



使用智慧型手機建立年長者衰弱檢測系統： 身體活動量與步行速度量測

^{1,2}陳宏儒、¹宋文旭*

¹國立陽明大學物理治療暨輔助科技研究所、²衛生福利部臺北醫院復健科

投稿日期：2020 年 06 月；通過日期：2020 年 08 月

摘要

目的：以智慧型手機為基礎，建立一衰弱檢測與早期介入之個人化隨身健康助理系統。**方法：**開發搭載於智慧型手機上的衰弱檢測與早期介入軟體，用以檢測自身衰弱的徵狀，及提供個人化的早期介入對策，並招募高齡長者參加檢測，使用相關性統計分析衰弱因子，驗證其檢測能力，再針對介入成效加以探討。**結果：**在 22 位受試長者中，屬於衰弱者與衰弱前期者各有一位，其餘均未出現衰弱徵象，且傳統檢測與手機檢測的結果並無二致。兩檢測方式對於身體活動量 ($r=0.747$) 與行走速度 ($r=0.800$) 的測試結果均呈現高度相關；然而，由於衰弱前期的收案數較少，僅能透過觀察得到本系統對於衰弱因子的改善具有潛力。**結論：**本研究建立的衰弱篩檢系統，可以取代傳統的人工測量或問卷調查，快速且準確地瞭解老年人的衰弱狀況。同時，電子化的量測，可提供量化的數據，定義衰弱的嚴重程度或是惡化速度，進而採用不同積極程度的介入策略，將有效避免醫療資源的浪費，妥善運用社會福利，降低整體社會成本的支出。

關鍵詞：衰弱症候群、早期介入、延緩失能、個人化醫療、電子資料處理

壹、緒論

老化可能伴隨許多身體功能上的問題，而衰弱症候群 (Frailty Syndrome) 是其中越來越受到重視的主題之一。衰弱所代表的是許多常見的臨床症狀所聚集而成的現象，如體重減輕、肌肉質量流失、疲倦及食慾下降、步態及平衡異常、骨質流失等等 (張欽凱、郭旭格, 2006)；此外，更有學者以衰老症候群的發生與否和嚴重程度，來預測許多與年齡有關的健康惡化 (Ensrud et al., 2007)，以及跌倒、骨折、死亡 (Cawthon et al., 2007) 等惡劣狀況的發生。因此，和單純的老化 (aging) 比較起來，衰弱 (frailty) 對於老人族群來說，更具有臨床上的意義。

老年人的衰弱化，是一個從正常老化的狀態，逐漸演變到最後失能或死亡的連續過程，而此過程當中又可再細分為「衰弱前期 (Pre-Frail)」以及真正的「衰弱期 (Frailty)」。對於存在衰弱因子的老人，應該要建立第一階段的介入，以避免其進入衰弱症候群，即衰弱前期；而第二階段的介入則是要在衰弱症候群發生的初期，逆轉其進程，以避免功能上的繼續

惡化 (Abellan van Kan et al., 2008)。

社會人口結構高齡化已經成為無法避免的趨勢，老年人口比例的持續攀升，相對地增加了其中發生衰弱症候群的數量，伴隨而來的健康問題也就越來越多，造成整體醫療與社會照護需求的升高，加重社會經濟支出上的負擔。為達到對於衰弱症候群的早期介入，當前的首要工作，便是要能夠對於「衰弱前期」的發生做出正確的診斷，以確認老年人是否處於衰弱前期，也就是必須能夠做到早期偵測，從而進行預防性或治療性的處置作為，以阻止功能上的繼續惡化 (Abellan van Kan et al., 2008)，避免衰弱前期老人進入真正的衰弱期 (Ahmed, Mandel, & Fain, 2007; Fried et al., 2001)，這可說是預防衰弱症候群的策略上最重要且最迫切需要的一環 (Lally & Crome, 2007)。

關於衰弱的臨床定義，學術界發展出許多不同觀點的評估方法，其中以「Fried 衰弱判別指標 (Fried Frailty Criteria)」最早提出，最常被引用，也最為重

*通訊作者：宋文旭 國立陽明大學物理治療暨輔助科技研究所
地址：11221 臺北市北投區立農街二段155號
E-mail: wenhsusung@gmail.com

要。儘管如此，這類的評估方法大都採用問卷回顧與人工測量的方式，無可避免地會讓衰弱的篩檢遭遇諸多限制；但若能將其中部分指標做電腦化的修改，以自動化的測量方式加以取代，便能改善易生誤差的缺失，讓衰弱的評估更加客觀，提高篩檢結果的可信度。此外，衰弱常常是自身難以察覺的漸進式、微小改變日益累積而成，使得身體功能與活動力下降，進而造成疾病或跌倒意外的發生，讓個案的身體功能與活動力更趨衰退，陷入一個難以恢復的惡性循環 (張欽凱、郭旭格, 2006)。若能藉由一日常生活中可便利使用的裝置，隨時評量或檢測衰弱的症狀發展，應可收到早期發現、察覺並復健的效果，平價而功能完整的智慧型手機 (smartphone) 應是一相當合適的應用標的。

智慧型手機是指具備小型電腦與上網功能的手機 (Hebden, Cook, van der Ploeg, & Allman-Farinelli, 2012)，內部配置有微型加速規，負責感應重力方向，控制螢幕的轉向 (Glynn et al., 2013)。這類設備可統稱為行動裝置，正逐漸形成為一個普遍而強大的健康管理平台 (Chan, Zheng, Wang, & Sterritt, 2012)、一個社區行動評估的理想介面 (Wu, Lemaire, & Baddour, 2011)，因為直覺、方便、以及人際溝通所需的功能，人們通常都會選擇隨身攜帶智慧型手機，而非單獨在身上佩戴加速規 (Chan et al., 2012; Fujiki, 2010)。

在已開發國家中，每人平均擁有 1.18 支行動電話，並且這個數字還在不斷的攀升，大部分增加的都是智慧型手機 (Hebden et al., 2012)。2010 年時，全球約有 3 億支智慧型手機的出貨量，到了 2011 年，快速增加到超過 4.9 億支之譜 (Hebden et al., 2012)！在美國，截至 2012 年六月，共有高達三億多個無線網路的用戶，其中更有 34% 的家庭是完全無線網路的環境；同時，85% 的美國成人擁有手機，45% 擁有智慧型手機 (King et al., 2013)。人們不僅撥打和接聽語音電話，也會用智慧型手機來瀏覽網頁、收發電子郵件、管理日常行程、使用地圖導航等等功能 (Tanviruzzaman, Casey O'Brien, Ahamed, & Smith, 2011)。

雖然許多老年人目前並不習慣攜帶智慧型手機，但越來越多中年族群都習慣使用，這些人正代表了未來的長者；也就是說，將來會有越來越多的老人銀髮族攜帶智慧型手機 (Dernbach, Das, Krishnan, Thomas, & Cook, 2012)。截至 2012 年 2 月，已有

49% 的美國公民使用智慧型手機，作為資料收集的主要裝置 (Glynn et al., 2013)，在增加資料取得範圍的同時，也為研究者與使用者節省了成本 (Dernbach et al., 2012)。

因此，若是能以智慧型手機等行動裝置，作為衰弱症候群的電腦化篩檢平台，所帶來的成本效益將會更加地可觀。其自動化測量與記錄的優勢，將會滿足快速、精確、效率的需求；程式軟體的流通性與電腦硬體的可擴充性，也將大幅降低專業人員或昂貴儀器的花費。

針對以上問題，本研究假設，透過智慧型手機的衰弱檢測系統，能夠正確執行並取代舊有人工的衰弱量測；同時，藉由智慧型手機應用程式 APP 的早期介入，可以改善衰弱的五大指標。本研究之目的為以智慧型手機為基礎，建立一衰弱檢測與早期介入之個人化隨身健康助理系統，讓使用者檢測自身衰弱的徵狀，並提供個人化的早期介入對策，探討經本系統介入後是否可對其早期衰弱的徵狀產生復健效果，使其恢復健康老化的狀態。

貳、研究方法

一、衰弱症候群的診斷標準—「Fried 衰弱判別指標」

根據 Fried 衰弱判別指標，衰弱高齡者會表現在「非自願的體重快速下降」、「自覺疲累程度高」、「身體活動量少」、「行走速度緩慢」、以及「肌力衰退」等五項因子上，其中，「身體活動量 (Physical Activity) (Fujiki, 2010; Tanviruzzaman et al., 2011; Troiano et al., 2008; Westerterp, 1999)」與「行走速度 (Walking Speed) (Auvinet et al., 2002; Brandes, Zijlstra, Heikens, van Lummel, & Rosenbaum, 2006)」均可透過智慧型手機的加速規數值而求得；其次，「體重變化 (Body Weight)」與「自覺疲累程度 (Exhaustion)」只要將適當的問卷設計寫入手機軟體 APP，讓受試長者或其家屬填答，便能辦到。至於「握力量測 (Grip Power)」的部分，則需要外加藍芽握力計 (microFET4™, Hoggan Scientific, LLC)，再透過藍芽傳輸的方式 (Shaporev et al., 2013)，將數值輸入智慧型手機內作紀錄與歸納。

二、系統開發

以智慧型手機為開發平台，針對 iOS 與 Android 兩大系統撰寫手機軟體，使用內建的加速規與陀螺儀為量測媒介，換算成為身體活動量與行走速度等參數，再結合藍芽握力量計量測所得的握力值，與問卷得到的體重變化、自覺疲累程度，合併成為衰弱五項指標，作為衰弱檢測的依據。此外，再進一步藉由智慧型手機的資訊推播與定時提醒功能，針對各項衰弱因子設計介入功能，給予使用者個別化的隨身健康助理系統。

三、試驗流程

(一) 受試者

招募 65 歲以上的高齡長者參與實驗。排除條件為：無他人或輔具協助即無法獨立步行者、六個月內曾經罹患急症或重症疾病者、曾有髖關節置換病史者、以及無法聽從手勢或指令者。在正式進入實驗之前，每位受試者都必須詳細閱讀並簽署一份受試者同意書，若老年長者在閱讀中文方面有困難時，則由實驗者翻譯口述並經家屬見證後簽署。本研究之實驗流程與收案標準已經通過陽明大學人體試驗委員會的核可 (IRB 編號：YM103038)，以確保受試者之人身安全與權益、維持實驗過程中醫學道德與倫理之正當性。

若參與試驗的受試者已持有適合安裝研究軟體的智慧型手機，研究人員將會為此手機完成軟體的安裝與測試，以利受試者試驗使用。若受試者沒有適合的智慧型手機，本研究可提供低價而功能相符的手機，請受試者簽署借用文件後無償借用。

(二) 比較傳統檢測與手機檢測篩檢結果之差異

分別以本研究所開發的衰弱徵狀檢測系統與 Fried Frailty Criteria 進行衰弱檢測，為每位受試者各進行一次的量測加以比較。量測參數為「身體活動量」、「行走速度」、「體重變化」、「自覺疲累程度」、「握力」等五項指標。

各項衰弱因子的判別依據為：(1)「身體活動量」為計算受試者每週活動量，換算成為消耗熱量，單位為千卡 (KCal)，在同性別中屬於活動低下的五分之一者。(2)「行走速度」為量測自選行走速度，計算單位公尺/秒 (m/s)，依照性別身高調整後，在同群組中屬於較慢的 20%者。(3)「體重變化」為過去一年內，非刻意的體重減輕，超過 5 公斤或體重的 5%者。(4)「自覺疲累程度」使用憂鬱量表中的兩道問題—「不管做甚麼事我覺得都很費力」與「我做事提不起勁」，詢問過去一週內的情況，若七天之中超過三天出現上述情形者。(5)「握力」按照性別與身體質量指數的調整後，處於同群組中的 20%以下者。

(三) 探討本系統介入後對衰弱徵狀之改善效果

經過衰弱檢測系統檢測後，篩選顯現一至兩項衰弱跡象之高齡者參與進一步的實驗，針對衰弱因子施以 12 週的介入策略。例如針對體重減輕者，利用手機定時推播功能提醒用餐，並搜尋附近美食建議提供參考；身體活動低下或握力不足者，則定時提醒起身活動或運動，並提供衛教資訊或建議的網路運動教學影片，藉以改善上述徵狀；另外，憂鬱量表出現衰弱徵象者，則可提醒受試長者與家人經常保持聯絡關心，或是提供住家附近的關懷團體是否有舉行適合的活動，提高社會參與動機。此階段參與的受試者，必須與智慧型手機軟體進行互動操作，故其矯正後視力必須可清楚閱讀智慧型手機螢幕上所顯示的資訊，並在經過研究人員解說示範後，能獨力進行本研究所研發的軟體 APP 之功能操作。本階段實驗之前，每位受試者需

要再簽署另一份受試者同意書。

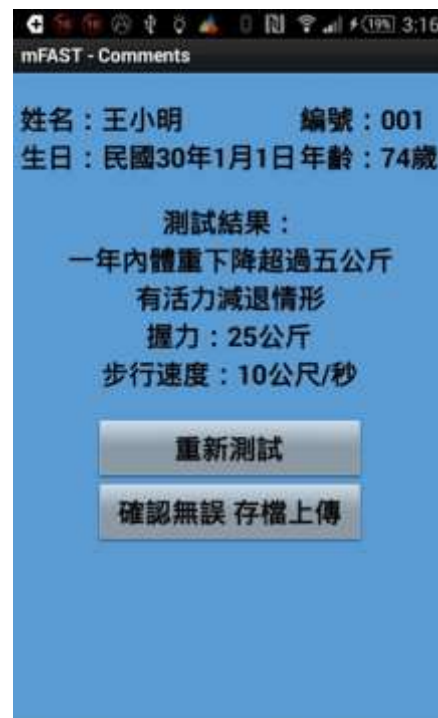


圖 1 Android 系統總結頁面

四、統計分析

由於體重變化與自覺疲累程度均是以問卷方式取得資訊，差別僅在於將問卷電子化以智慧型手機做紀錄；而握力量測係使用同一組握力計，再將數據透過藍芽方式無線傳輸至智慧型手機。因此僅需比較身體活動量與行走速度兩項參數，以 SPSS 軟體進行統計分析，使用 Spearman's correlation 檢驗兩測試法間參數的相關性。而衰弱介入的效果則以配對 t 檢定 (paired t -test) 與卡方檢定 (X^2 test)，分別分析連續變項與類別變項。統計顯著水準設定在 $\alpha = .05$ 。

參、結果

一、衰弱篩檢系統手機軟體 APP

檢測系統研發的重點，即在於使用智慧型手機為工具，執行五項 Fried 衰弱判別指標的測試，圖 1 為智慧型手機檢測結果總結畫面。

二、傳統檢測與手機檢測結果

本試驗一共招募了 22 位 65 歲以上符合條件的長者參與研究，男性 10 位 (平均年齡 69.9 歲，平均身高 167.3 公分，平均體重 69.7 公斤)、女性 12 位 (平均年齡 68.2 歲，平均身高 156.8 公分，平均體重 65.8 公斤)，兩種檢測方式均檢測出編號 2 號一位衰弱者，編號 9 號一位衰弱前期者，其他受試者均尚未發生衰弱現象。在本試驗中，兩種檢測法不同的參數

為身體活動量 (平均值傳統檢測 1979.0KCal, 手機檢測 1781.95KCal) 與行走速度 (平均值傳統檢測 101.99m/s, 手機檢測 92.07m/s), 相關性分析顯示, 兩參數在兩種檢測工具下的相關性, 分別為 0.747 ($p = .000$)和 0.800 ($p = .000$), 均呈現高度相關, 如圖 2、圖 3。

三、系統介入後之復健成效探討

僅有一位受試者 (編號 09) 符合研究條件, 其衰

弱因子為握力不足 (18kg), 因此系統設定定時提醒受試者練習握力, 並搜尋網路影片示範訓練方法提供參考, 經過 12 週的練習後, 握力進步到 20.3kg, 雖然尚未達到脫離衰弱因子的程度, 但已稍見成效。由於衰弱前期個案數遠不如預期, 多方嘗試仍無法招募到合適參與研究的自願者, 故無法進行本系統實際成效之結果分析。

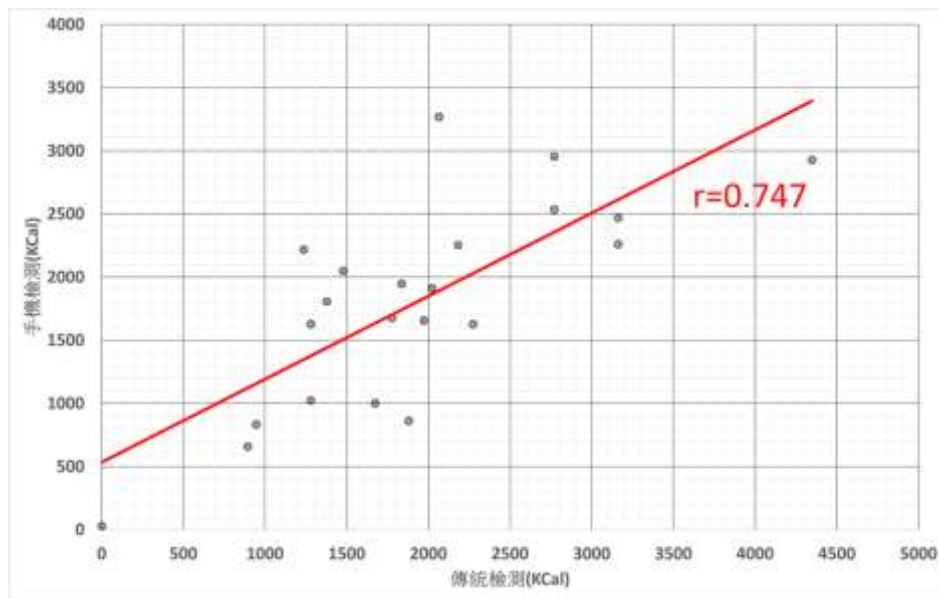


圖 2 身體活動量檢測結果相關性

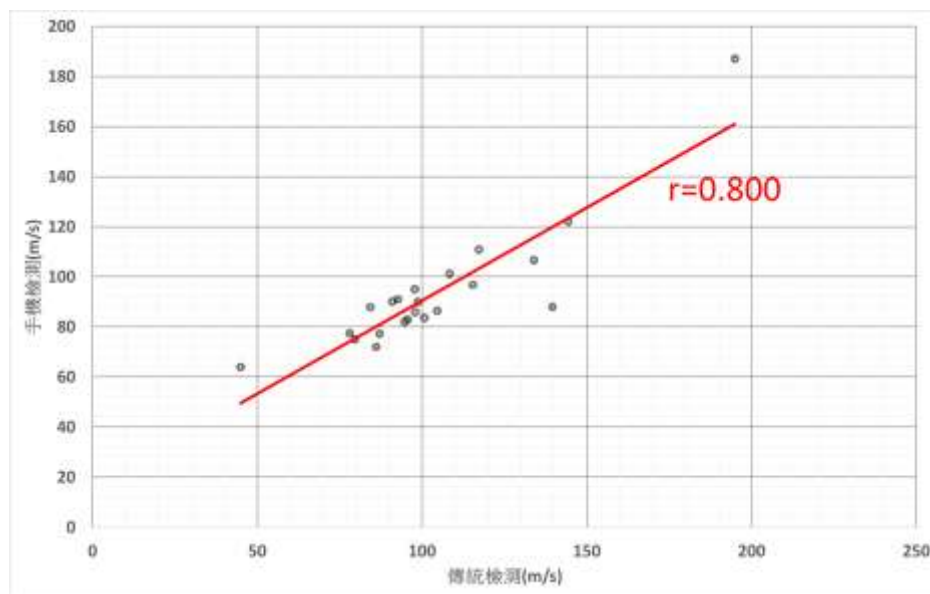


圖 3 行走速度檢測結果相關性

肆、討論

現有臨床執行篩檢的方式大多為以問卷方式紀錄體重變化、自覺疲累程度與回顧一周身體活動量，以手持式握力計人工量測握力值，以碼表人工測量行走速度；人工測量與問卷填答的評估方式，本身就容易產生誤差，再加上檢測對象為高齡長者，當他們在回顧過去體重與日常活動時，很難避免偏差，影響檢測結果。建立自動化系統的目的，正可改正上述缺失；以智慧型手機建構的電子化衰弱檢測系統，不但相對較為客觀，亦避免了人為誤差，又可整合衰弱工具。

人們總是喜歡新奇的事物，卻又恐懼因未知所帶來的改變，尤其是高齡長者，這樣的情形更加明顯；我們使用身邊隨處可見的智慧型手機作為檢測工具，除了能適時降低受試者的防備抗拒心理，同時可強化他們接觸現代化科技的新鮮感，提高參與研究意願和後續的配合度。

本研究所建構的智慧型手機電子化檢測系統，檢測項目即 **Fried Frailty Criteria** 之五大指標；仔細探究各個指標，本衰弱檢測系統，與現今評估方式不同之處，僅在於一周身體活動度與舒適行走速度兩項。經過分析，電子化檢測結果與傳統測量結果均呈現高度相關，檢測結果完全吻合現有篩檢工具所得，同樣可鑑別出處於衰弱期或是衰弱前期的老人，因此可取代目前通用的人工測量評估。

雖然本研究中智慧型手機量測身體活動度與行走速度有上述優點，且結果與傳統檢測呈現高度相關，但觀察實驗數據可以發現，其實數值的大小和差距，並不十分一致，有可能本研究所使用的換算公式仍非十分理想。例如，身體活動度的多寡，其實與從事活動的類型有很密切的關係，單憑加速規的數值，對於判斷活動型態或費力程度，仍難做到精準。而關於利用加速規量測行走速度的方法，是使用受試者的腳長與加速規垂直方向高度的變化量來做為運算基礎，然而，垂直方向高度是由加速規數值二次積分所得，極可能因為運算的誤差，影響實驗數據；近年有文獻提出更加準確加速規數據的演算方法來求得行走速度，如 Hou (2015) 等學者所提出，以人工類神經網路 (Artificial Neural Networks, ANNs) 來建構運算加速規數值的數學模型，以求得步行速度 (Hou, Sun, Yao, Huang, & Wu, 2015)，準確率高達 97.78%，即可做為我們將來改進智慧型手機檢測行走速度的參考。

在詢問 65 歲以上高齡長者收測意願的過程中，我們一共接觸了 48 位符合條件者；但其中有 11 位為完

全不使用智慧型手機者，甚至其中有 3 位是連一般手機都沒有在使用的；另外有 7 位表示害怕使用科技產品而拒絕、3 位雖然持有智慧型手機但以家人不同意為由拒絕、5 位連拒絕的原因都不願意說明，因此第一階段剩下 22 位受試者。且篩選後，只有一位屬於衰弱前期階段，可能是由於招募的場所為區域醫院，對象主要為復健科病患或其家屬，因此被詢問到收測意願的，至少都已具備基本的行動能力，衰弱老人或極度年老的老人，日常生活普遍存在著行動障礙與出門困難的問題，因此參與實驗的比例偏低，可能導致研究中出現衰弱跡象的老人比例較一般情況為少，此為實驗的取樣偏差。而且，身體已經開始出現衰弱跡象的長者，可能存在行動不便、外出困難方面等問題，故本研究收案場所設定在醫院，定點招募，可能接觸到衰弱前期者的機會就降低了許多。針對這一點，若是可請家屬配合，結合可與智慧型手機連線的穿戴式裝置，應能深入家庭與社區，擴大衰弱智慧型量測的收案量。

雖然本研究已將衰弱檢測方法電子化，但目前對於「體重紀錄」、「日常疲累程度」兩項指標的紀錄，還是建構在問卷調查的基礎之上，仍難避免受試者在回顧過去事件時可能產生的偏差；不過目前市面上已經出現可以和智慧型手機溝通的藍芽無線傳輸體重計等產品，一旦高齡長者開始使用智慧型手機軟體作為紀錄工具之後，精準的體重紀錄將不再是難事，而且智慧型手機也將能忠實而準時、定時地提醒長者，紀錄當日的心神疲累程度，使衰弱檢測系統的電子化更全面、更徹底、更完整。

伍、結論

衰弱症候群對於高齡族群的長遠影響、對於整體社會醫療的重要性，已有初步的共識；而且學者們也都一致認為，唯有結合各領域的專業人員，採取適當方式，有效評估與診斷、快速篩檢與偵測、以及早期介入與治療，才能延緩或阻止其進程，將衰弱症候群所伴隨的各種負面影響與傷害，減到最低程度。透過本研究建立的衰弱篩檢系統，可以取代傳統人工測量或問卷調查的方式，更快速且準確地瞭解老年人的衰弱狀況，因此本系統具備可快速篩檢衰弱症候群的功能。

過去認為，對於衰弱症候群的進程，衰弱前期的介入遠比衰弱期來得重要許多，意即在尚未進入真正的衰弱期之前，先針對衰弱前期的老人，進行運動或醫療的介入，阻止進一步地演變邁入衰弱期。但筆者

認為，可以更推而廣之，介入對象應包含所有存在著衰弱危險因子的長者，而非僅侷限於衰弱前期者；也就是說，非衰弱期的老人，只要經篩檢出具備衰弱的潛在危險因子，都應屬於必須進行介入的對象。然而，Fried 衰弱判別指標並無法對於同一衰弱分期的老人，做出不同衰弱程度的評斷；而電子化的衰弱量測，將能夠對於各項指標做到量化的分級，也就是說，系統可提供量化的數據，定義衰弱的嚴重程度或是惡化速度，進而針對不同衰弱程度的長者，採行不同積極程度的介入策略，如此將有效避免醫療資源的浪費，妥善運用社會福利，降低整體社會成本的支出。

除此之外，尚需招募更大量的高齡長者參與衰弱症候群的篩檢，尤其是極端年老者及肥胖者，以建立更完整的衰弱症候群資料庫，更全面地瞭解本地老年族群衰弱症候的發生與分佈狀況；並希望藉此擴充衰弱前期的高齡者樣本數，以利將來能再進行以智慧型手機介入衰弱症候群的後續研究。

陸、參考文獻

- 張欽凱、郭旭格 (2006)。衰弱症候群。《長期照護雜誌》，10(3)，203-206。
- Abellan van Kan, G., Rolland, Y., Bergman, H., Morley, J. E., Kritchevsky, S. B., & Vellas, B. (2008). The I.A.N.A Task Force on frailty assessment of older people in clinical practice. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 12(1), 29-37. doi: 10.1007/BF02982161
- Ahmed, N., Mandel, R., & Fain, M. J. (2007). Frailty: an emerging geriatric syndrome. *The American Journal of Medicine*, 120(9), 748-753. doi: 10.1016/j.amjmed.2006.10.018
- Auvinet, B., Berrut, G., Touzard, C., Moutel, L., Collet, N., Chaleil, D., & Barrey, E. (2002). Reference data for normal subjects obtained with an accelerometric device. *Gait & Posture*, 16(2), 124-134. doi: 10.1016/s0966-6362(01)00203-x
- Brandes, M., Zijlstra, W., Heikens, S., van Lummel, R., & Rosenbaum, D. (2006). Accelerometry based assessment of gait parameters in children. *Gait & Posture*, 24(4), 482-486. doi: 10.1016/j.gaitpost.2005.12.006
- Cawthon, P. M., Marshall, L. M., Michael, Y., Dam, T. T., Ensrud, K. E., Barrett-Connor, E. for the Osteoporotic Fractures in Men Research Group. (2007). Frailty in older men: prevalence, progression, and relationship with mortality. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(8), 1216-1223. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01259.x
- Chan, H., Zheng, H., Wang, H., & Sterritt, R. (2012). Evaluating and overcoming the challenges in utilizing smart mobile phones and standalone accelerometer for gait analysis. In *23rd IET Irish Signals and Systems Conference (ISSC 2012)*, Maynooth, Ireland. doi: 10.1049/ic.2012.0207
- Dernbach, S., Das, B., Krishnan, N. C., Thomas, B. L., & Cook, D. J. (2012). Simple and Complex Activity Recognition Through Smart Phones. In *2012 8th International Conference on Intelligent Environments*, Guanajuato, Mexico. doi: 10.1109/IE.2012.39
- Ensrud, K. E., Ewing, S. K., Taylor, B. C., Fink, H. A., Stone, K. L., Cauley, J. A., . . . Study of Osteoporotic Fractures Research, G. (2007). Frailty and risk of falls, fracture, and mortality in older women: the study of osteoporotic fractures. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(7), 744-751. doi: 10.1093/gerona/62.7.744
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(3), M146-156. doi: 10.1093/gerona/56.3.m146
- Fujiki, Y. (2010). iPhone as a physical activity measurement platform. In *CHI'10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. doi: 10.1145/1753846.1754146
- Glynn, L. G., Hayes, P. S., Casey, M., Glynn, F., Alvarez-Iglesias, A., Newell, J., Murphy, A. W. (2013). SMART MOVE - a smartphone-based intervention to promote physical activity in primary care: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 14, 157. doi: 10.1186/1745-6215-14-157
- Hebden, L., Cook, A., van der Ploeg, H. P., & Allman-Farinelli, M. (2012). Development of smartphone applications for nutrition and physical activity behavior change. *JMIR Research Protocols*, 1(2), e9. doi: 10.2196/resprot.2205
- Hou, J., Sun, Y., Yao, S., Huang, Z., & Wu, J. (2015). Speed Estimation of Walking and Running Using a Wearable Accelerometer Device. *Frontiers in Sensors*, 3, 14-22. doi: 10.14355/fs.2015.03.003
- King, A. C., Hekler, E. B., Grieco, L. A., Winter, S. J., Sheats, J. L., Buman, M. P., Cirimele, J. (2013). Harnessing different motivational frames via mobile phones to promote daily physical activity and reduce sedentary behavior in aging adults. *PLOS ONE*, 8(4), e62613. doi: 10.1371/journal.pone.0062613
- Lally, F., & Crome, P. (2007). Understanding frailty. *Postgraduate Medical Journal*, 83(975), 16-20. doi: 10.1136/pgmj.2006.048587
- Shaporev, A., Gregoski, M., Reukov, V., Kelechi, T., Kwartowitz, D. M., Treiber, F., & Vertegel, A. (2013). Bluetooth™ Enabled Acceleration Tracking (BEAT) mHealth System: Validation and Proof of Concept for Real-Time Monitoring of Physical Activity. *E-Health Telecommunication Systems and Networks*, 2, 49-57. doi: 10.4236/etsn.2013.23007
- Tanviruzzaman, M., Casey O'Brien, R. R., Ahamed, S. I.,

- & Smith, R. (2011). iPhone as a Quality of Life Enhancement Tool. In *2011 RESNA/ICTA Conference - Advancing Rehabilitation Technologies for an Aging Society*, Toronto, ON, Canada.
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Masse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *40*(1), 181-188. doi: 10.1249/mss.0b013e31815a51b3
- Westerterp, K. R. (1999). Physical activity assessment with accelerometers. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *23* Suppl 3, S45-49. doi: 10.1038/sj.ijo.0800883
- Wu, H. H., Lemaire, E. D., & Baddour, N. (2011). Change-of-state determination to recognize mobility activities using a BlackBerry smartphone. *Conference Proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2011, 5252-5255. doi: 10.1109/IEMBS.2011.6091299



Smartphone Application for Frailty Detection: Measurements of Physical Activity Counts and Walking Speed

^{1,2} Hung-Ju Chen, ¹Wen-Hsu Sung*

¹Department of Physical Therapy and Assistive Technology, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan

²Taipei Hospital, Ministry of Health and Welfare, New Taipei City, Taiwan

Received: 2020/06; Accepted: 2020/08

ABSTRACT

Purpose: To establish an individualized mobile health assistant manager for frailty detection and early intervention on smartphone application. **Methods:** A smartphone program was developed and elders were recruited for examination. The correlation analysis was performed for the screening ability and the effectiveness of intervention was discussed. **Results:** Twenty-two elders were participated and one was frail, while another was pre-frail. There were not any frailty signs among other 20 subjects. Both detection methods showed equally grouping results. Moreover, the correlation of physical activity counts and walking speed estimation between 2 methods demonstrated highly related ($r = 0.747$ & 0.800 , respectively). However, the sample number of pre-frail subjects was too few to be analyzed in despite of the potential for getting better with 12 weeks intervention. **Conclusion:** The smartphone frailty screening system has a beneficial substitute for traditional manual measurements, as its immediately detection and exactly diagnosis. Besides, the computerized methods provide quantified data to represented the severity of frailty. It will help determination of intervention strategy for frailty syndrome and economized medical expenses and social expenditure.

Keywords: frailty syndrome, early intervention, delay disability, individualized medicine, electronic data processing.

*Corresponding author: Wen-Hsu Sung, Department of Physical Therapy and Assistive Technology, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan
Address: (11221) No.155, Sec.2, Linong Street, Beitou Dist., Taipei, Taiwan
E-mail: wenhsusung@gmail.com