

## 我國女性高齡者之功能性體適能年齡公式之建構

蘇曉凡<sup>1</sup>、蔡櫻蘭<sup>1</sup>、許志文<sup>2\*</sup>

### 摘要

**目的：**本研究旨在建構功能性體適能年齡公式。**方法：**採用教育部體育署「103年樂活體能檢測專案」的15,712位女性資料，採隨機抽樣70% (10,998位) 進行主成分分析以建構功能性體適能年齡公式，30% (4,714位) 進行覆核效度考驗。**結果：**功能性體適能年齡公式為  $(-6.20 \times \text{體適能得分}) + (0.58 \times \text{實際年齡}) + 30.56$ ，實際年齡和功能性體適能年齡之相關係數為  $r = .66$ 。覆核效度考驗發現實際年齡和功能性體適能年齡差的平均值為  $0.10 \pm 8.09$  歲，兩年齡間的相關為  $r = .68$ 。**結論：**故推測本研究得到之公式可作為評估健康度的指標，提供健康指導員或臨床醫師等，在判別相同年齡但不同個體之功能性體適能狀況使用。

**關鍵詞：**長者、主成分分析、覆核效度考驗、生物學年齡

## Constructing the Age Formula of Functional Fitness for Female Elderly in Taiwan

Hsiao-Fan Su<sup>1</sup>, Ying-Lan Tsai<sup>1</sup>, Chih-Wen Hsu<sup>2\*</sup>

### Abstract

**Purpose:** The purpose of this study was to estimate the functional fitness age formula of older female in Taiwan using principal component analysis. **Methods:** There were totally 15,712 female fitness data from senior fitness test database of sport administration, ministry of education. The data were divided into two groups for modeling ( $n = 10,998$ ) and for cross-validation of them ( $n = 4,714$ ). **Results:** Functional fitness age equation is  $(-6.20 \times \text{fitness score}) + (0.58 \times \text{calendar age}) + 30.46$ . The correlation coefficient between calendar age and functional fitness age is .66. Cross-validation data yields similar result applying the same formula. The correlation coefficient between calendar age and physical age is .68. **Conclusion:** The functional fitness age offers researchers, personal trainer or physician an alternative method to access the health of a person beside the same age.

**Keywords:** elder, principal component analysis, cross-validation test, functional fitness age

---

Submitted for publication: September 27, 2017; Accepted for publication: January 29, 2018

1 國立體育大學運動保健學系；Department of Athletic Training and Health, National Taiwan Sport University

2 國立體育大學師資培育中心；Center for Teacher Education, National Taiwan Sport University

\* Corresponding author: 許志文 E-mail: cwhsu@ntsue.edu.tw

## 壹、問題背景

台灣於2016年11月止，65歲以上之高齡者人口數約三百萬人，占總人口數比例13.13%（內政部統計處，2016），表示台灣即將進入高齡社會。根據我國衛生福利部委託調查之「減緩及預防高齡者身心失能策略」中，以進食、洗澡、穿脫衣服、上廁所、上下床及室內走動等6項日常生活活動，任何一項有困難調之失能（朱僑麗，2014）而言，其中失智症占19.4%，而其他80.6%則是慢性疾病及跌倒所造成的身體功能下降所致，由此可知，影響高齡者日常生活活動還是以身體功能居多，故提升高齡者的身體功能，使其維持日常生活能力以避免失能是迫不及待的。

Rikli and Jones（2013）認為高齡者的體適能必須反應與身體活動能力與安全性有關的生理參數，故設計一套包含上下肢肌力、上下肢柔軟度、敏捷、有氧耐力和動態平衡等的高齡者功能性體適能檢測項目。Milanović et al.（2013）指出70-79歲高齡者的上下肢肌力、柔軟度、敏捷和有氧耐力比60-69歲高齡者差，而陳凱華等人（2003）則指出肌肉適能、柔軟度、有氧耐力、平衡和反應時間等隨著年齡的增加而下降，而且針對75歲老人的研究結果，也指出年齡愈大其功能性體適能就愈差（Demura et al., 2003），這說明了隨著年齡增加，功能性體適能會下降，進而使得高齡者執行日常生活的能力逐漸下降，故高齡者是需要維持一定的功能性體適能。

老化是指人在各項生理功能達到高峰，之後隨著年齡增加，而逐漸的衰退，它是一個複雜的過程，其中包含遺傳、生活型態因素、慢性病等之許多變數，以及變數間的相互影響，這些都有著不同程度的影響著老化的狀況（Mazzeo et al., 1998），故即使是相同的出生年齡，有可能生理狀況是不同的。在維持高齡者的自主生活能力上而言，應該考量高齡者每天生活中身體功能的執行狀況，也就是以實質生理功能狀況為基

礎的生物學年齡。由於人體需要多種的體適能要素，每一要素代表著身體不同的功能狀況，雖說這些要素可以藉由測量工具以數字來量化（Franklin, Whaley, Howley, Balady, & American College of Sports Medicine, 2000），但是逐一項目是無法概括式的呈現整體的功能性體適能，因此需利用雷同於生物學年齡的概念來呈現整體的功能性體適能狀況。

Kim and Tanaka（1999）指出體適能年齡也是實際年齡的一種指標，體適能年齡是代表著個體許多功能互相影響的結果，而不是單一過程的結果，它可以代表身體的老化程度。現今的生物學年齡包含有身體年齡、功能性年齡、活力年齡、身體適能年齡等，其檢測指標各有不同，而最常使用的分析方法為逐步迴歸公式（Sato, Demura, Murase, & Kobayashi, 2005）或主成分分析（Nakagaichi, Lee, & Tanaka, 2001; Nakamura, Moritani, & Kanetake, 1996），同時也指出這些指標可作為老化或健康度的指標，也對於個體的差異性較實際年齡更明確，亦能有效的評估個體間不同功能性能力（Nakagaichi et al., 2001），是值得信賴的一種評估老化的概念。而Lee and Tanaka（1997）則指出利用各種生理變數的主成分分析法來估計生物學年齡，比多元迴歸分析法適當。因為以實際年齡為依變數的多元迴歸是在預測實際年齡而非生物學體適能年齡，再者，若是複相關接近 $r = 1.0$ 時，所代表是實際年齡而非生物學年齡。另一方面，實務上在進行迴歸分析時，有可能發現其自變數彼此高度相關，導致估計的迴歸參數標準差太大。

「103年樂活體能檢測專案」是教育部體育署於民國103年，委託全國46家樂活檢測站進行檢測，各縣市的檢測站數和受檢測人數，按照各縣市65歲以上高齡者人數比例進行分配。各檢測站到所屬縣市的老人公寓、社區關懷據點、老人活動中心、各種老人團體活動及節慶日之老人活動等進行檢測，屬於全國性的大規模檢測，故可知這些資料可以代表全國高齡者功能性體適能的狀況。

綜合上述可知，功能性體適能對於高齡者的日常生活品質及健康影響很大，而生物學年齡又是一個可信的老化指標，因此在維持或提升高齡者的自主生活能力時，適度的掌握功能性體適能狀況的生物學年齡是有必要的，如此則可以呈現出個體的身體老化程度，以及和出生年齡的差異。故本研究以「103年樂活體能檢測專案」的檢測資料，進行主成分分析，將功能性體適能項目轉換成功能性體適能年齡公式，作為生物學年齡指標，以瞭解個人功能性體適能狀況和實際年齡之間的差異。

## 貳、研究方法

### 一、受試者

「103年樂活檢測專案」是教育部體育署於民國103年，所進行的全國性高齡者檢測，檢測項目為身高、體重、腰圍、臀圍、30秒手臂屈舉、30秒椅子坐立、抓背測試、椅子坐姿體前屈、開眼單足立、八英呎站走、二分鐘抬膝等11項。當年由體育學會主辦此專案，並委託全國46家樂活檢測站進行檢測，年齡為65歲以上長者至少500位以上，各縣市之檢測站數和受檢測人數是依據各縣市高齡者人數比例進行分配。各檢測站結束檢測後將資料傳送至主辦單立之體育學會，再由體育學會交給教育部體育署之「運動健康資訊雲加值研究中心」保管，總共為25,260筆男女性資料。本研究向「運動健康資訊雲加值研究中心」申請使用，總共為16,012筆女性受測者資料。本研究進行剔除具有多項遺漏值及測量值明顯不合理之個案（例如：身體質量指數為90），最後以15,712筆進行資料分析。

### 二、檢測流程

所有受檢者在接受樂活體能檢測前，首先需進行PAR-Q健康篩選問卷表、檢測安靜心跳和血壓等，在PAR-Q健康篩選問卷表內無任何一項答是，同時心跳在100次／分以下，血壓在140/90 mmHg以下者才可以進行樂

活體能檢測。檢測流程首先是身高、體重、腰圍、臀圍等檢測，之後進行伸展操，接著為30秒手臂屈舉、30秒椅子坐立、抓背測試、椅子坐姿體前屈、開眼單足立、八英呎站走、二分鐘抬膝等7項目，檢測方法及信、效度均按照Rikli and Jones（2001）所示。此7項目的檢測順序並未統一，檢測站會依當下的場地進行規畫順序。

## 三、檢測方法

### （一）身高體重

受檢者首先將身上的物品拿出來放一旁，接著赤腳站在身高體重計上，雙腳併攏、背部打直，眼睛直視前方，使頭部、背部、臀部及腳跟緊貼檢測儀器，同時縮下巴，檢測結果分別取至小數點第一位。

### （二）腰圍

受檢者雙腳打開與肩同寬站立，檢測員以皮尺平衡圍繞於肚臍上兩根指處，檢測受檢者吐氣後緊接著吸氣時之圍度，檢測2次，取其平均值，取至小數點第一位，單位為公分。

### （三）臀圍

受檢者雙腳合併站立，檢測員以皮尺平衡圍繞於臀部最高處，檢測2次，取其平均值，取至小數點第一位，單位為公分。

### （四）30秒手臂屈舉

受檢者坐在椅子上，背部挺直、女性手握5磅，進行手臂屈曲和伸直動作，當聽到「開始」口令時，受檢者開始重複完成「屈曲」、「伸直」動作，檢測持續30秒。檢測1次，單位為次。效度為0.79，信度為0.89。

### （五）30秒椅子坐立測驗

受檢者坐在43公分高椅子的前1/2處，背部挺直、雙手在胸前交叉、雙腳全腳掌著地平貼於地面，當聽到「開始」口令時，受檢者開始重複完成「起立」、「坐下」動作，檢測持續30秒。檢測1次，單位為次。效度為0.81，信度為0.92。

### （六）抓背測試

首先受檢者一手過肩向下方伸展，另一手在腰後向後背上部伸展，檢測員檢測雙手中指遠端間的距離。練習1次，檢測較好一側，檢測2次，取最佳值，單位為公分。信度為0.92。

### （七）椅子坐姿體前屈

受檢者坐在43公分高的椅子前1/2處，單腳向前伸腳跟著地同時腳尖勾起、另一腳踏在地板上，雙手中指重合互疊向前伸展觸碰到向前伸腳的腳趾，檢測員檢測受檢者之雙手中指遠端與腳趾間的距離。練習1次，檢測2次，取最佳值，單位為公分。效度為0.89，信度為0.96。

### （八）開眼單足立

受檢者首先雙手叉腰，以慣用腳全腳掌穩固立於地面，非慣用腳膝蓋向前屈膝抬離地面並貼於支撐腳腳踝內側，檢測者測量單腳站立的時間。當非慣用腳觸地、慣用腳移動、叉腰手離開腰部中任意一種情況發生時即刻停止檢測。檢測2次，取最佳值，單位為秒。

### （九）八英尺站走

受檢者坐於43公分高椅子的中間、腰背挺直、雙腳全腳掌著地平貼於地面。當聽到「開始」口令時，受檢者站起並向前行走8英尺（2.44公尺）繞過角錐回到椅子上坐好。檢測2次，取最佳值，單位為秒。效度為0.81，信度為0.90。

### （十）二分鐘抬膝

首先以受檢者的髕骨與髂骨脊中間的

1/2高度為抬膝高度，採用原地站立抬膝的方式，受檢者需將膝蓋抬至設定的抬膝高度才算，記錄兩分鐘內單一隻腳抬膝次數。測量1次，單位為次。效度為0.74，信度為0.89。

## 四、統計分析

所有資料以SPSS 12.0套裝軟體進行統計。各項檢測參數以描述性統計做分析；所有資料共有15,712筆，按年齡分層隨機抽樣取出10,998筆利用主成分分析法以建構功能性體適能年齡之公式，並且用4,714筆資料進行覆核效度考驗，以皮爾森相關係數（Pearson correlation）分析功能性體適能年齡與實際年齡的相關性。結果以平均值和標準差表示，本研究的顯著水準為 $\alpha = .05$ 。

## 參、結果

### 一、功能性體適能檢測值

本研究用來建構功能性體適能年齡公式之10,998筆資料，其平均年齡為 $72.8 \pm 6.2$ 歲，身高為 $152.7 \pm 5.9$ 公分，體重為 $57.8 \pm 8.8$ 公斤，身體質量指數為 $24.8 \pm 3.7$ 公斤/公尺<sup>2</sup>，腰臀圍比 $0.88 \pm 0.07$ 。各年齡層的基本生理值（詳如表一）和功能性體適能檢測值（詳如表二、表三）。

### 二、功能性體適能年齡公式

利用主成分分析方法，將功能性體適能項目萃取出線性組和變項，其主要目的在於篩選重要的獨立自變項（成分）。第一主成分於所有變數中占有最大比例（特徵值為

表一 女性各年齡層之基本生理值

年齡層	年齡（歲）	身高（公分）	體重（公斤）	身體質量指數	腰臀圍比
65-69歲	$66.7 \pm 1.4$	$154.2 \pm 5.6$	$58.8 \pm 8.8$	$24.7 \pm 3.5$	$0.87 \pm 0.07$
70-74歲	$71.9 \pm 1.4$	$152.9 \pm 5.6$	$58.3 \pm 8.8$	$24.9 \pm 3.5$	$0.88 \pm 0.07$
75-79歲	$76.8 \pm 1.4$	$151.6 \pm 5.7$	$57.3 \pm 8.9$	$24.9 \pm 3.6$	$0.89 \pm 0.07$
80-84歲	$81.7 \pm 1.4$	$150.7 \pm 5.9$	$55.9 \pm 8.7$	$24.6 \pm 3.6$	$0.90 \pm 0.07$
85歲以上	$87.5 \pm 3.4$	$149.4 \pm 6.3$	$53.5 \pm 8.9$	$24.0 \pm 3.4$	$0.91 \pm 0.07$
總和	$72.8 \pm 6.2$	$152.7 \pm 5.9$	$57.8 \pm 8.9$	$24.8 \pm 3.5$	$0.88 \pm 0.07$



表二 女性各年齡層之功能性體適能檢測值

年齡層	30秒手臂屈舉（次）	30秒椅子坐立（次）	抓背測試（公分）	坐姿體前屈（公分）
65-69歲	18.3 ± 6.2	16.1 ± 5.2	-5.0 ± 10.6	5.3 ± 10.4
70-74歲	17.7 ± 6.2	15.1 ± 5.1	-7.2 ± 11.7	4.2 ± 10.7
75-79歲	16.6 ± 6.0	13.6 ± 4.9	-9.3 ± 12.7	3.0 ± 10.4
80-84歲	15.2 ± 5.9	11.9 ± 4.6	-12.0 ± 13.6	0.8 ± 10.5
85歲以上	13.8 ± 6.1	10.4 ± 5.2	-13.8 ± 14.0	-1.3 ± 11.2
總和	17.2 ± 6.2	14.6 ± 5.3	-7.6 ± 12.1	3.7 ± 10.7

表三 女性各年齡層之功能性體適能檢測值

年齡層	開眼單足立（秒）	八英呎站走（秒）	二分鐘抬膝（次）
65-69歲	16.7 ± 11.7	7.4 ± 6.7	92.6 ± 31.4
70-74歲	12.6 ± 10.9	8.1 ± 4.3	86.4 ± 32.9
75-79歲	8.6 ± 8.8	9.5 ± 12.8	79.0 ± 34.9
80-84歲	6.2 ± 7.4	10.6 ± 4.6	71.3 ± 37.6
85歲以上	4.7 ± 7.2	12.3 ± 5.6	61.5 ± 35.8
總和	12.2 ± 11.1	8.6 ± 7.7	84.4 ± 34.5

2.367），其餘主成分的特徵值皆未達1以上，而第一主成分於功能性體適能所有變異數中占有44.62%。主成分分析結果如表四所示。每個項目的因素負荷量皆大於0.4，高於0.6的項目有下肢肌力與心肺耐力。

表四 主成分分析結果

項目	因素負荷量	主成分分數係數
靜態平衡（開眼單足立）	.59	.38
下肢肌力（30秒椅子坐立）	.76	.49
上肢肌力（30秒手臂屈舉）	.59	.38
心肺耐力（二分鐘抬膝）	.64	.41
下肢柔軟度（坐姿體前屈）	.52	.34
上肢柔軟度（抓背測試）	.52	.34
動態平衡（八英呎站走）	-.41	-.27
特徵值	2.367	
解釋的變異量（%）	33.8	

註：主成分分數係數 = 因素負荷量 ÷ 特徵值開根號。

在抽取出主成分後，將該功能性體適能項目轉換成主成分分數，藉由分數得到的體適能得分之公式：

體適能得分：0.379〔（開眼單足立－開

眼單足立平均數）÷ 開眼單足立標準差〕+ 0.493〔（30秒椅子坐立－30秒椅子坐立平均數）÷ 30秒椅子坐立標準差〕+ 0.384〔（30秒手臂屈舉－30秒手臂屈舉平均數）÷ 30秒手臂屈舉標準差〕+ 0.415〔（二分鐘抬膝－二分鐘抬膝平均數）÷ 二分鐘抬膝標準差〕+ 0.335〔（椅子坐姿體前屈－椅子坐姿體前屈平均數）÷ 椅子坐姿體前屈標準差〕+ 0.338〔（抓背測試－抓背測試平均數）÷ 抓背測試標準差〕－ 0.263〔（八英呎站走－八英呎站走平均數）÷ 八英呎站走標準差〕

體適能得分：（0.034 × 開眼單足立（秒））+（0.092 × 30秒椅子坐立（次））+（0.062 × 30秒手臂屈舉（次））+（0.012 × 二分鐘抬膝（次））+（0.031 × 椅子坐姿體前屈（公分））+（0.028 × 抓背測試（公分））－（0.034 × 八英呎站走（秒））－ 3.457

為了將體適能得分換算為實際年齡的年齡，因此藉由實際年齡之平均值（72.77）和標準差（6.20）求得校正前功能性體適能年齡之公式：

校正前功能性體適能年齡： $(-6.20 \times \text{體適能得分}) + 72.77$

再者，本研究之校正前功能性體適能年齡和實際年齡的相關為 $r = .42$ 。

但是Dubina, Mints, and Zhuk (1984) 提出體適能年齡和實際年齡於迴歸上的軸線必須被調節，因此建議體適能年齡的調節必須根據計算Z值的方法修正，而調節Z值方程式為 $Z = (y_i - Y) \times (1 - b)$ ， $y_i$ 是個人的實際年齡、 $Y$ 是實際年齡的平均數、 $b$ 是校正前功能性體適能年齡與實際年齡間迴歸之相關係數。本研究算得Z值方程式為 $Z = (0.58 \times \text{實際年齡}) - 42.28$ 。因此，最後修正後之功能性體適能年齡之公式：

功能性體適能年齡： $(-6.20 \times \text{體適能得分}) + (0.58 \times \text{實際年齡}) - 42.28 + 72.77$

功能性體適能年齡： $(-6.20 \times \text{體適能得分}) + (0.58 \times \text{實際年齡}) + 30.56$

同時，本研究的功能性體適能年齡和實際年齡的相關為 $r = .66$ 。

### 三、覆核效度考驗

本研究利用覆核效度 ( $n = 4,714$ ) 的樣本來考驗此公式，發現功能性體適能年齡和實際年齡差的平均值為 $0.10 \pm 8.09$ 歲，而兩年年齡間的相關為 $r = .68$ ，所以推測本研究所得到的公式是可行的。覆核效度考驗結果如表五、表六所呈現。

## 肆、討論

研究指出老年人健康體適能的表現與其生活品質息息相關，而功能性體適能更是影響及決定日常生活功能表現的重要因素（林佩欣，2006），也是死亡率的重要預測因子之一（Devons, 2002），因此瞭解高齡者的

表五 覆核效度考驗一覽表

項目	組別	
	實驗組 ( $n = 10,998$ )	覆核效度組 ( $n = 4,714$ )
實際年齡	$72.77 \pm 6.20$	$72.78 \pm 6.25$
功能性體適能年齡	$72.69 \pm 11.47$	$72.64 \pm 10.86$
實際年齡 - 功能性體適能年齡	$0.04 \pm 8.74$	$0.10 \pm 8.09$
相關係數 ( $r$ )	.66*	.68*

註：\* $p < .05$ 。

表六 效度考驗表

組別	相關係數 ( $r$ )	Shrinkage	
		$r$ change	%
實驗組 ( $n = 10,998$ )	.66	.02	96.9
覆核效度組 ( $n = 4,714$ )	.68		

註：Shrinkage：實驗組和覆核效度組的相關係數差。

功能性體適能是很重要的。然而因為老化所形成的個別差異很大，無法只用實際年齡來評估健康度，也就是說實際年齡無法區分實際年齡但不同生理和功能的不同個體（Lee et al., 1996）。在維持高齡者的自主生活能力上而言，應該考量高齡者每天生活中身體功能的執行狀況，也就是以實質生理功能狀況為基礎的生物學年齡，而此概念也被證實作為老化或健康度的指標，其對個體的差異性較實際年齡更明確（Kim & Tanaka, 1995; Lee et al., 1996），亦能有效的評估個體間不同功能能力（Nakagaichi et al., 2001）。本研究主要目的是將我國女性高齡者的功能性體適能項目轉換成功能性體適能年齡公式，作為生物學年齡指標，以瞭解個人功能性體適能狀況和實際年齡之間的差異。

日本於1970年時高齡者人口已達7%為高齡化社會，1998年為16.42%為高齡社會，2001年已為21.8%為超高齡社會，故在生物學年齡相關的研究，以日本學者居多。在觀察老化程度或健康狀況的年齡公式之相關研究中，通常使用的名稱有生理學年齡（吉川和利，1985）、功能性年齡（Bell, 1972）、活力年齡（田中喜代次、松浦義行、中塘

二三生、中村榮太郎，1990）、日常生活動作年齡（Kim & Tanaka, 1999）等，這些研究的概念大約可區分為，體力年齡分為健康體適能和技能體力，而功能性年齡是測定在職場上或日常生活上執行任務能力的年齡，因此研究學者按其目標不同而選定不同檢測項目，例如Nakamura, Moritani, and Kanetaka（1989）在建構生物學年齡時，認為在反映老化現象時要用安靜時的肺活量、心跳、收縮壓、動脈硬化指數、尿素、血比容等的生理檢測值，再加上背肌力、垂直跳、立姿體前屈、左右橫跳和PWCmax等五項的體力指標。田中喜代次等人（1990）以30-72歲女性為對象，在建構活力年齡時認為在老化過程中，需加入影響壽命因子之種種疾病因素如血壓、血脂質、體脂肪等，同時再加上老化對運動時的生理反應之體能要素如腰圍、收縮壓、乳酸閾值、乳酸閾值心跳、總膽固醇、中性脂肪、低密度脂蛋白、血比容等指標。Shigematsu and Tanaka（2000）以65歲以上高齡者為對象，建構工具性日常生活活動（activity of daily livings, ADL）年齡時，檢測項目為功能性前伸、八字步行、手臂屈舉測驗、筷子移動豆子測驗；Kim and Tanaka（1999）以65-85歲的429位健康女性為受試者（日本人176名；韓國人253名），建構代表日常生活的功能性體適能年齡時，採用功能性前伸、八字步行、握力、立姿體前彎和手指靈巧測驗，這些項目的效度為0.35-0.87，信度為0.93。再者，日本文部科学省（2000）的體力運動能力調查報告書，以及Nishijima et al.（2006）以65-92歲男女為對象，建構體能年齡時，採用握力、仰臥起坐、坐姿體前彎、開眼單足立、10公尺障礙步行和6分鐘步行等項目，這些檢測項目所含的體能因素，有肌力、肌耐力、柔軟度、平衡、敏捷性和心肺耐力。

Rikli and Jones（2001）針對具有獨立自主生活能力的族群，設計了一套功能性體適能檢測項目以監控高齡者體適能退化狀況。此功能性體適能要素為上下肢肌力，上下肢柔軟度，動態平衡，敏捷性和心肺耐力。而

檢測項目為30秒手臂屈舉、30秒椅子坐立、抓背測試、椅子坐姿體前屈、功能性前伸、八英尺站走和二分鐘抬膝。

綜合上述生物學年齡的相關研究可知，檢測對象的年齡由年輕至年長範圍時，檢測項目除了運動的生理反應指標之外，也會將罹患慢性病相關的血液指標納入。但是65歲以上高齡者為對象的研究，則偏重於日常生活的自主能力為主。就以65歲以上高齡者的檢測項目而言，日本文部科学省（2000）和Rikli and Jones（2001）的設計概念相同，體適能要素也雷同，只是在項目上有所不同。

本研究採用我國行政院衛生署「103年樂活體能檢測專案」資料進行分析，主要原因之一是，該檢測專案是採用Rikli and Jones（2001）的檢測項目，再加上開眼單足立，這些項目中只有抓背測試和開眼單足立無相關效度，而其他檢測項目的效度為0.74-0.89，再測信度為0.80-0.96，這符合Safrit and Wood（1995）指出檢測項目需具有效度至少有0.70以上，而信度0.80以上的要求。二是，建構公式時需要有大樣本數，「103年樂活體能檢測專案」為當年體育署辦理之全國性檢測，抽取全國高齡者人數的1%為檢測數目，同時，依據每一縣市的高齡者人數比例，檢測站到該縣市內的老人公寓、社區關懷據點、老人活動中心、各種老人團體活動及節慶日之老人活動等場所進行檢測。再者，本研究各年齡層的人數隨著年齡的增加而減少，65-69歲為4,047筆、70-74歲為3,061筆、75-79歲為2,187筆、80-84歲為1,155筆、85歲以上為548筆等，故可知這些檢測資料，可代表全國具有活動能力之高齡者的功能性體適能狀況。三是，本研究所研發的功能性體適能年齡公式，旨在瞭解高齡者在日常生活或工具性日常生活能力的狀況，且應用於經由訓練或運動可以瞭解改善程度的實務上，而國內在高齡者功能性體適能的相關研究上，也都採用Rikli and Jones（2001）的檢測項目，故在應用上較為方便。

本研究檢測項目與第一主成分分析之相

關係數，除了八英呎站走-0.41之外，而其他項目都達0.5以上，以30秒椅子坐立0.76為最高，二分鐘抬膝0.64次之，坐姿體前屈和抓背測試都是0.52較低。本研究的解釋量變異量為33.8%，這說明此公式可以解釋個別功能性體適能的差異為33.8%，這程度的變異量和其他的體適能年齡文獻有雷同的程度（Kim & Tanaka, 1999）。再者，由於隨著年齡的增加，肌力、肌肉和心血管耐力、柔軟度、平衡和敏捷度下降（林正常，2013），而人體的動作，須要多種面向的生理因素配合才能完成，以高齡者在維持日常生活活動上所需的，最主要的是移動能力（林正常，2013），而這除需要肌力、平衡、柔軟度之外，尚需要體力的心肺耐力，而本研究的第一主成分分析之相關係數也符合此概念。故本研究採用「103年樂活體能檢測專案」資料進行分析是適當的。

本研究受試者的年齡為65歲以上，進行主成分分析，結果實際年齡的平均值為72.77 ± 6.20歲，校正前功能性體適能年齡為72.71 ± 9.50歲，相差0.02 ± 8.90歲，校正前功能性體適能年齡和實際年齡的相關為 $r = .42$ ，校正後的功能性體適能年齡為72.69 ± 11.47歲，和實際年齡相差0.04 ± 8.74歲，其相關係數為.66。由上述數字可知，校正後的體適能年齡公式所得結果較校正前功能性體適能年齡的標準差較小，同時相關也較高，故可知本研究將未校正前功能性體適能年齡Z值方程式修正，進行迴歸上截距的調節，使得校正後功能性體適能年齡更可以忠實的呈現出個體的體適能現況，同時，這也驗證了Dubina et al.（1984）提出之體適能年齡和實際年齡在迴歸上截距必須被調節之概念。而此校正概念也由許志文等人（2009）之健康中老年婦女體適能年齡公式之建構一研究中採用。

受試者年齡為65歲以上之相關研究，Kim and Tanaka（1999）以65-85歲之日本176位、韓國253位，共429位女性高齡者為對象，以握力、八字步行、立姿體前彎、功能性前伸和手指靈巧測驗等測驗來建構活動體力年齡，結果發現實際年齡為72.98 ± 4.9歲，而體適能年齡和實際年齡的相關係數為.58。再

者，Nishijima et al.（2006）以65-91歲309位男女性高齡者為對象，以握力、仰臥起坐、坐姿體前彎、開眼單足立、10公尺障礙步行和6分鐘步行等檢測項目來建構體適能年齡，發現男性體適能年齡、女性體適能年齡和各實際年齡的相關係數各為.74、.77。故可知，本研究結果之相關係數為.66，這和其他研究結果為.58、或.74、.77等雖為雷同，但有些微差異，推估其原因可能，一是檢測項目之不同所致，二是樣本數不同所致。

再者，驗證新創公式效度的方法，可採用相同條件的受試者進行相同檢驗項目，將其所得結果和實驗組之相關比較，除此之外，也可以驗證覆核效度組與實驗組之符合度。本研究以30%的樣本代入公式，進行覆核效度考驗，以驗證本研究公式之效度，結果發現功能性體適能年齡和實際年齡差的平均值為0.10 ± 8.09歲，而兩年齡間的相關係數為.68，覆核效度組與實驗組之符合度為96.9%，而Nishijima et al.（2006）也以157位進行覆核效度，結果發現體適能年齡與實際年齡之相關係數為.74，覆核效度組與實驗組之符合度為96.1%，這結果與本研究結果雷同。因此可推估，本研究所得到的公式是可以作為評估功能性體適能年齡之有效的生物學年齡指標，藉由功能性體適能年齡可清楚瞭解目前整體的功能性體適能狀況，可提高改善目前身體狀況的動機。

## 伍、結論

本研究旨在建構我國女性高齡者之功能性體適能年齡公式。本研究採用教育部體育署「103年樂活體能檢測專案」的15,712筆女性資料，採隨機抽樣70%的10,998筆資料進行主成分分析以建立功能性體適能年齡公式，而以30%的4,714筆進行覆核效度考驗。功能性體適能測驗項目包含有開眼單足立、30秒椅子坐立、30秒手臂屈舉、二分鐘抬膝、椅子坐姿體前屈、抓背測試、八英呎站走等7項。利用主成分分析，其結果為體適能得分： $(0.034 \times \text{開眼單足立}) + (0.092 \times 30$



秒椅子坐立) + (0.062 × 30秒手臂屈舉) + (0.012 × 二分鐘抬膝) + (0.031 × 椅子坐姿體前屈) + (0.028 × 抓背測試) - (0.034 × 八英呎站走) - 3.457。功能性體適能年齡：(-6.20 × 體適能得分) + (0.58 × 實際年齡) + 30.56，功能性體適能年齡和實際年齡之相關係數為 $r = .66$ 。進行本研究之覆核效度考驗，發現功能性體適能年齡和實際年齡差的平均值為 $0.10 \pm 8.09$ 歲，而兩年齡間的相關為 $r = .68$ ，因此推測本研所得到的公式是可以作為評估健康度的指標，提供除其他研究者、健康指導員或臨床醫師，在判別相同年齡但不同個體之身體適能狀況使用。

本研究限制一，無法得知「103年樂活體能檢測專案」中檢測員信度。由於是全國46家檢測站進行檢測，雖說檢測員受過訓練且通過考試，但無法確認每位檢測員的再測信度。

## 致謝

本研究資料來源為教育部體育署體育雲——全民運動資訊加值應用研究中心提供之「國民體適能檢測計畫資料庫」，文中任何闡釋或結論並不代表教育部體育署之立場。

## 參考文獻

- 內政部統計處 (2016)。105年第3週內政統計通報 (104年底人口結構分析)。資料引自[http://www.moi.gov.tw/files/site\\_node\\_file/5528/week10503.pdf](http://www.moi.gov.tw/files/site_node_file/5528/week10503.pdf)
- 朱僑麗 (2014)。減緩及預防高齡者身心失能策略——納入長照保險給付之可行性評估。台北市：衛生福利部。
- 林正常總校閱，蔡忠昌、周峻忠、柳家琪譯，Signorile, J. F.著 (2013)。邁向成功老化——高齡者運動指導。台北市：華騰。
- 林佩欣 (2006)。老年人的另類健檢。資料引自<http://enews.cgu.edu.tw/files/16-1068-46179.php?Lang=zh-tw>
- 許志文、朱瀚威、王互均、杜俊毅、呂學霖、蔡櫻蘭 (2009)。健康中老年婦女體適能年齡公式之建構。大專體育學刊，11 (4)，105-117。
- 陳凱華、周適偉、林瀛洲、蘇先河、黃偉舜、黃美涓 (2003)。台灣地區日常生活功能獨立之中老年人體適能與年齡性別相關探討。中華民國復健醫學會雜誌，31 (3)，139-145。
- 日本文部科学省 (2000)。体力、運動能力調査：平成11年度。資料引自<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00402102&tstat=000001088875&cycle=0&tccl=000001088892&se=cond2=1>
- 田中喜代次、松浦義行、中塘二三生、中村栄太郎 (1990)。主成分分析による成人女性の活力年齢の推定。体育学研究，35 (2)，121-131。doi: 10.5432/jjpehss.KJ00003391743
- 吉川和利 (1985)。生理的年齡予測の重回帰分析。健康科学，7，1-9。doi: 10.15017/437
- American College of Sports Medicine. (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (6th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bell, B. (1972). Significance of functional age for interdisciplinary and longitudinal research in aging. *International Journal of Aging and Human Development*, 3(2), 145-147. doi: 10.2190/D6VN-BALY-XAWM-KW8X
- Demura, S., Minami, M., Nagasawa, Y., Tade, N., Matsuzawa, J., & Sato, S. (2003). Physical-fitness declines in older Japanese adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 11(1), 112-122. doi: 10.1123/japa.11.1.112
- Devons, C. A. (2002). Comprehensive geriatric assessment: Making the most of the aging years. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 5(1), 19-24. doi:

- 10.1097/00075197-200201000-00004
- Dubina, T. L., Mints, A. Y., & Zhuk, E. V. (1984). Biological age and its estimation. III. Introduction of a correction to the multiple regression model of biological age and assessment of biological age in cross-sectional and longitudinal studies. *Experimental Gerontology*, 19(2), 133-143. doi: 10.1016/0531-5565(84)90016-0
- Kim, H. S., & Tanaka, K. (1995). The assessment of functional age using "activities of daily living" performance tests: A study of Korean women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 3(1), 39-53. doi: 10.1123/japa.3.1.39
- Kim, H., & Tanaka, K. (1999). An age index for assessing functional fitness applicable to older Japanese and Korean women. *Japanese Journal of Health and Human Ecology*, 65(1), 24-35. doi: 10.3861/jshhe.65.24
- Lee, M. S., & Tanaka, K. (1997). Significance of health fitness appraisal in an aging society. *Applied Human Science*, 16(4), 123-131. doi: 10.2114/jpa.16.123
- Lee, M. S., Tanaka, K., Nakagaichi, M., Nakadomo, F., Watanabe, K., Takeshima, N., et al. (1996). The relative utility of health-related fitness tests and skilled motor performance tests as measures of biological age in Japanese men. *Applied Human Science*, 15(3), 97-104. doi: 10.2114/jpa.15.97
- Mazzeo, R. S., Cavanagh, P., Evans, W. J., Fiatarone, M., Hagberg, J., McAuley, E., et al. (1998). ACSM position stand: Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 992-1008. doi: 10.1097/00005768-199806000-00033
- Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 549-556. doi: 10.2147/CIA.S44112
- Nakagaichi, M., Lee, M. S., & Tanaka, K. (2001). Accuracy of two simple methods for the assessment of health-related physical fitness. *Perceptual and Motor Skills*, 92(1), 37-49. doi: 10.2466/pms.2001.92.1.37
- Nakamura, E., Moritani, T., & Kanetaka, A. (1989). Biological age versus physical fitness age. *European Journal of Applied Physiology*, 58(7), 778-785. doi: 10.1007/BF00637391
- Nakamura, E., Moritani, T., & Kanetaka, A. (1996). Effects of habitual physical exercise on physiological age in men aged 20-85 years as estimated using principal component analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 73(5), 401-418. doi: 10.1007/BF00334417
- Nishijima, T., Takahashi, S., Matsumoto, T., Nakano, T., Suzuki, K., Yamada, H., et al. (2006). A comparison of estimation models of physical fitness age for elderly people using the Japan fitness test. *Journal of Sport and Health Science*, 4(2 Suppl), 591-605. doi: 10.5432/ijshs.4.591
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2001). *Senior fitness test manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *The Gerontologist*, 53(2), 255-267. doi: 10.1093/geront/gns071
- Safrit, M. J., & Wood, T. M. (1995). *Introduction to measurement in physical education and exercise science* (3rd ed.). St. Louis, MO: Mosby.
- Sato, T., Demura, S., Murase, T., & Kobayashi, Y. (2005). Quantification of relationship between health status and physical fitness in middle-aged and elderly males and females. *Journal of*

*Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4), 561-569. doi: 10.7600/jspfsm1949.45.357

Shigematsu, R., & Tanaka, K. (2000). Age scale for assessing functional fitness in older Japanese ambulatory women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 12(4), 256-263. doi: 10.1007/BF03339845