

健身訓練與風險管理使用 FMEA 和 AHP 相結合

林嘉群

陸軍官校管理科學系

摘要

健身的種類和器材分為很多種，其實在學校或公園的器材也可以當作健身的器材之一，在家自己做核心肌群其實也算是健身的一環，只是效益不會達到太高想要更精實還是需要器材的輔助和訓練；年輕人是健身族群最大的客戶之一，現代人追求精壯的身材，而開始訓練身材，但其實很多錯誤的姿勢往往會造成自己身體的風險，沒有做好暖身運動也是造成身體傷害的一部分；缺乏運動的人會使身體素質下降、變胖、出現隱藏的疾病，例如：高血壓、糖尿病等症狀，而且台灣老年人口的比率逐漸上升，越來越多老年人口透過運動健身以防止老化及活動筋骨，有關健身相關的運動表現和日常生活中一般的活動都對身體很重要，例如：走路、爬樓梯、坐姿或睡姿等。現今也有越來越多健身的運動員從事健身這項運動，因為所有運動都需要依靠重訓來增強肌肉量，但較高訓練量會導致受傷的機率增高，但也有證據可以證明適當的訓練對受傷有保護作用，就是大家熟知的復健，每個身體的質量與受傷的風險也息息相關，鍛鍊出身體需要防止傷害的保護能力，前提是須要做到高強度的訓練和準備，也強調了減少工作的負擔可能不是防止受傷的最佳辦法(Gabbe.,2016)，本論文要來探討健身訓練的發展和風險。

Keywords:伸展運動、健身訓練、健身房、運動傷害、CrossFit 混合健身、風險管理、層級分析法

壹、緒論

隨著科技的進步，大多數的人都越來越不願意在戶外運動，都希望在比較舒適的環境運動，現在健身房也越來越蓬勃發展，健身房的品牌也越來越多，健身不是單單訓練而已，而是加上飲食的方面慢慢訓練而成，健身又可以依訓練程度來分類，健美、體能鍛鍊、負重訓練、健力；也越來越多年輕人漸漸地知道運動的重要性，不管是男性還是女性，想要維持良好的體態、健壯的身材都可以靠健身來改善，但是操作錯誤的方式也很容易帶來身體上無形的傷害，所以建議有健身教練在旁輔助練習，但畢竟去健身房要自己付錢，能負擔這筆金錢的人至少要有固定的收入，不然沒有足夠的金錢和時間花費在健身這件事，但許多健身房和公司也都推出申請會員或套票的優惠，越多人一起報名就越便宜，因此使得越來越多人前往健身房健身，年輕時就應該好好保護自己的肌肉骨骼健康因為這是很重要的一部份，但往往未被重視，適用於力量和調整的健康有許多益處(Andrew et al.,2003)。CrossFit 健身運動也逐漸受到大眾的關注，CrossFit 健身不像傳統健身需要大型器械，而是利用自己身體重量配合啞鈴和吊環的工具實施健身，甚至有包含瑜珈的動作，動作多變又有挑戰性，很多人都有一個疑問，就是傳統健身跟 Crossfit 的差別是什麼，

傳統健身則是以發展肌肉力量為目的，而 CrossFit 是以運動能力為目的；風險管理主要有數據，數據有時候就像教練一樣，可以顯示出訓練員優點在那些部分，而缺點有哪些地方可以改正，調整出最符合自己身體素質的訓練菜單，越來越進步(Schmidt et al., 2015)，而不管在哪裡訓練都要先觀察訓練場地是否適合訓練及危險因子，2006 年台北健身俱樂部，因鍋爐燃燒不完全或強制排氣系統失效，導致一氧化碳中毒，發生一死十傷的慘案，此事件告訴我們，不管去那些知名的公共場所，都要注意隱藏的危險因素。

貳、文獻探討

2.1 CrossFit 健身運動

健身訓練可以明顯的改善而且助於維持健康和生活，且能使身體身材均勻、提高新陳代謝、改善駝背等身體的腰酸背痛。過度劇烈的運動會使身體和心臟無法負荷，久坐不動的人也會引發隱藏的心血管疾病，適當的運動對於疾病影響的好處及久坐不動的有害影響，例如肥胖症和相關的心血管疾病(Sekendiz et al.,2014)，另外高強度功能訓練(HIFT)也是一種很不錯的健身範例，在軍人中也越來越受歡迎，HIFT 鍛煉並非意旨達到高強度的訓練，而是促進一般的身體準備，HIFT 鍛煉對於需要

具有良好身體條件以及有任務的軍人而言，是非常重要的(Poston et al., 2016)。

CrossFit 被公認為是世界身體素質成長最快的高強度訓練方式之一，也被認為是高強度間歇訓練 (HIIT) 的一種訓練方法，該訓練用於強化十個健身領域的身體素質：(1)肺活量(2)續航力(3)強度(4)伸縮性(5)力量(6)速度(7)協調性(8)靈活性(9)平衡(10)精密性(Claudino et al., 2018)。它的組合形式多樣化，不局限於某種訓練器材。不是特別針對某一個部位鍛鍊，而是有關於全身力量的延伸，它的特點是進行更深入的鍛鍊，從跑步、划船到奧運會舉重（抓舉、清潔和挺舉）、舉重（深蹲、硬拉、推/推壓、臥推）和體操運動（引體向上、蓋到肘部、弓步、仰臥起坐、俯臥撐）。這些練習通常被組合成高強度、快速、連續重複進行的鍛鍊，在美國已是一項大眾皆知的健身運動(Weisenthal et al., 2014)。

2.2 傳統健身運動

身體素質分為三個組成層面：肌肉力量、心肺耐力和運動能力(Malina et al., 2001)，傳統健身主要依賴大型的健身器材，例如：跑步機、仰臥推舉、飛輪等器材。這些器材不只佔到大部分的空間也相當耗費金錢，在重量的部分是追求對肌肉的負重程度，而且重量也比 Crossfit 還要重，訓練時間、休息時間也比 Crossfit 還要長，訓練方法採取組間的方式，每組之間也都會有休息時間，每個人所承受的重量也不盡相同，要按照訓練人的體重及能力來衡量，不然只會造成無形中的運動傷害，沒有訓練到反而讓自己身體受傷，所以傳統健身通常身旁都會有一個教練或陪練者，因為沒有正確的姿勢也會造成訓練者的身體傷害，現代人會為了維持自己的身材和健康之所以開始健身，而且在青少年時期的鍛鍊可以防止慢性疾病的病發，青少年時期的體育鍛煉和健身狀況有很大的機會影響成年人的活動和健身(Malina et al., 2001)。以軍人的角度去理解健身這件事，高強度的訓練目的是在解決數個健身領域的運動，在不斷變化的環境裡要如何改善自己身體和心理的狀態，美國海軍陸戰隊的高強度戰術訓練 (HITT) 對軍事人員中也越來越受歡迎，HITT 的目標是提升心肺適應性、耐力和強度，計畫包括減短訓練時間和訓練量，模擬戰鬥任務的鍛鍊，以便降低設備的成本，而且 CrossFit 的開始實行訓練，也對消防人員的救援和軍人有顯著的幫忙，HITT 有一項特別重要的優勢，就是可以減少訓練的時間而且不會讓身體受到傷害(Haddock et al., 2016)。

(1) 熱身不足

健身沒有讓適當的熱身，很容易讓身體受

傷，不只是健身前要熱身，做每項運動前應該都要做熱身運動，熱身不足不只造成身體的負擔，也會讓接下來的訓練沒辦法發揮最大的能力，肌肉拉傷往往都是因為事前沒有做足熱身運動，熱身運動有助於身體促進預熱的作用，正確的熱身也能促進血液循環及活化大關節，所以熱身不足是很嚴重的事情，不要因為一時貪圖方便而不做熱身運動，導致自己身體上的傷害。

(2) 訓練姿勢不對

每種健身器材會使用到的肌肉和肌群都不同，需要使用正確的姿勢和出力方法，才能夠保護自己的身體不會受傷，如果健身姿勢錯誤，會使肌肉拉傷或發炎，經過長時間的錯誤姿勢，也會讓脊椎和關節帶來額外的傷害，所以健身的時候有一個專業的教練在旁邊輔助是很重要的，自己做錯誤的姿勢只會讓身體沒辦法負擔，反而沒有訓練到卻傷害了身體。

(3) 訓練重量不對

每個人所負擔的重量都不盡相同，要依照訓練者的身高、體重、能力去分配重量，增肌和減肥所非配的重量也都不一樣，RM 是一個重量所能重複的最大次數，如果設定一個人最大負重 20 公斤、重複 10 次是最大極限，那麼第二組訓練就不應該還做一樣的重量或次數，硬撐到相對的重量也會造成身體的負擔和傷害，懂得分配重量也是健身很重要的一環。

(4) 運動過量(沒有適當休息)

運動過量會讓身體越來越累，運動後因為肌纖維損傷，造成肌肉痠痛是很正常的，當要突破自己極限的時候，身體可能一時間沒辦法適應，造成體內沒有足夠的氧氣可以使用，嘔吐是其中一個症狀，而最嚴重的症狀就是造成橫紋肌溶解症，沒有適時的飲水會導致電解質失衡，所以訓練的時候不要逞強，有多少能耐就做多少練習。

(5) 水分補充不足

健身是一件非常消耗體力的運動，健身很容易使身體大量出汗，而且在天氣非常炎熱的狀況下，缺水的狀況會更嚴重，如果沒有適時地補充水分，會讓健身的運動能力下降，所以不是因為感覺到口渴才補充水分，當感覺到口渴的時候，代表身體經處於脫水狀態，並且更容易導致身體肌肉疼痛及抽筋；健身前、中及後都必須補充水份，含有電解質的運動飲料更佳，每次喝也都以少量多次的概念補充水份為佳。

(6) 對機械器材不熟悉

健身前必須先瞭解每樣機械器材的操作流程，才能掌控好機器避免發生受傷及使機器損壞的情況發生，初學者可能會覺得每一項器材

都可以練到全身，而一味的瘋狂做訓練，但事實並不是如此，每一項器材都有它該訓練的部位，必須先熟悉器材之後再做訓練，才会有良好的訓練效果。

(7)健身沒有事先規劃進度

很多人健身都沒有事先做規劃，就只覺得只要訓練就可以讓身體變壯、變精實，但其實良好的健身習慣都是從有事先律定好的規劃及行程，比如說禮拜一訓練背部、禮拜二訓練胸部，飲食也是健身很重要的一環，訓練跟飲食是同時並行的，如果想要增肌，就是必須多攝取熱量、蛋白質及碳水化合物，所以有事情規劃會使得健身訓練效果更好，有經過專業訓練的核心能預防傷害的性能更佳，健身教練會依每個客戶的需求安排屬於每個客戶本身的菜單，核心主要由腰椎組成腹壁的肌肉背部伸肌和腰方肌，還包括很多關節肌肉，有效的訓練核心能增強健身時所需要的肌肉成分以及增強訓練強度(McGill.2010)。

(8)空腹實施訓練

英國拉夫堡大學運動和健康科學的專家羅恩默安說：「不要在空腹時做太多運動，沒有足夠的油，事達不到你需要的運動強度的。」(Ron Moan.2001)，換句話說，如果空腹去健身身體沒有足夠的熱量去燃燒，也將無法從鍛鍊中獲得實質的效益；如果長時間運動且不進食，消耗卡路里的能力就會越來越低，運動強度也很難繼續維持運動和飲食常常被拿人討論因為它們兩個息息相關，也包括健身，最大的功能就是用來減輕體重和減少體內脂肪以及擁有良好的體態，正確的鍛鍊和飲食也是很重要的，但進行耐力運動和降低脂肪時，運動前不適合進食脂肪類的食物，適合在用餐後進行鍛鍊(Paoli et al.,2011)。

(9)健身後沒有收操

人經過長期的健身運動過後，肌肉會處於緊繃的狀態，如果沒有靠拉筋來收操會使隔天的肌肉有明顯的痠痛情形，如果肌肉痠痛就沒辦法繼續做高強度的訓練，你的健身規劃也會因此停擺，收操的原理很簡單，就是讓訓練後緊繃的肌肉得到放鬆的空間，使肌肉能恢復到原本的狀態，如果沒有得到適當的休息，只會導致下一次運動時狀態不好，所以健身完收操跟訓練是一樣重要的事。

(10)器材故障情形

任何機械在運轉情況下都會發生無法避免的故障，初期出現異常的現象時，若未及時處理可能造成後續嚴重故障，應該要提早偵測故障問題，宜建立一個維護及保養器材的作業，當健身人員突然遇到器材故障時也會導致人員的受傷，而造成無法預料的憾事。

2.3 失效模式與影響分析(FMEA)

潛在的失效模式和後果分析 (Failure mode and effects analysis, FMEA) 作為一種預測用的預防措施工具，FMEA 的主要目的是防止將來發生錯誤並評估有風險的故障，所以將所有的資源分配給最嚴重且最危險的風險項目，失效模式與影響分析(FMEA)，又稱為後果分析與失效模式、效應分析與失效模式等，是一種運作且規劃的過程，簡單的說明是對系統內所有可能發生的失效模式加以說明，方便按照嚴重程度加以分析並分類，並且尋找到失效模式對於該系統範圍的影響程度。FMEA 廣泛應用於製造業及服務業產品生命週期的每個步驟。失效原因是指經過設計程序、加工處理中的項目或物品本身存在的所有問題和錯誤，尤其是那些將會對買家造成影響的問題和錯誤；失效原因可分為潛在的和實際的，影響分析指的是對於這些失敗原因之處的調查研究。

在完成上述 3 個基本步驟之後，要計算的就是風險優先級數(英文: Risk Priority Numbers, RPN)。風險順序數 $RPN(\text{Risk of Priority Number}) = \text{嚴重度}(S) \times \text{頻度}(O) \times \text{偵測度}(D) = 10 \times 1 \times 100$ 分，當多個失效模式的 RPN 數值一樣時，優先順序為：嚴重度>發生度>偵測度。

2.4 層級分析法(AHP)

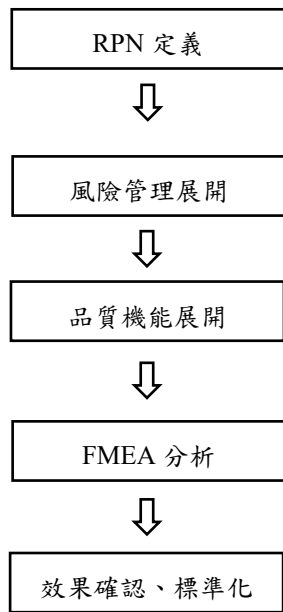
層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 為 1971 年 Thomas L. Saaty (匹茲堡大學教授) 所推論出來的一套研究方法，主要應用在不確定情況下及具有多數個評估準則的決策問題上。AHP 法的理論淺顯易懂，而且又非常具有實用性，所以從此理論發展以來，各國的研究單位都拿此理論來討論，至今已應用得相當普遍。層級分析法主要是將一繁雜的問題逐步分解、分析、計算，建構成一個層級網(層級架構)使研究者可簡單又明確分析問題及從中得到相關資訊以利選擇最佳方案並大幅減少決策發生錯誤的機率。

1. 確認問題

一開始要瞭解問題的所在，對問題下明確的定義後，才能清楚瞭解決策目的。尤其是在應用層級分析法時，完全瞭解問題方向，才能對評估要素分析及解說。將問題擴大所處的系統，可能影響因子均需列入問題當中，同時成立規劃的群體，對問題的範圍加以界定及定義。

2. 列舉各評估要素

經由德菲爾(Delphi method)、腦力激盪法(brainstorming method)、文獻收集等方式，將所有有關的問題和因子列出，此時暫時不考慮其順序與相關性。



圖一：FMEA 流程圖

3. 建立層級結構圖

層級的層次可以視問題的需要衍生很多不同的多層次，每一層級與上一層級之關係要自然，不可過於勉強和不符合邏輯，層級的建構沒有一定的建構方法，亦無一定的建立程序。

4. 設計成對比較訪談表格

每一層級要素在上一層級某一要素作為評估基準下，進行兩兩比較，在 1 到 9 的尺度下，讓受訪者填寫(勾劃每一成對要素間的比較尺度)，問卷必須明白且清楚的設定每一成對比較的問題，並附上詳細的操作說明。

5. 進行專家問卷調查

成對比較矩陣的元素數值，全部由上述的步驟結果所得，將每人之判斷值予以幾何平均即可建立成對比較矩陣。

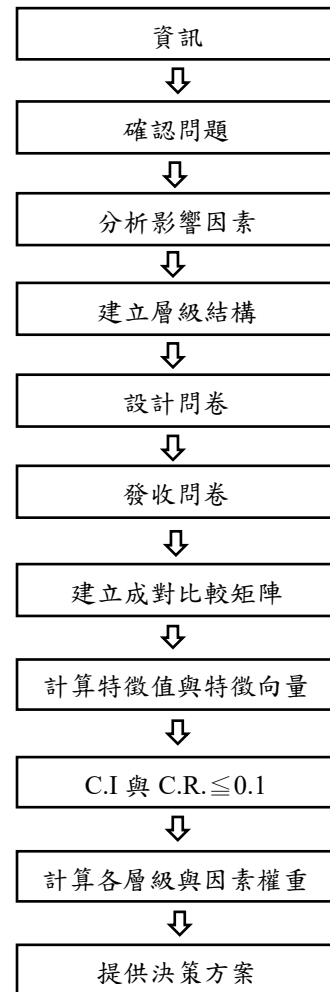
6. 建立成對比較矩陣

成對比較矩陣求得後，使用數值分析中的特徵值解法求取特徵向量，再根據此最佳的向量計算最大特徵值。(1)求取優勢向量 (2)求取最大特徵值。

7. 檢定一致性(Consistence Index)

為確保問卷內容的正確性，必須依照特徵向量進行一致性檢定，亦即計算各層級一致性比率，和整層級一致性比率。一致性比率值必須小於 0.1 才是可接受的範圍，否則表示層級的要素關聯有問題，必須針對所有因素與關聯分析進行重新比對。

- (1)一致性指標(CI)： $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
 (2)一致性比例(CR)： $CR = \frac{CI}{RI}$



圖二：AHP 流程圖

表一：層級分析法之評估尺度及說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	兩因素同等重要
3	稍重要	經驗判斷上稍偏向某因素
5	頗重要	經驗判斷上偏向某因素
7	極重要	經驗判斷上極偏向某因素
9	絕對重要	絕對喜好某因素
2、4、6、8	相鄰尺度中間值	折衷值

參、研究方法

使用 AHP 方法求 SOD 的權重減少信息的不確定性、不準確性和資訊遺失。解題步驟如下：

本研究首先分析影響健身之相關因素，並訂定問卷針對台灣知名品牌健身房三位專業健身教練實施調查。依序以暖身、重量及飲食三大個層面著手調查；第一層面以重量訓練為軸：熱身不足、健身後沒有收操、運動過度，第二層面以外在環境為軸：訓練姿勢不對、訓練重量不對、對機械器材不熟悉、健身沒有事先規劃進度，第三層面以內在環境為軸：缺乏蛋白質補充、水分補充不足、空腹實施訓練，再藉由問卷回饋得到數值之分析得到相關權重，得知哪項要素占較大之權重；風險管理對於識別和評估各種風險類型非常有幫助。有幾種方法可以

分析風險分析過程。FMEA 是其中一種方法。FMEA 方法使用定性歸納法，並使用三個值（嚴重性，出現，檢測）進行分類，等級 1 = 低風險級別，等級 10 = 高風險級別，本文的研究步驟如下：步驟 1. 組成一個優良團隊，分析健身受傷的風險。步驟 2. 在三位專家對健身受傷風險進行分析和評估之後，列出了可能的受傷原因，如表二所示。步驟 3. 專家確定發生受傷的 S, O 和 D 的評估等級，這三位專家根據表三、四和五決定不同的受傷原因，以決定各種 S, O 和 D 級別。步驟 4. 比較 FMEA、AHP，以計算得出的風險等級之間的差異，兩種方法的計算結果比較風險等級，以降低重複率為優。步驟 5. 計算受傷風險中的最大值質量矩陣，然後可以得到新的 EWGAHP 排序，如表九所示。

表二：健身可能發生的受傷風險 (Chin et al., 2008)

項目	可能受傷	可能的後果	失敗的原因	解決的方法
1	熱身不足	肌肉拉傷	身體肌腱沒有伸展	熱身
2	訓練姿勢不對	肌肉拉傷/肌肉發炎	沒有專業教練輔助	尋找專業人員/ 健身教練
3	訓練重量不對	肌肉拉傷/骨骼受傷	沒有專業教練建議	尋找專業人員/ 健身教練
4	運動過量(沒有適當休息)	熱衰竭/肌纖維受損	沒有適當休息	適當休息
5	水分補充不足	脫水/熱衰竭	沒有適當補充水分	適時補充水分
6	對機械器材不熟悉	身體負擔/肌肉拉傷/ 人員受傷	不懂器材如何使用	尋找專業人員/ 健身教練
7	健身沒有事先規劃	人員受傷	沒有規律的健身	尋找專業人員/ 健身教練
8	空腹實施訓練	暈眩/力氣大小	身體沒有熱量燃燒	健身前補充熱量
9	健身後沒有收操	肌肉拉傷/肌纖維受損	身體肌腱沒有放鬆	適時收操
10	器材故障情形	人員傷亡	身體肌腱沒有伸展	不可避免/事前 檢查

表三：危險因素為嚴重度下健身風險的等級評定 (Chin et al., 2008)

嚴重程度影響	嚴重程度的含義	等級
機率極高	熱身不足/運動過度/對機械器材不熟悉	5
機率高	訓練姿勢不對/訓練重量不對	4
機率中等	水分補充不足/空腹實施訓練.	3
機率低	健身後沒有收操/器材故障情形/健身沒有事先規劃進度	2
機率極低	無任何影響	1

表四：危險因素為發生度下健身風險的等級評定 (Chin et al., 2008)

可能的風險原因	風險次數	等級
機率極高:幾乎會發生風險	100 個中有 10 個	5
機率高:有可能會發生風險	100 個中有 1 個	4
機率中等:不一定會發生風險	100 個中有 0.5 個	3
機率低:有可能不會發生風險	100 個中有 0.1 個	2
機率極低:幾乎不會發生風險	100 個中有 0.05 個	1

表五：危險因素為偵測度下健身風險的等級評定 (Chin et al., 2008)

可檢測性	標準	等級
沒有	健身器材不會和/或絕對無法檢測到潛在的原因/機器和後續的風險因子	5
稀有的	健身器材將不會和/或可能不會通過檢查發現潛在的原因/機器和後續的風險因子	4
難的	通過檢測極少的未能檢測到潛在故障/機器和後續發生風險因子的機會	3
非常低	通過檢測失敗的可能性低，無法檢測到潛在故障/機器和後續發生風險因子的原因	2
低的	機器的設計控件不太可能檢測到潛在的故障/機制及後續發生風險因子	1

肆、研究分析

健身受傷風險的失效原因如表六。使用傳統的 FMEA 方法是計算 S、O 和 D 風險因子乘積的 RPN 值，並使用 RPN 值評估受傷風險的等級。依照表六計算出健身不同受傷風險項目的 RPN 值，結果如表七所示(Strohmandl et al. (2019) method)。

以常理來比較 RPN 和 GRPN，GRPN 會優於 RPN，這是因為 RPN 可以視為 GRPN 的特別例子。因此，使用 GRPN 評估系統風險，比評估傳統的 RPN 方法較合適；當 S、O 和 D 的權重相同時，通過 RPN 方法和 GRPN 獲得的風險排名順序是一致的，但 S、O 和 D 的權重不相同，則 GRPN 方法可以減少重複發生的 RPN。例如，如果將失效模式效應的嚴重性加權為 0.33，則將其發生概率加權為 0.33，將檢測到

故障的概率加權為 0.33(Yung-Chia Chang et al. (2019) method)。如表八所示，可以由九種不同的組合形成六種 S、O 和 D。

AHP 主要應用在不確定情況下及具有多數個評估準則的決策問題上，AHP 方法的理論淺顯易懂，而且又非常具有實用性；使用表 5 中的 S、O 和 D 值作為評估值，通過 AHP 計算軟件計算 AHP 值的權重，再將以下項目加以排序，表 9 顯示了健身不同受傷風險項目的 EWGAHP 值。

如果將受傷風險影響的嚴重性加權為 0.5，則將其發生概率加權為 0.3，將檢測到受傷的概率加權為 0.2；如表九所示，可以由 S、O 和 D 的解等於 8 得到 9 種不同組合模式(Yung-Chia Chang et al. (2019)，以表十為例，EWGAHP 方法可以減少重複的發生。

表六：專家判斷受傷風險原因 S，O 和 D

項目	受傷原因	專家	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>
1	熱身不足	專家 1	8	5	4
		專家 2	7	5	6
		專家 3	7	5	4
2	訓練姿勢不對	專家 1	8	6	3
		專家 2	9	5	3
		專家 3	8	6	4
3	訓練重量不對	專家 1	7	8	4
		專家 2	5	7	2
		專家 3	7	7	4
4	運動過量(沒有適當休息)	專家 1	8	4	5
		專家 2	6	2	7
		專家 3	5	4	6
5	器材故障情形	專家 1	9	2	4
		專家 2	10	3	6
		專家 3	9	2	4
6	水分補充不足	專家 1	9	3	6
		專家 2	9	4	7
		專家 3	8	4	6
7	對機械器材不熟悉	專家 1	8	6	1
		專家 2	8	7	3
		專家 3	5	6	2
8	健身沒有事先規劃進度	專家 1	6	4	4
		專家 2	5	5	4
		專家 3	5	5	3
9	空腹實施訓練	專家 1	7	6	3
		專家 2	5	4	1
		專家 3	6	5	1
10	健身後沒有收操	專家 1	7	3	5
		專家 2	7	4	3
		專家 3	8	5	3

表七：健身風險每個項目的 RPN 值

項目	受傷風險原因	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	RPN	排序
1	熱身不足	7	5	5	175	2
2	訓練姿勢不對	8	6	3	144	3
3	訓練重量不對	6	7	3	126	4
4	運動過量(沒有適當休息)	6	3	6	108	6
5	器材故障情形	9	2	5	90	8
6	水分補充不足	9	4	6	216	1
7	對機械器材不熟悉	7	6	2	72	9
8	健身沒有事先規劃	5	5	4	100	7
9	空腹實施訓練	6	5	2	60	10
10	健身後沒有收操	7	4	4	112	5

表八：有關健身受傷風險的 GRPN 列表

項目	受傷風險原因	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	GRPN	排序
1	熱身不足	(s7, 0.33)	(s5, 0.00)	(s5, -0.33)	4.674	1
2	訓練姿勢不對	(s8, 0.33)	(s6, -0.33)	(s3, 0.33)	4.557	3
3	訓練重量不對	(s6, 0.33)	(s7, 0.00)	(s3, 0.33)	4.473	4
4	運動過量(沒有適當休息)	(s6, 0.33)	(s3, 0.33)	(s6, 0.00)	4.271	5
5	器材故障情形	(s9, 0.00)	(s2, 0.33)	(s4, 0.33)	3.867	8
6	水分補充不足	(s9, 0.33)	(s4, -0.33)	(s5, -0.33)	4.576	2
7	對機械器材不熟悉	(s7, 0.00)	(s6, 0.33)	(s2, 0.00)	3.839	9
8	健身沒有事先規劃	(s5, 0.33)	(s5, -0.33)	(s4, -0.33)	3.868	7
9	空腹實施訓練	(s6, 0.00)	(s5, 0.00)	(s2, -0.33)	3.229	10
10	健身後沒有收操	(s7, 0.33)	(s4, 0.00)	(s4, -0.33)	4.066	6

表九：健身不同受傷風險的 EWGAHP 值

項目	受傷風險原因	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	EWGAHP	排序
1	熱身不足	7	5	5	5.40	1
2	訓練姿勢不對	8	6	3	4.80	2
3	訓練重量不對	6	7	3	4.70	4
4	運動過量(沒有適當休息)	6	3	6	4.58	5
5	器材故障情形	9	2	5	3.39	8
6	水分補充不足	9	4	6	4.73	3
7	對機械器材不熟悉	7	6	2	3.16	9
8	健身沒有事先規劃	5	5	4	4.40	6
9	空腹實施訓練	6	5	2	2.61	10
10	健身後沒有收操	7	4	4	4.38	7

表十：S、O、D 組合產生的 RPN 為 8

<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	算術平均法	幾何平均法
1	1	8	0.24	1.52
1	2	4	0.24	1.53
1	4	2	0.24	1.54
1	8	1	0.24	1.57
2	1	4	0.24	1.55
2	4	1	0.24	1.58
4	1	2	0.24	1.6
4	2	1	0.24	1.61
8	1	1	0.24	1.7

伍、結論與建議

本文提出了一種 AHPGRPN 方法作為一種新的風險評估排序技術，用於處理健身受傷風險評估信息的不確定性、不準確性、資訊遺失和降低重複率，因 RPN 的常規計算無法考慮所有全面的信息，導致不公正考慮每個 S、O 和 D 的權重。本文也彙整專家意見進而了解健身的

風險，為了證明此方法有它的應用價值，以健身受傷風險為例，結果表明此方法可以有效解決信息不全的風險評估問題，也為喜好健身的人提供更加合適且準確的風險排序，藉此也讓大眾瞭解健身潛在的風險，互相驗證研究結果，提供未來有需要健身或規劃健身之管理者尋找訓練方針時有依據可循。

參考文獻

- [1] Sekendiz, Betul., "Implement cardiovascular benefits of physical activity and fitness in youth", *Med Sci Sports Exerc* 24.6 Suppl, pp.237-S247, 1992.
- [2] Claudino, João Gustavo, et al. "CrossFit overview: systematic review and meta-analysis", *Sports medicine-open* 4.1, pp.11, 2018.
- [3] Aragon, Alan A., et al. "International society of sports nutrition position stand: diets and body composition." *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 14.1, 16, 2017.
- [4] Schmidt, Benedikt, et al. "Fitness tracker or digital personal coach: how to personalize training." *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers.*, 2015.
- [5] Sekendiz, Betul. "Implementation and perception of risk management practices in health/fitness facilities." *International Journal of Business Continuity and Risk Management* 27, pp. 165-183, 2004.
- [6] Poston, Walker SC, et al. "Is high-intensity functional training (HIFT)/CrossFit safe for military fitness training?." *Military medicine*, pp. 627-637, 2006.
- [7] Cao, Xinzhu, and Yong Deng. "A new geometric mean FMEA method based on information quality." *IEEE Access*, pp.95547-95554, 2009.
- [8] Malina, Robert M. "Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood." *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, pp.162-172, 2016.
- [9] Arabian-Hoseynabadi, H., Oraee, H., Tavner, P.J., 2010. Failure modes and effects analysis (FMEA) for wind turbines. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, pp.817-824, 2004.
- [10] Hunt, Andrew. "Musculoskeletal fitness: the keystone in overall well-being and injury prevention." *Clinical Orthopaedics and Related Research*, pp.96-105, 2003.
- [11] Gabbett, Tim J. "The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?." *British journal of sports medicine*, pp.273-280, 2016.
- [12] McGill, Stuart. "Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention." *Strength & Conditioning Journal*, pp.33-46, 2010.
- [13] Paoli, Antonio, et al. "Exercising fasting or fed to enhance fat loss? Influence of food intake on respiratory ratio and excess postexercise oxygen consumption after a bout of endurance training." *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, pp.48-54, 2001.
- [14] Haddock, Christopher K., et al. "The benefits of high-intensity functional training fitness programs for military personnel." *Military medicine*, pp.1508-1514, 2016.
- [15] Ayyub, B. M. *Risk analysis in engineering and economics*, Chap. 2, Chapman & Hall/CRC, New York, pp.33–113, 2013.
- [16] Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome—a new worldwide definition. *Lancet*, pp.1059–62, 1991.

- [17] AINSWORTH, B., W. L. HASKELL, A. S. LEON, et al. Compendium of physical activities: classification of energy cost of human physical activities. *Med. Sci. Sports Exerc.*, pp.71–80, 1993.
- [18] Tsai, Y. T., “Applying a Case-Based Reasoning Method for Fault Diagnosis During Maintenance,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, pp.2431-2441, 2007.
- [19] Kim BI, Oh S, Shin J, et al. Effectiveness of vehicle reassignment in a large-scale overhead hoist transport system. *Int J Prod Res.* pp.789–802, 2007.
- [20] Bayo-Moriones A, Bello-Pintado A and Merino-Díaz de Cerio J. 5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance. *Int J Qual Reliab Manag.* pp.217–230, 2001.
- [21] Korkut DS, Cakıcıer N, Erdinler ES, et al. 5S activities and its application at a sample company. *Afr J Biotechnol.* pp.1720–1728, 2009.
- [22] Vikhagen, E., "TV Holography : Spatial Resolution and Signal Resolution in Deformation Analysis", *Appl. Opt.* pp. 420-425, 1991.

Combination of fitness training and risk management using FMEA and AHP

Chia-Chun, Lin

Department of Management Sciences, ROC Military Academy, Kaohsiung, 830

Abstract

There are many types of fitness equipment and equipment. In fact, equipment in schools or parks can also be used as one of fitness equipment. Doing core muscles at home can actually be considered as a part of fitness, but the benefits will not be too high. Leanness still needs the assistance and training of equipment; young people are one of the biggest customers of the fitness group. Modern people pursue a lean body and start to train their body, but in fact, many wrong postures often cause their own physical risks and fail to do a good job. Warm-up exercises are also part of the physical injury; people who lack exercise will reduce their physical fitness, gain weight, and develop hidden diseases, such as high blood pressure, diabetes, and other symptoms. In addition, the proportion of Taiwan's elderly population is gradually increasing, and more and more the elderly use exercise to prevent aging and exercise their muscles and bones. Fitness-related sports performance and general activities in daily life are important to the body, such as walking, climbing stairs, sitting or sleeping. Nowadays, more and more fitness athletes are engaged in fitness, because all sports require heavy training to build muscle mass, but higher training volume will increase the chance of injury, but there is also evidence to prove that proper training is harmful to injury. It has a protective effect, which is known as rehabilitation. The quality of each body is also closely related to the risk of injury. To exercise the body's ability to protect against injury, it is necessary to do high-intensity training and preparation, and it also emphasizes the reduction of work. The burden may not be the best way to prevent injuries (Gabbe, 2016). This paper will discuss the development and risks of fitness training.

Key words : Stretching, fitness training, gym, sports injury, CrossFit hybrid fitness, risk management, hierarchical analysis