部脂肪的累積與心血管疾病和代謝症候群相關。
骨質密度 (bone density)	20 歲後到達骨密度峰值中期到骨密度開始下降 (每年約減少 0.5%), 40 歲後流失更快。停經婦女骨密度損失較為嚴重 (每年約減少 2%-3%)。	骨質疏鬆會提升骨折的危險。
代謝的改變 (metabolic changes)	安靜代謝率 (resting metabolic rate, RMR)、肌肉蛋白合成率 (粒線體和肌球蛋白重鏈) 和脂肪氧化都隨著年齡增加而下降。	代謝的改變會影響運動時的基礎利用率。

資料來源: Chodzko-Zajko, et al., 2009

貳、高齡者身體組成之評量方法

目前, 大部分身體組成的測量方法, 大都以成年人為研究樣本而建立或驗證的。一般來說, 這些方法並不適合直接運用於高齡者身體組成測量。例如, 依據皮下脂肪厚度測量法估算高齡者之身體密度, 從而推算身體的脂肪量時, 是假設人體瘦體組織的含水比例恆定於.73, 但在老年期, 瘦體組織、皮下脂肪與內臟脂肪比例的改變, 可能使得成人的公式不適用於高齡者。

表二顯示, 近年來高齡者相關研究在身體組成檢測評量方法的運用中, 與高齡者骨骼肌相關的研究, 大多使用 DEXA 作為檢測工具 (Atlantis, Martin, Haren, Taylor, & Wittert, 2009; Cawthon, et al., 2009; Koster, et al., 2010; Park, et al., 2009)。而 DEXA 也常被作為預測

身體組成方程式之效標 (Kanellakis, Kourlaba, Moschonis, Vando-rou, & Manios, 2010; Rush, Freitas, & Plank, 2009)。BIA 因其方便性也成為被廣泛運用的身體組成檢測方法之一 (Jacobsen, Samson, Emmelot-Vonk, & Verhaar, 2010), 但高齡者因脂肪分布不均、身體總含水量 (total body water, TBW) 減少, 其檢測與成人相比較是不適當的。皮下脂肪厚度測量工具簡易方便攜帶, 測量時間短, 目前仍常用於大樣本的身體組成調查中 (Coqueiro Rda, Barbosa, & Borgatto, 2009), 而 Durnin-Womersley 所發展的公式為高齡者目前最常使用來估算身體密度的公式 (Eston, Fu, & Fung, 1995)。

表二 近年來高齡者身體組成測量之相關研究整理

對象	檢測方法	研究結果	參考文獻
2,449 位 70-79 歲高齡者	DEXA	可完成 400 公尺步行之高齡者瘦體組織狀況較佳	Koster, et al. (2010)
1,195 位 35-81 歲男性	DEXA	代謝症候群與骨骼肌的關係 肌肉量與肌耐力低會增加代謝症候群的風險	Atlantis, et al. (2009)
2,675 位 70-79 歲高齡者	DEXA CT	第 2 型糖尿病中高齡者骨骼肌有損失情況 男性肌肉量顯著下降大於女性 第 2 型糖尿病女性大腿肌肉量比沒有糖尿病的女性顯著下降約 2 倍	Park, et al. (2009)
3,011 位 70-80 歲高齡者	DEXA CT	肌力與肌肉密度不佳，會使高齡者住院的風險提高	Cawthon, et al. (2009)
125 位 高齡者 (> 65 歲)	DEXA BIA	身體脂肪量對住院老人的發病率和死亡率有顯著相關。	Bouillanne, et al. (2009)
131 位 50-76 歲希臘停經女性	DEXA BIA SKF circumference	導出適用於希臘高齡者婦女的 BIA 公式 $FFM = 38.475 + 0.207 \times Wt - 0.092 \times RZ / Ht^2 + 0.291 \times Xc / Ht^2$ ($R^2 = 0.800, p < 0.001$)	Kanellakis, et al. (2010)
198 位 70-80 歲的女性	BIA	服用 Raloxifene 會顯著增加 FFM 與 TBW	Jacobsen, et al. (2010)
1,905 位 高齡 (> 60 歲)	Triceps SKF circumference	於 70 歲的年齡是個切點，可觀察到體位明顯的差異	Coqueiro Rda, et al. (2009)

BIA：生物電阻抗法、circumference：體圍、CT：電腦斷層攝影、DEXA：雙能量 x 光吸收法、SKF：皮下脂肪厚度、Triceps SKF：三頭肌皮下脂肪厚度

參、身體組成評量方法及其優缺點

一、水中密度測定 (hydro densitometry)

水中密度測定是一種廣泛被認可可使用於實驗室的方法，可以較準確且有效的評估出體脂肪和 FFM 的含量，因此常被用以做為測定身體組成的黃金標準。其根據阿基米德原理，由受試者在陸上和水下稱得的體重差，套入公式即可以計算出受試者身體密度 (density, Dd): $Dd = \text{陸上體重} / [(\text{陸上體重} - \text{水中體重}) / \text{水密度} - \text{體內殘氣量}]$ (Behnke, Feen, & Welham, 1995)，由此推估出身體密度，然後將之帶入公式算出身體脂肪百分比。而其中 Forbes (1987) 公式適用於中高齡者：fat

$$\% = (5.750 / Dd - 5.389) \times 100 \%$$

二、空氣置換體積測定法 (air displacement plethysmography, ADP)

空氣置換體積測定法是先測試空的測試艙內空氣體積後，再讓受試者進入密閉的測試艙中，由於艙內空氣體積是固定的，因此空艙的空氣體積減去有受試者時的空氣體積就可得知人體體積，再利用體密度公式計算身體密度： $Dd = \text{體重} / \text{人體體積}$ ，然後比照水中密度測定法使用 Forbes 公式計算身體組成 (Forbes, 1987)。但先決條件是測試艙內的空氣溫度必須保持恆定 (Dempster & Aitkens,

1995)。

三、體中子活化分析法 (in vivo neutron activation analysis)

在中子光束照射下，體內碳、氮、鈣、磷、鈉和氯等元素會釋放出不同量 γ 粒子，藉由計算 γ 射線的強度，就可以計算體內上述元素的含量。其元素是人體的根基，可由元素與組織間的相關性來計算組織含量，例如氮與蛋白質、鈣與骨骼之間。活體中子活化分析法是目前唯一的活體測定體內元素含量的方法。

四、影像學 (imaging methods)

電腦斷層攝影 (computerized tomography, CT) 和核磁共振造影 (magnetic resonance imaging, MRI) 利用影像掃描評估身體組成，特別可用以評估骨骼肌含量，而且是唯一能用來直接評估內臟脂肪的工具。

五、雙能量 X 光吸收法 (dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)

這方法技術是採人體三室模式 (three compartments model)，包括骨礦物質、脂肪和軟組織 (包括了肌肉、韌帶、軟骨、肌腱、關節囊、滑液囊等部分)。其原理是依光子束在人體減弱的程度來決定於人體內的組織成份，其中骨礦物質對光子的吸收度最大，軟組織次之而脂肪對光子的吸收度最小。其放射性低、準確性高，所以目前被視為高齡者檢測身體組成的黃金標準。

六、超音波測量法 (ultrasound)

Booth 等人在 1966 年時提出 B-mode (Brightness-mode) 超音波測量皮下組織 (Booth, Goddard, & Paton, 1966)，然而超音

波也可以用來測量皮下脂肪組織、肌肉與腹腔內脂肪厚度 (Abe, Tanaka, Kawakami, Yoshikawa, & Fukunaga, 1996)。超音波的測量原理是超音波波束以 B-mode 型式穿過皮膚後，在經過不同身體組織分界面時會有一部分被反射回去形成回音，不同的波束持續反射回探頭，再經由訊號轉換器轉換成電訊號，訊號放大顯示於螢幕上，即可知道不同組織之厚度。

七、生物電阻抗法 (bioimpedance analysis, BIA)

生物電阻抗法應用歐姆定律，利用人體內不同的成分具有不同的電阻抗特性 (脂肪的含水量低，電阻抗大，導電性能差；FFM 含水量高，電阻抗小，導電性能好)，來推斷脂肪和 FFM 的比例，推算身體組成。

此方法是目前較方便、準確的測量人體組成的方法，但也存在著一些缺點，如體液含量多寡對人體電阻抗值有很大的影響，因此腹瀉、運動、用藥、飲食、經期等造成 TBW 改變的因子都會影響到測量的結果。為了使檢測結果準確，受試者需要在測試前兩天禁止服用利尿劑等類似的藥物，並在檢測的前兩個小時禁止進行劇烈運動。

八、皮下脂肪厚度測量 (skinfold caliper measurement)

過去研究指出，人體內脂肪估計有 2/3 是皮下脂肪，理論上可以用皮下脂肪導入公式來推估全身脂肪比率 (Durnin & Womersley, 1974)。可測量的部位有肱三頭肌、肱二頭肌、肩胛下、腸骨上、腹部、大腿及小腿，目前較常用的部位為肱三頭肌、腹部和肩胛下。

此方法測量經濟簡易、工具攜帶方便，

能進行大樣本的調查測量，但年齡、性別、種族等因素都會影響身體密度及脂肪的分布，因此不同人群應該選擇不同的計算公式，如國際上常用的公式對台灣來說不一定適合。另外，此方法的測量需要相當的技巧，否則

會降低公式推算的準確度。

上述各類身體組成檢測方法的優缺點整理於表三中。目前身體組成的測量方法非常多樣化，每種方法各具特色，可依研究狀況和實驗需求來選擇適合的評量方法。

表三 身體組成檢測方法之優缺點

檢測方法	優點	缺點
水中密度測定	準確性高	裝置龐大，操作複雜 不適用於不黠水性者、兒童、高齡者與殘傷者
空氣置換體積測定法	比起水中密度測定較適合兒童、高齡者與殘傷者	裝置昂貴
體中子活化分析法	唯一活體測定元素含量的方法	裝置昂貴
電腦斷層攝影	可測量局部組成量 可評估肌肉品質	裝置昂貴 測定費時 具有較強的放射性
核磁共振造影	準確性高 可測量局部組成量 可評估肌肉品質	裝置昂貴 測定費時 不適合裝置心臟調節器或是有金屬植入體內之患者
雙能量 x 光吸收法	準確性高 可用來校準型態學等準確性較差的方法 放射性較低	裝置昂貴 所需裝置空間較大
超音波測量	容易使用 不會造成組織擠壓和損傷	易受人為技術操作而照成誤差，重複性較差
生物電阻抗法	測試簡單、快捷	預測公式具人群特異性
皮下脂肪厚度測量	簡便、廉價 方便使用	易受人為技術操作而造成結果偏差

資料來源：Pahor, Manini & Cesari, 2009; Woodrow, 2009

肆、結語

瞭解高齡者身體組成變化非常重要，可以及早掌握罹患慢性疾病的風險，進而改善高齡者的生活品質。經由各種身體組成測量方法的比較，發現皮下脂肪厚度預測體脂肪

量公式，以及超音波身體組成測量工具等，是最適合評估高齡者身體組成的測量方法，也是未來值得發展的研究方向。

引用文獻

內政部統計處(2010):99 年國人零歲平均餘命估測結果。
內政部統計處。100 年 1 月 12 日,資料引自:
<http://sowf.moi.gov.tw/stat/Life/T05-lt-quary.html>。

- Abe, T., Tanaka, F., Kawakami, Y., Yoshikawa, K., & Fukunaga, T. (1996). Total and segmental subcutaneous adipose tissue volume measured by ultrasound. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(7), 908-912.
- Arai, Y., Takayama, M., Gondo, Y., Inagaki, H., Yamamura, K., Nakazawa, S., et al. (2008). Adipose endocrine function, insulin-like growth factor-1 axis, and exceptional survival beyond 100 years of age. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(11), 1209-1218.
- Atlantis, E., Martin, S. A., Haren, M. T., Taylor, A. W., & Wittert, G. A. (2009). Inverse associations between muscle mass, strength, and the metabolic syndrome. *Metabolism*, 58(7), 1013-1022.
- Behnke, A. R., Jr., Feen, B. G., & Welham, W. C. (1995). The specific gravity of healthy men. Body weight divided by volume as an index of obesity. 1942. *Obesity Research*, 3(3), 295-300.
- Booth, R. A., Goddard, B. A., & Paton, A. (1966). Measurement of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, Harpenden calipers and electrical conductivity. *The British Journal of Nutrition*, 20(4), 719-725.
- Bouillanne, O., Dupont-Belmont, C., Hay, P., Hamon-Vilcot, B., Cynober, L., & Aussel, C. (2009). Fat mass protects hospitalized elderly persons against morbidity and mortality. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(3), 505-510.
- Castillo, E. M., Goodman-Gruen, D., Kritz-Silverstein, D., Morton, D. J., Wingard, D. L., & Barrett-Connor, E. (2003). Sarcopenia in elderly men and women: the Rancho Bernardo study. *American Journal of Preventive Medicine*, 25(3), 226-231.
- Cawthon, P. M., Fox, K. M., Gandra, S. R., Delmonico, M. J., Chiou, C. F., Anthony, M. S., et al. (2009). Do muscle mass, muscle density, strength, and physical function similarly influence risk of hospitalization in older adults? *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(8), 1411-1419.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., et al. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), 1510-1530.
- Coqueiro Rda, S., Barbosa, A. R., & Borgatto, A. F. (2009). Anthropometric measurements in the elderly of Havana, Cuba: age and sex differences. *Nutrition*, 25(1), 33-39.
- Dempster, P., & Aitkens, S. (1995). A new air displacement method for the determination of human body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(12), 1692-1697.
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *The British Journal of Nutrition*, 32(1), 77-97.
- Eston, R. G., Fu, F., & Fung, L. (1995). Validity of conventional anthropometric techniques for predicting body composition in healthy Chinese adults. *British Journal of Sports Medicine*, 29(1), 52-56.
- Forbes, G. B. (1987). *Human Body Composition: Growth, Aging, Nutrition and Activity*. New York : Springer-Verlag.
- Huang, K. C., Lee, M. S., Lee, S. D., Chang, Y. H., Lin, Y. C., Tu, S. H., et al. (2005). Obesity in the elderly and its relationship with cardiovascular risk factors in Taiwan. *Obesity Research*, 13(1), 170-178.
- Jacobsen, D. E., Samson, M. M., Emmelot-Vonk, M. H., & Verhaar, H. J. (2010). Raloxifene and body composition and muscle strength in postmenopausal women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *European Journal of Endocrinology*, 162(2), 371-376.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 81-88.
- Kanellakis, S., Kourlaba, G., Moschonis, G., Vondrou, A., & Manios, Y. (2010). Development and validation of two equations estimating body composition for overweight and obese postmenopausal women. *Maturitas*, 65(1), 64-68.
- Koster, A., Visser, M., Simonsick, E. M., Yu, B., Allison, D. B., Newman, A. B., et al. (2010). Association between fitness and changes in body composition and muscle strength. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(2), 219-226.

- Pahor, M., Manini, T., & Cesari, M. (2009). Sarcopenia: Clinical evaluation, biological markers and other evaluation tools. *The Journal of Nutrition, Health and Aging, 13*(8), 724-728.
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Lee, J. S., Kuller, L. H., Boudreau, R., de Rekeneire, N., et al. (2009). Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care, 32*(11), 1993-1997.
- Raguso, C. A., Kyle, U., Kossovsky, M. P., Roynette, C., Paoloni-Giacobino, A., Hans, D., et al. (2006). A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: role of physical exercise. *Clinical Nutrition, 25*(4), 573-580.
- Rush, E. C., Freitas, I., & Plank, L. D. (2009). Body size, body composition and fat distribution: comparative analysis of European, Maori, Pacific Island and Asian Indian adults. *The British Journal of Nutrition, 102*(4), 632-641.
- Woodrow, G. (2009). Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic care, 12*(1), 8-14.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 18*(5), 388-395.

Applicability of Body Composition Techniques in the Elderly

Huang, Chung-Chen Hsu, Mei-Chich Chien, Kuei-Yu*

Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sport University

Abstract

Muscle mass loss and body fat distribution changes are common in the elderly. Those changes are closely related to the cardiovascular disease risk and physical function. Body composition assessments can be used in screening, inspection and monitoring when applied to the management of chronic illnesses. Therefore, selecting suitable tools will be important to body composition assessments in health promotion strategies. Dual-energy X-ray absorptiometry has been widely used for body composition assessments in the elderly. Bioimpedance analysis was a useful tool in clinical practice. However, body-water content and hydration are more unstable occurring in the aged. That is a limitation for body composition application in the elderly. We suggest that it is important to develop the skinfold thickness and ultrasound equation for elderly body composition in the future.

Key words: body composition, aging, fat, muscle mass

Corresponding author: Chien, Kuei-Yu

Tel: +886-3-3283201

Submitted for publication: 2011.3

Address: No.250, Wenhua 1st Rd., Guishan Township,
Taoyuan County 333, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: chienkueiyu@gmail.com

Accepted for publication: 2011.6