

## 以台灣人體生物資料庫探討運動量與骨質疏鬆的相關性

黃偉倫、許喬琳、賴政延\*

### 摘要

隨著年齡老化，人體骨質流失造成骨質疏鬆症，導致骨折的危險性增加，影響生活品質甚鉅。體能運動與骨質疏鬆的關係密切，許多研究曾提出運動量不足和骨質疏鬆的相關性。本研究透過台灣人體生物資料庫所收集的大規模臺灣社區民眾健康資料，包括個人基本資料、生活型態及運動習慣調查、骨質密度與其他身體檢查數值，利用量化的方式計算參與者的運動量，並加以分組，試圖分析運動量與骨質疏鬆風險的相關性。本研究發現，40 歲以上成年人達到世界衛生組織所建議的「每週 150 分鐘以上的中高強度運動」，相對於沒有運動習慣的族群，有較低的骨質疏鬆風險。

**關鍵字：**運動量、生活習慣、骨質疏鬆

---

黃偉倫，國立臺東大學理工學院生物醫學碩士學位學程研究生，臺北榮民總醫院臺東分院家庭醫學科主治醫師。Email: tarokopacific@gmail.com

許喬琳，高雄榮民總醫院健康管理中心主治醫師。Email: jolindr0610@gmail.com

賴政延（通訊作者），國立臺東大學理工學院生物醫學碩士學位學程助理教授，台東馬偕紀念醫院醫學教育研究部資深助研究員。Email: g140.g140@mmh.org.tw

投稿日期:2021 年 6 月 28 日;修改日期:2021 年 7 月 16 日;通過日期:2021 年 7 月 25 日。

## Association between Physical Exercise Amount and Osteoporosis: A Cross-Sectional Taiwan Biobank Study

Wei-Lun Huang, Chiao-Lin Hsu, Jerry Cheng-Yen Lai\*

### Abstract

**Objectives:** To investigate the association of physical exercise amount and osteoporosis among community-dwelling adults from Taiwan Biobank.

**Material and Methods:** This retrospective cross-sectional study recruited people aged 40 years and older who attended a personal data and lifestyle survey, diet and exercise questionnaire, body checkup and bone density examination in Taiwan Biobank during 2012 to 2019. Participants' monthly physical exercise amount was categorized into non-, light, moderate and vigorous levels. Bone mineral density (BMD) was measured by quantitative ultrasound. Osteoporosis was defined according to the World Health Organization as BMD T-score less than or equal to -2.5. Multiple logistic regression analysis was applied to determine independent factors associated with osteoporosis.

**Results:** Among 79617 participants recruited for this study, 36491(45.8%) had regular exercise habit, and 9108(11.4%) were diagnosed with osteoporosis. After adjusting for monthly exercise amount, age, sex, education level, marital status, place of residence, current smoking status, body mass index, waist circumference, and body fat percentage, we found moderate and vigorous physical exercise amount remained at a significant level for lower risk of osteoporosis (OR: 0.82; 95% CI: 0.77-0.88;  $P < .001$  and OR: 0.68; 95% CI: 0.64-0.72;  $P < .001$ ) in multiple logistic regression.

**Conclusions:** Moderate and vigorous monthly physical exercise amount was associated with lower osteoporosis risk among community-dwelling adult.

**Keywords:** physical activity, exercise, lifestyle, osteoporosis

---

Wei-Lun Huang, Student, College of Science and Engineering, National Taitung University. Family Physician (MD), and Department of Family Medicine, Taipei Veterans General Hospital Taitung Branch, Taitung, Taiwan. Email: tarokopacific@gmail.com

Chiao-Lin Hsu, Family Physician (MD), Health Management Center, Kaohsiung Veterans General Hospital, Kaohsiung, Taiwan. Email: jolindr0610@gmail.com

Jerry Cheng-Yen Lai (Corresponding Author), Assistant Professor, College of Science and Engineering, National Taitung University, and Senior Assistant Researcher (PhD), Department of Medical Research, Taitung MacKay Memorial Hospital, Taitung, Taiwan. Email: g140.g140@mmh.org.tw

## 壹、前言

### 一、動機與目的

骨質疏鬆症(Osteoporosis)是一種因骨量減少或骨質密度降低而使骨骼微細結構發生破壞的疾病，骨質密度下降的結果導致骨骼結構脆弱，造成脆弱性骨折的危險性增加。在台灣，年齡大於 65 歲的老年人口自 2018 年底已經突破總人口的 14%，如此人口老化速度位居世界第二，而老年人口預估將在 2025 年進一步提升至 20%，宣告台灣正式進入超高齡社會(Aspray, T.J. and T.R. Hill, 2019)。骨質疏鬆症的最大宗成因為高齡與老化，因此的骨質疏鬆的盛行率也將隨著人口老化的現象而上升。骨質疏鬆症是沉默的殺手，大多數患者無明顯症狀，約只有三分之一的病患會出現疼痛、駝背、身高變矮等徵候(Hu, H.M., 2020)，除了壓迫性骨折帶來的疼痛症狀會影響生活品質以外，最大的公共衛生議題就是隨之而來的脆弱性骨折、失能、失智、感染、死亡風險增高等，對於家庭照護壓力及社會醫療資源耗損甚鉅。因此，及早發覺並診斷骨質疏鬆，辨識高風險族群，找出危險因子早期介入、促進健康是刻不容緩之事。

### 二、背景介紹

根據國際骨質疏鬆基金會(IOF, International Osteoporosis Foundation)針對亞太地區所做的亞洲觀察報告(Asia-Pacific Regional Audit)及台灣地區流行病學資料估計，2013 年，我國五十歲以上人口之 32%患有骨質疏鬆症，未來至 2025 年，預估比例將上升至 42% (Wu, C.H., et al., 2014)。然而，多數民眾並不知道自己患有骨質疏鬆，常常是發生脆弱性骨折後才發覺骨質流失的嚴重性。骨質疏鬆的危險因子除了老化、鈣質與維生素 D 缺乏之外，糖尿病及類風濕性關節之類固醇使用也有相關性。生活型態部分，如靜態生活、缺乏運動、攝取過量酒精及吸菸等也都有研究指出和骨質流失相關。也有研究指出骨質疏鬆與其他系統性疾病相關，例如失智症及慢性阻塞性肺病。但針對其他生活型態如喝茶、喝咖啡、睡眠型態、運動型態、肉類攝取等和骨質疏鬆的相關性仍待研究。目前已知骨質疏鬆的危險因子有老化、低身體質量指數(BMI) (De Laet, C., et al., 2005)、全身性共病：如糖尿病(Walsh, J.S. and T. Vilaca, 2017)、自體免疫疾病：如類風濕性關節之類固醇使用(Compston, J., 2018))、不良生活習慣：如運動量不足(Curtis, E., et al., 2015)與吸菸(Cosman, F., et al., 2014)，更關鍵的因素是，跌倒經常是促發脆弱性骨折的重要事件，95%骨鬆性腕骨骨折都是源自跌倒(Yang, Y., et al., 2020)，而跌倒的預防除家中具備防跌設施外，平日運動增加柔軟度、肌肉量、肌耐力

及關節靈活度都是減少跌倒風險的對策。體能運動與骨質疏鬆的關係非常密切，過去也很多研究提出運動量不足和骨質疏鬆的相關性，也有多篇隨機對照試驗研究發現高強度運動可以預防 65 歲以上長者骨質疏鬆(Dieli-Conwright, C.M., et al., 2018; Watson, S.L., et al., 2018)，但很少真實世界的文章能歸納出客觀運動量和預防骨質疏鬆症的相關性，因為真實世界參與者的運動型態、強度及頻率變化多端，難以進行量化與隨機對照試驗研究。

### 三、代謝當量(metabolic equivalent of task, MET)

代謝當量簡稱 MET，臨床上常作為運動訓練和活動處方的參考值，可針對心肺體適能進行量化分類(Franklin, B.A., et al., 2018)。MET 為休息時的代謝速率，一個 MET 定義為靜坐著不動時消耗的能量，而成人平均每分鐘每公斤消耗 3.5 毫升氧氣或是每小時每公斤體重會消耗 1 仟卡熱量(Jetté, M., K. Sidney, and G. Blümchen, 1990)。代謝當量可以簡單理解為單位時間內，不同身體活動型態所消耗的能量，例如散步的 MET 為 2，爬樓梯的 MET 為 4，而慢跑的 MET 為 8，根據 2019 年美國衛生福利部發表的成人運動指引(Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition, 2019)，如下表所示(Piercy, K.L., et al., 2018)：

運動	Biobank 代碼	MET	運動	Biobank 代碼	MET
散步	10	2	羽毛球	81	4.5
慢跑	20	8	桌球	82	4
健走	30	5	足球	83	7
跳繩	40	7	高爾夫球	84	4.3
游泳	50	8	槌球	85	2.5
體操	61	7	網球	86	8
甩手運動	62	3	籃球	87	8
瑜珈	63	3	其他球類	88	4
外丹功	71	3	有氧舞蹈、跳舞機	100	4
內丹功	72	3	土風舞、國際標準舞	101	4
法輪功	73	3	騎單車(或腳踏車機)	110	6
元極舞	74	3	爬山	120	7
太極拳	75	3	重量訓練(如舉重)	130	5
香功	76	3	爬樓梯	140	4
其他氣功	77	3	搖呼拉圈	150	4

MET 大於或等於 3 且小於 6 定義為中強度(moderate)身體活動( $3 \leq \text{MET} < 6$ )，6 以上的 MET 則為高強度(vigorous)身體活動(Sallis, J.F., et al., 1985)。將各種不同的身體活動轉換為以 MET 為單位的運動強度，與每月運動時間加乘，代表每月運動量。再依據不同的月運動量探討與骨質疏鬆風險之相關性。同時，不同性別、年齡層及身體質量指數的總運動量和骨質疏鬆風險的相關性也是本研究主要探討議題。

## 貳、研究對象與方法

### 一、資料來源

本研究個案資料收集，取自中央研究院臺灣人體生物資料庫於 2019 年 12 月 31 日釋出之檔案。臺灣人體生物資料庫於 2012 年 10 月 24 日取得衛生福利部核發設置許可[衛署醫字第 101026471 號]，正式展開生物資料庫運作。自 2012 年 11 月 8 日正式邀請 20 萬名一般民眾參與，召集年齡介於 30-70 歲的參與者，收集問卷資料(包括基本人口學、個人健康行為、生活環境、飲食狀況、家族疾病史、女性相關問題及中醫體質)、非侵入性身體檢測資料(身體質量指數、體脂肪率、腰圍、臀圍、腰臀圍比、血壓、心跳、肺功能、簡短智能測驗，肺功能檢查及骨質密度檢查)、血液檢查(血液學、血清學、肝膽功能、腎臟功能及病毒血清)與尿液檢驗。目前資料庫設置取得設置許可[衛部醫字第 1041669272 號]，效期展延至 2121 年 10 月 23 日止。臺灣人體生物資料庫倫理委員會(簡稱 EGC)於 2013 年 8 月 26 日決議本資料庫進行資料釋出試行使用，於 2014 年 9 月 1 日正式進行社區群體參與者的資料釋出申請。本研究申請到的受試者資料為編碼方式，原始檔案已將參與者身分去除連結，資料的處理與分析僅為計畫主持人之學術研究使用。本研究同時獲得高雄榮總人體試驗倫理委員會審查委員授權，案號為 KSVG20-CT10-11。

### 二、基本資料收集

本研究變相包括問卷資料(基本人口學、個人健康行為、個人疾病史)、非侵入性身體檢測資料(身體質量指數、體脂肪率)。骨質密度分數(T-score)。教育程度分為大學(含)以上，中學學歷及小學(含)以下。都市化程度區分為都市、都市近郊及農村(Liu, C.-Y., et al., 2006)。個人健康行為包含各項運動及其他身體活動，個人疾病以問卷方式蒐集，身高以校正過之標準身高計，以公分為單位測量，記錄數據精確至 0.1 公分。體重使用站立型身高體重測量器，以公斤為單位，記錄數據精確至 0.1 公斤。體脂肪率以生物阻抗分析法分析，以百分比為單位，記錄數據精確至 0.1 公斤。骨質密度檢查

以定量超音波骨密儀器(QUS)：GE Lunar Achilles In Sight bone densitometer (GE Healthcare, Waukesha, WI, USA)分析測量結果，紀錄骨質密度 T-score 分數，並根據世界衛生組織疾病分類定義骨質疏鬆為 T-score  $\leq$  -2.5。

### 三、研究族群

本研究納入資料庫第一波收案對象計 105,385 名參與者，我們排除年齡小於 40 歲之參與者(n=23,524)，並排除未回答運動種類(n=268)或運動種類難以判定其運動量(n=1,967)之參與者，總共留下 79,617 人進入研究分析。

### 四、運動量計算

參與者所回答之運動與身體活動名稱如下圖所示：

運動名稱及代號：			
010 散步	071 外丹功	081 羽毛球	100 有氧舞蹈、跳舞機
020 慢跑	072 內丹功	082 桌球	101 土風舞、國際標準舞
030 健走	073 法輪功	083 足球	110 騎單車(或腳踏車機)
040 跳繩	074 元極舞	084 高爾夫球	120 爬山
050 游泳	075 太極拳	085 槌球	130 重量訓練(如舉重)
061 體操	076 香功	086 網球	140 爬樓梯
062 甩手運動	077 其他氣功【請寫出】	087 籃球	150 搖呼拉圈
063 瑜珈		088 其他球類【請寫出】	160 其他【請寫出】

(□88 不知道 □77 拒答)

首先，我們將上圖之運動種類轉換為代謝當量(MET)，藉此以數值方式來呈現不同運動型態所消耗的能量。根據美國史丹福大學五大城市的體能活動評估的研究計畫，定義 6 MET 以上身體活動為高強度活動(vigorous activity)，中強度活動(moderate activity)為 3 至 6 MET，輕度活動(light activity)則為 3 MET 以下[11]。世界衛生組織建議，成人每週運動量應至少做 150 至 300 分鐘的中等強度的運動，或至少 75 至 150 分鐘的高強度運動(Organization, W.H., 2020)。據此標準，本研究將參與者每月運動量加總計算，定義月運動量中度(moderate)為 3 MET 乘以 150 分鐘再乘以 4 週，總消耗能量數值為 1800(monthly physical activity amount)，數值小於 1800 定義為輕度(light)月運動量，而高度(vigorous)月運動量則以 6 MET 乘以 150 分鐘再乘以 4 週，數值為 3600 以上。總結，依據參與者每月運動能量的多寡，分類為無運動習慣、月運動量輕度(light)、月運動量中度(moderate)與月運動量重度(vigorous)，共四個組別。

## 五、骨質疏鬆定義

根據世界衛生組織(WHO)於 1994 公佈成年人骨質疏鬆症的定義為『一種因骨量減少或骨質密度降低(low bone density)，而當骨質密度檢查 T 值(T-score)等於或小於-2.5 時則診斷為骨質疏鬆症。

## 六、統計方法

### (一) 資料輸入：

以 Microsoft Access 2007 版作為資料建檔與處理軟體，所有資料需譯碼後輸入，並使用研究軟體 SAS statistical software for Windows (Version 9.4; SAS Institute, Cary, NC, USA)分析。

### (二) 統計方式：

參與者之人口學及過去病史描述類別變相以百分比(%)描述，連續變相以平均值及標準差(SD)做描述。連續變項使用單因子獨立變異數分析(Analysis of Variance, ANOVA)，類別變項則使用卡方檢定比較不同組的差異。將各變象置入多元邏輯斯迴歸分析(Multiple logistic regression analysis)，測量相關勝算比(Odds Ratio, OR)，找出骨質疏鬆的顯著危險因子。再依據性別、年齡(65 歲以上和以下)、BMI(24 以上和以下)做分層分析，探討不同族群的相關危險因子。所有的 p 值都是雙尾分析，小於 0.05 視為有達到統計上顯著的差異。

## 參、結果

### 一、參與者之基本特徵

表格 1 比較無運動習慣(n=43,126)、輕度月運動量(n=4,720)、中度月運動量(n=10,680)和重度月運動量(n=21,091)的參與者四組之間的人口統計學、健康行為和其他臨床變項。我們發現所有參與者當中，無運動習慣者仍超過半數(54.2%)，有運動習慣者佔了 45.8%。參與者男女比例以女性居多，佔 64.4%。年齡層以 50 至 60 歲最多(39.1%)，其次為 40 至 50 歲(30.8%)，高齡者(年齡 65 歲以上)佔總參與者的 11.9%。婚姻狀態以已婚者居多(77.9%)。居住地以都市居多(40.8%)，其次為都市近郊(31.2%)。教育程度以中小學為大宗。生活習慣方面，有 27.2%曾有吸菸行為。女性參與者當中，多數已無月經。無論性別、婚姻狀態、年齡層、BMI、學歷、居住地、吸菸行為、女

性月經狀態，及骨質密度，在無運動習慣組、輕度月運動量組、中度月運動量組與重度月運動量組，四組之間相比有顯著差異( $P < .001$ )。

表格1、樣本個案之基本特徵(N = 79,617)

	無運動習慣	月運動量 輕度	月運動量 中度	月運動量 重度	P 值 ( <i>p</i> -value)
分組人數(%)					
	43,126(54.2)	4,720(5.9)	10,680(13.4)	21,091(26.5)	
性別					
男性	14,901(34.6)	1,437(30.4)	3,461(32.4)	8,522(40.4)	<0.001 ***
女性	28,225(65.4)	3,283(69.6)	7,219(67.6)	12,569(59.6)	
婚姻狀態					
未婚	3,557(8.2)	236(5.0)	638(6.0)	1,021(4.8)	<0.001 ***
已婚	32,756(76.0)	3,783(80.1)	8,426(78.9)	17,028(80.7)	
離婚或分居	4,655(10.8)	390(8.3)	927(8.7)	1,614(7.7)	
配偶已去世	2,158(5.0)	311(6.6)	689(6.5)	1,428(6.8)	
年齡層					
40 至 50 歲	17,613(40.8)	913(19.3)	2,239(21.0)	3,773(17.9)	<0.001 ***
50 至 60 歲	16,548(38.4)	2,005(42.5)	4,329(40.5)	8,281(39.3)	
60 至 70 歲	8,820(20.5)	1,765(37.4)	4,026(37.7)	8,847(41.9)	
70 歲以上	145(0.3)	37(0.8)	86(0.8)	190(0.9)	
高齡者					
Age < 65	39,923(92.6)	4,008(84.9)	8,968(84.0)	17,224(81.7)	<0.001 ***
Age ≥ 65	3,203(7.4)	712(15.1)	1,712(16.0)	3,867(18.3)	
BMI					
BMI < 24	21,270(49.3)	2,408(51.0)	5,748(53.8)	11,476(54.4)	<0.001 ***
BMI ≥ 24	21,856(50.7)	2,312(49.0)	4,932(46.2)	9,615(45.6)	
最高學歷					
小學以下	21,356(49.5)	2,067(43.8)	5,253(49.2)	10,397(49.3)	<0.001 ***
中學	18,918(43.9)	2,193(46.5)	4,547(42.6)	9,000(42.7)	
大學以上	2,852(6.6)	460(9.7)	880(8.2)	1,694(8.0)	
居住區域					
都市	17,176(39.8)	2,010(42.6)	4,517(42.3)	8,814(41.8)	<0.001 ***
都市近郊	13,918(32.3)	1,421(30.1)	3,191(29.9)	6,310(29.9)	
鄉村	4,992(11.6)	548(11.6)	1,179(11.0)	2,288(10.8)	



	無運動習慣	月運動量 輕度	月運動量 中度	月運動量 重度	P 值 (p-value)
其他	7,040(16.3)	741(15.7)	1,793(16.8)	3,679(17.4)	
<b>吸菸行為</b>					
不曾吸菸	30,832(71.5)	3,656(77.5)	8,197(76.8)	15,301(72.5)	<0.001 ***
曾經吸菸	12,294(28.5)	1,064(22.5)	2,483(23.2)	5,790(27.5)	
<b>月經狀態</b>					
目前有月經	13,159(30.5)	894(18.9)	2,055(19.2)	2,860(13.6)	<0.001 ***
目前無月經	15,066(34.9)	2,389(50.6)	5,164(48.4)	9,709(46.0)	
男性	14,901(34.6)	1,437(30.4)	3,461(32.4)	8,522(40.4)	
<b>骨質密度</b>					
T score > -2.5	38,329(88.9)	4,079(86.4)	9,375(87.8)	18,726(88.8)	<0.001 ***
T score ≤ -2.5	4,797(11.1)	641(13.6)	1,305(12.2)	2,365(11.2)	

## 二、月運動量與骨質疏鬆風險之相關性

### (一) 全體參與者

表格 2-1 呈現參與者月運動量與骨質疏鬆風險之相關性，我們發現有輕度運動量習慣的骨質疏鬆風險為完全無運動習慣的 95%(Odd ratio, OR: 0.95; 95% confidence interval(CI): 0.86-1.04; P= .26)；有中度運動量的骨質疏鬆風險為完全無運動習慣的參與者的 82% (OR: 0.82; 95% CI: 0.77-0.88; P < .001)；有重度運動量的參與者的骨質疏鬆風險為無運動習參與者的 68% (OR:0.68; 95% CI: 0.64-0.72; P< .001)。每增加一歲，骨質疏鬆的風險就會多 8%(OR: 1.08; 95% CI:1.07-1.08; P < .001)。女性的骨質疏鬆風險比男性多 40% (OR: 1.40; 95% CI: 1.26-1.56; P < .001)。BMI 24 以上的參與者其骨質疏鬆風險為未滿 24 的參與者的 89% (OR: 0.89; 95% CI: 0.83-0.95; P < .001)。中學學歷的參與者的骨質疏鬆風險較小學學歷者多 24%(OR: 1.24; 95% CI: 1.18-1.31; P < .001)；大學學歷者的骨質疏鬆風險為小學以下的 1.48 倍(OR: 1.48; 95% CI: 1.36-1.61; P < .001)。已婚者的骨質疏鬆風險為未婚者的 79%(OR: 0.79; 95% CI: 0.72-0.87; P < .001)，離婚或分居者骨質疏鬆風險較未婚者少 19%(OR: 0.81; 95% CI: 0.72-0.92; P < .001)；配偶已去世者的骨質疏鬆風險較未婚者少 14%(OR: 0.86; 95% CI: 0.76-0.98; P= .020)。曾經吸菸或目前正在吸菸的參與者的骨質疏鬆風險為未曾吸菸者的 1.13 倍(OR:1.13; 95%

CI:1.06-1.21; P < .001); 住在都市近郊的參與者骨質疏鬆風險較都市參與者多 18%(OR: 1.18; 95% CI: 1.12-1.25; P < .001)，但是鄉村參與者的骨質疏鬆風險較都是參與者風險少 14%(OR: 0.86; 95% CI: 0.79-0.93; P < .001)。體脂肪率每多 1%，骨質疏鬆風險減少 5% (OR: 0.95; 95% CI: 0.95-0.96; P < .001)。腰圍每多 1 公分，其骨質疏鬆風險增加 1%(OR:1.01; 95% CI: 1.01-1.01; P < .001)。

表格 2-1、月運動量與骨質疏鬆風險之相關性分析

獨立變項	勝算比 (95%信賴區間)	P 值	
<b>有運動習慣 (vs 無運動習慣)</b>			
輕度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.95(0.86-1.04)	0.260	
中度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.82(0.77-0.88)	<0.001	***
重度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.68(0.64-0.72)	<0.001	***
年齡，歲	1.08(1.07-1.08)	<0.001	***
女性 (vs 男性)	1.40(1.26-1.56)	<0.001	***
BMI 24 以上 (vs 未滿 24)	0.89(0.83-0.95)	<0.001	***
<b>學歷</b>			
中學學歷 (vs 小學以下)	1.24(1.18-1.31)	<0.001	***
大學學歷 (vs 小學以下)	1.48(1.36-1.61)	<0.001	***
<b>婚姻狀態</b>			
已婚 (vs 未婚)	0.79(0.72-0.87)	<0.001	***
離婚或分居 (vs 未婚)	0.81(0.72-0.92)	<0.001	***
配偶已去世 (vs 未婚)	0.86(0.76-0.98)	0.020	*
吸菸行為 (曾經吸菸 vs 未曾吸菸)	1.13(1.06-1.21)	<0.001	***
<b>居住地 (vs 都市)</b>			
都市近郊 (vs 都市)	1.18(1.12-1.25)	<0.001	***
鄉村 (vs 都市)	0.86(0.79-0.93)	<0.001	***
體脂肪率，%	0.95(0.95-0.96)	<0.001	***
腰圍，公分	1.01(1.01-1.01)	<0.001	***

(二) 依性別分層

表格 2-2 呈現不同性別參與者，其月運動量與骨質疏鬆風險的相關性，我們發現不論男女，每月有中度或重度運動量的參與者，相較於無運動習慣者，其骨質疏鬆的風險皆較低，其中男性中度運動量者骨質疏鬆風險為無運動習慣者的 87%(OR: 0.87; 95% CI: 0.78-0.98; P = .0021)，女性中度運動量者骨質疏鬆風險為無運動習慣者的 79%(OR: 0.79; 95% CI: 0.72-0.86; P < .001)，男性重度運動量者骨質疏鬆風險較無運動習慣者減少 31%(OR: 0.69; 95% CI: 0.63-0.75; P < .001)，女性重度運動量者骨質疏鬆風險較無運動習慣者減少 34%(OR: 0.66; 95% CI: 0.62-0.72; P < .001)。年齡每增加一歲，男性的骨質疏鬆風險上升 3%(OR: 1.03; 95% CI: 1.03-1.04; P < .001)，女性的骨質疏鬆風險上升 9%(OR: 1.09; 95% CI: 1.08-1.10; P < .001)。BMI 24 以上的男性參與者其骨質疏鬆風險為 BMI 未滿 24 者的 80%(OR: 0.80; 95% CI: 0.72-0.89; P < .001)，在女性組別，BMI 24 以上的參與者其骨質疏鬆風險與 BMI 24 以下相比，則無統計學上顯著差異(OR: 0.96; 95% CI: 0.88-1.05; P = .4)，已停經的女性參與者，其骨質疏鬆風險是仍有月經者的 1.96 倍(OR: 1.96; 95% CI: 1.75-2.20; P < .001)。男性參與者體脂肪率每多 1%，骨質疏鬆風險減少 4% (OR: 0.96; 95% CI: 0.94-0.97; P < .001)，女性參與者體脂肪率每多 1%，骨質疏鬆風險減少 5% (OR: 0.95; 95% CI: 0.94-0.96; P < .001)。男性參與者腰圍每多 1 公分，其骨質疏鬆風險增加 2%(OR:1.02; 95% CI: 1.01-1.02; P < .001)，觀察女性組別並未達統計學上顯著差異(OR: 1.00; 95% CI: 1.00-1.01; P = .161)。

表格 2-2、依性別分層：月運動量與骨質疏鬆風險之相關性分析

獨立變項	勝算比		P 值	
	(95%信賴區間)	(p-value)	(95%信賴區間)	(p-value)
	男性		女性	
有運動習慣 (vs 無運動習慣)				
輕度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.99(0.85-1.16)	0.925	0.92(0.82-1.03)	0.147
中度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.87(0.78-0.98)	0.021 *	0.79(0.72-0.86)	<0.001 **
重度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.69(0.63-0.75)	<0.001 **	0.66(0.62-0.72)	<0.001 **
年齡，歲	1.03(1.03-	<0.001 **	1.09(1.08-	<0.001 **

獨立變項	勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)		勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)	
	1.04)	1	*	1.10)	1	*
<b>學歷</b>						
中學學歷 (vs 小學以下)	1.25(1.15- 1.35)	<0.00 1	** *	1.16(1.09- 1.24)	<0.00 1	** *
大學學歷 (vs 小學以下)	1.36(1.16- 1.60)	<0.00 1	** *	1.33(1.21- 1.47)	<0.00 1	** *
<b>婚姻狀態</b>						
已婚 (vs 未婚)	0.76(0.64- 0.90)	0.001 4	**	0.83(0.74- 0.94)	0.003 8	**
離婚或分居 (vs 未婚)	0.85(0.69- 1.05)	0.138 4		0.83(0.72- 0.97)	0.016 8	*
配偶已去世 (vs 未婚)	0.51(0.35- 0.74)	<0.00 1	** *	0.85(0.73- 0.99)	0.037 4	*
BMI 24 以上 (vs 未滿 24)	0.80(0.72- 0.89)	<0.00 1	** *	0.96(0.88- 1.05)	0.4	
吸菸行為 (曾經吸菸 vs 未 曾)	1.20(1.11- 1.30)	<0.00 1	** *	1.07(0.95- 1.21)	0.264	
<b>居住地 (vs 都市)</b>						
都市近郊 (vs 都市)	1.27(1.17- 1.38)	<0.00 1	** *	1.15(1.07- 1.23)	<0.00 1	** *
鄉村 (vs 都市)	0.85(0.75- 0.97)	0.018	*	0.87(0.79- 0.97)	0.011	
<b>月經狀態</b>						
已停經 (vs 目前有月經)				1.96(1.75- 2.20)	<0.00 1	** *
體脂肪率，%	0.96(0.94- 0.97)	<0.00 1	** *	0.95(0.94- 0.96)	<0.00 1	** *
腰圍，公分	1.02(1.01- 1.02)	<0.00 1	** *	1.00(1.00- 1.01)	0.161	

### (三) 依年齡是否為高齡者分層

表格 2-3 呈現年齡 65 歲上下兩組參與者，其月運動量與骨質疏鬆風險的相關性，年齡小於 65 歲的參與者，月運動量屬中度或重度族群，其骨質疏鬆風險均較無運動

習慣者下降，分別為 80%(OR: 0.80; 95% CI: 0.73-0.86; P < .001)與 68%(OR: 0.68; 95% CI: 0.63-0.72; P < .001)，在高齡者（65 歲以上）組別，重度月運動量的參與者與無運動習慣者相比，其骨質疏鬆風險下降 31%(OR: 0.69; 95% CI: 0.61-0.78; P < .001)，若月運動量為輕度或中度，與無運動習慣者相比，則未見骨質疏鬆風險有統計學上的顯著差異(OR: 0.89; 95% CI: 0.73-1.10; P = .287 and OR: 0.92; 95% CI: 0.79-1.06; P = .249)。65 歲以下與以上參與者，年齡每增加一歲，分別上升 8%與 4%的骨質疏鬆風險。年齡在 65 歲以上的高齡者，女性參與者發生骨質疏鬆的風險更是男性的 3.69 倍(OR: 3.69; 95% CI: 2.88-4.73; P < .001)。未滿 65 歲的參與者當中，無論婚姻狀態為已婚、離婚或分居、配偶去世，其骨質疏鬆的風險均較未婚的參與者為低，在 65 歲以上的參與者中，其他婚姻狀態與未婚者相比，其骨質疏鬆的風險均未達統計學上的顯著差異。年齡位於 65 歲以下或以上，每增加 1%的體脂肪率，骨質疏鬆的風險分別下降 4%與 7%(OR: 0.96; 95% CI: 0.95-0.97; P < .001 and OR: 0.93; 95% CI: 0.92-0.95; P < .001)。在年齡未滿 65 歲的組別中，觀察到每增加 1 公分腰圍，骨質疏鬆的風險上升 1%(OR: 1.01; 95% CI: 1.01-1.01; P < .001)。

表格 2-3、依年齡 65 歲上下分層：月運動量與骨質疏鬆風險之相關性分析

獨立變項	小於 65 歲		65 歲以上	
	勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)	勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)
<b>有運動習慣 (vs 無運動習慣)</b>				
輕度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.97(0.87-1.07)	0.515	0.89(0.73-1.10)	0.287
中度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.80(0.73-0.86)	<0.001	0.92(0.79-1.06)	0.249
重度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.68(0.63-0.72)	<0.001	0.69(0.61-0.78)	<0.001
年齡，歲	1.08(1.08-1.09)	<0.001	1.04(1.01-1.08)	0.017
女性 (vs 男性)	1.16(1.03-1.31)	0.016	3.69(2.88-4.73)	<0.001
<b>學歷</b>				

獨立變項	勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)		勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)	
中學學歷 (vs 小學以下)	1.22(1.15- 1.28)	<0.00 1	** *	1.20(1.06- 1.35)	0.004	** *
大學學歷 (vs 小學以下)	1.48(1.34- 1.64)	<0.00 1	** *	1.32(1.14- 1.54)	<0.00 1	** *
婚姻狀態						
已婚 (vs 未婚)	0.79(0.71- 0.87)	<0.00 1	** *	0.74(0.54- 1.01)	0.058 4	
離婚或分居 (vs 未婚)	0.81(0.71- 0.92)	0.001 6	**	0.76(0.53- 1.11)	0.152 6	
配偶已去世 (vs 未婚)	0.82(0.71- 0.96)	0.011 9	*	0.78(0.56- 1.09)	0.145 9	
BMI 24 以上 (vs 未滿 24)	0.85(0.79- 0.92)	<0.00 1	** *	1.04(0.89- 1.21)	0.606	
吸菸行為 (曾經吸菸 vs 未 曾)	1.11(1.04- 1.19)	0.003	**	1.31(1.12- 1.53)	<0.00 1	** *
居住地 (vs 都市)						
都市近郊 (vs 都市)	1.20(1.13- 1.27)	<0.00 1	** *	1.12(0.99- 1.27)	0.082	
鄉村 (vs 都市)	0.87(0.79- 0.95)	0.003	**	0.85(0.71- 1.01)	0.070	
體脂肪率, %	0.96(0.95- 0.97)	<0.00 1	** *	0.93(0.92- 0.95)	<0.00 1	** *
腰圍, 公分	1.01(1.01- 1.01)	<0.00 1	** *	1.01(1.00- 1.02)	0.063	

#### (四) 依BMI 24之上下分層

表格 2-4 呈現 BMI 小於或大於 24 兩組參與者，其骨質疏鬆風險與月運動量的相關性，無論 BMI 高低，有中度或高度月運動量的參與者，對比無運動習慣者，其骨質疏鬆的風險均較低，分別減少 21%、14%、38%與 24% (BMI<24, 中度 vs 無運動、BMI≥24, 中度 vs 無運動、BMI<24, 重度 vs 無運動、BMI≥24, 重度 vs 無運動)。BMI<24 的參與者，年齡每增加一歲，其骨質疏鬆的風險上升 9%(OR: 1.09; 95% CI: 1.09-1.10; P < .001)，BMI≥24 的參與者，年齡每增加一歲，其骨質疏鬆的風險上升 6%(OR: 1.06; 95% CI: 1.06-1.07; P < .001)。不論 BMI 高低，具有中學或大學學歷的參

與者，其骨質疏鬆的風險均較小學以下學歷者為高。不論 BMI 高低，曾經吸菸或尚未戒菸者的骨質疏鬆風險，均高於未曾吸菸的參與者 14%(OR: 1.14; 95% CI: 1.05-1.25; P = .004 and .003)。BMI 24 以上或以上的參與者，其體脂肪率每上升 1%，骨質疏鬆的風險分別減少 6%及 3%(OR: 0.94; 95% CI: 0.93-0.95; P < .001 and OR: 0.97; 95% CI: 0.96-0.98; P < .001)。BMI 大於 24 的參與者，其腰圍每增加一公分，可觀察到骨質疏鬆的風險上升 1%(OR: 1.01; 95% CI: 1.01-1.02; P < .001)，在 BMI 未滿 24 的組別中，則未觀察到腰圍與骨質疏鬆風險有統計學上的顯著相關性(OR: 1.01; 95% CI: 1.00-1.01; P = .066)。

表格 2-4、依 BMI 24 上下分層：月運動量與骨質疏鬆風險之相關性分析

獨立變項	BMI < 24			BMI ≥ 24		
	勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)		勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)	
<b>有運動習慣 (vs 無運動習慣)</b>						
輕度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.92(0.81-1.05)	0.206		0.98(0.85-1.13)	0.796	
中度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.79(0.72-0.87)	<0.001	**	0.86(0.77-0.95)	0.005	**
重度月運動量 (vs 無運動習慣)	0.62(0.58-0.67)	<0.001	**	0.76(0.70-0.83)	<0.001	**
<b>年齡，歲</b>						
	1.09(1.09-1.10)	<0.001	**	1.06(1.06-1.07)	<0.001	**
<b>女性 (vs 男性)</b>						
	1.65(1.43-1.89)	<0.001	**	1.16(0.97-1.39)	0.096	
<b>學歷</b>						
中學學歷 (vs 小學以下)	1.23(1.15-1.31)	<0.001	**	1.21(1.12-1.31)	<0.001	**
大學學歷 (vs 小學以下)	1.41(1.25-1.59)	<0.001	**	1.50(1.33-1.69)	<0.001	**
<b>吸菸行為 (曾經吸菸 vs 未曾)</b>						
	1.14(1.05-1.25)	0.004	**	1.14(1.05-1.25)	0.003	**
<b>居住地 (vs 都市)</b>						

獨立變項	勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)		勝算比 (95%信賴區 間)	P 值 (p- value)	
都市近郊 (vs 都市)	1.13(1.05- 1.21)	0.001	**	1.25(1.16- 1.36)	<0.001	** *
鄉村 (vs 都市)	0.89(0.80- 0.99)	0.038	*	0.82(0.72- 0.93)	0.002	**
體脂肪率，%	0.94(0.93- 0.95)	<0.001	** *	0.97(0.96- 0.98)	<0.001	** *
腰圍，公分	1.01(1.00- 1.01)	0.066		1.01(1.01- 1.02)	<0.001	** *

## 肆、討論

由本研究參與者的基本特徵中發現，無運動習慣者(54.2%)多於有運動習慣者(45.8%)，可見國人規律運動習慣的比例仍然有待提升。在有運動習慣的參與者當中，最常做的第一種運動項目為散步，其次為健走，再來是慢跑、體操、舞蹈與單車等，由此歸納出最受歡迎的運動種類以方便的步行或慢跑為主，其次才是社交性或互動型的運動（如舞蹈、球類）或需要工具的運動（如單車、羽毛球）。月運動量的分組，根據本研究的定義，有 26.5%的參與者歸屬高度運動量組，其次為中度與輕度運動量(13.4% and 5.9%)。

研究對象中，性別以女性為主(64.4%)，女性已停經者佔全體女性約三分之二，高齡者（65 歲以上）比例為 11.9%，學歷以小學以下為主(49.1%)，居住區域大多位於都市(40.8%)，多數人不曾有吸菸習慣(72.8%)。本研究參與者樣本來自台灣人體生物資料庫，其收案場所為全台各大醫學中心與區域醫療院所，依據多年在醫院門診服務的經驗及相關行為學研究，女性社區民眾參與衛教活動的意願或積極配合醫護建議的比例通常較男性民眾高(Boucquemont, J., et al., 2019)，可能是造成收案對象以女性為主的原因。

就全體參與者而言，分析月運動量與骨質疏鬆風險的相關性，可以發現能降低骨質疏鬆風險的運動量，必須要達到重度或中度以上的月運動量，換句話說，參與者必須達到世界衛生組織所建議：「每週 150 分鐘以上中高強度運動之運動量」(Organization, W.H., 2020)，才能獲得減少骨質疏鬆風險的效果，可見遵守這項簡單明瞭的運動量建議，對於防止骨質疏鬆確實有保護作用。



女性參與者對比男性，骨質疏鬆的風險是 1.4 倍，這個結果應該可歸因於賀爾蒙對骨質代謝的影響(Lane, N.E., 2006)，尤其是停經後的女性，骨質疏鬆風險是仍有月經者的 1.96 倍，65 歲以上女性患有骨質疏鬆的風險，更是同年齡層男性的 3.69 倍。婚姻狀態為已婚、離婚或喪偶者，骨質疏鬆的風險均比未婚者降低，其關聯性未明，推測可能與家庭或社交活動帶來的身體活動量有關。

隨著年齡與腰圍的增加，會升高骨質疏鬆的風險，可能與老化的過程有關，而腰圍所反映出的內臟脂肪比例上升與中央型肥胖(central obesity)體態，也可能是造成骨鬆風險上升的原因(Gkastaris, K., et al., 2020)。不過，BMI 的增加與體脂肪率的上升，均造成骨質疏鬆的風險減少，這可能與參與者的整體營養狀態有關，一般認為營養攝取狀況越好，對於骨質健康越有正面的幫助 (Aspray, T.J. and T.R. Hill, 2019)。也有研究發現，在 65 歲高齡族群中，肌肉量(lean mass)的上升對於所有部位（中軸骨：腰椎與股骨，周邊骨：前臂與跟骨）的骨質密度皆有助益，但高體脂肪率只對於前臂與跟骨(forearm and calcaneus)骨質密度有正面影響(Cui, L.H., et al., 2007)，由此推論身體肌肉量才是影響骨質密度的關鍵因素，體脂肪與骨質密度的相關性則因身體部位不同而有所差異，除了腰圍、BMI 與體脂肪外，我們更應該關注肌肉量與身體組成分布，對健康所造成的影響。可惜本資料庫並未收集參與者的詳細身體組成比例，僅有腰圍、BMI 與體脂肪數值提供分析。

吸菸的習慣會提高骨質疏鬆的風險達 13%，尤其在男性更高達 20%，這與過去的研究結果相符(Cosman, F., et al., 2014)，菸害物質會降低成骨細胞的活動、血中骨鈣素濃度降低等，不論年齡、胖瘦，抽菸對骨質疏鬆症有顯著的負面影響。

關於教育程度，擁有中學以上學歷的參與者，對比小學以下學歷者，骨質疏鬆風險較高，居住地方面，住在鄉村的參與者，骨質疏鬆風險較都市的參與者低，住在都市近郊者的骨鬆風險，卻比住在都市的參與者高。其中的關聯性尚待研究，推測可能也和身體活動量或從事工作的型態有關(del Rio Barquero, L., et al., 1992)。

年齡在 65 歲以上的高齡者族群，月運動量必須達到重度以上的程度，才有顯著降低骨質疏鬆風險的效果，未滿 65 歲者，只要保持中度以上的月運動量，就能觀察到較低的骨質疏鬆風險。BMI 在 24 以上的體重過重族群，月運動量維持在中度以上，有較低的骨質疏鬆風險，但 BMI 24 以上的女性參與者，骨質疏鬆的風險與同類男性相比，並無顯著差異。

## 伍、結論

由本研究的結果看來，一般成年人只要達到世界衛生組織所建議的運動量，養成規律的實行：「每週 150 分鐘以上的中高強度運動」，相對於沒有運動習慣的族群，有較低的骨質疏鬆風險。整體而言，罹患骨質疏鬆的風險隨者年齡增加而上升，其中女性族群患有骨質疏鬆的風險大於男性，尤其是停經後的婦女對比停經之前，或是 65 歲以上高齡女性相對於同年齡層男性，罹患骨質疏鬆症的風險更是顯著增加。然而，不良的生活習慣，例如吸菸與中央型肥胖體態，皆使骨質疏鬆的風險升高。

本研究族群中，仍有一半以上的參與者沒有規律運動的習慣，顯見國人的運動風氣仍待提升。為了使民眾培養運動習慣，我們可以透過此量化的描述，以簡單易懂的語句方便記憶，希望能達到促進運動風氣的效果，進而避免骨質疏鬆與脆弱性骨折的發生，此舉不但能減少醫療能量的過度消耗，最重要的是提升國民的生活品質。

## 參考文獻

- Aspray, T.J. and T.R. Hill (2019). Osteoporosis and the Ageing Skeleton. *Subcell Biochem*, 91, 453-476.
- Bouquemont, J., et al., (2019). Gender Differences in Medication Adherence Among Adolescent and Young Adult Kidney Transplant Recipients. *Transplantation*, 103(4), 798-806.
- Compston, J., (2018). Glucocorticoid-induced osteoporosis: an update. *Endocrine*, 61(1), 7-16.
- Cosman, F., et al., (2014). Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporos Int*, 25(10), 2359-81.
- Cui, L.H., et al., (2007). Relative contribution of body composition to bone mineral density at different sites in men and women of South Korea. *J Bone Miner Metab*, 25(3), 165-71.
- Curtis, E., et al., (2015). Determinants of Muscle and Bone Aging. *J Cell Physiol*, 230(11), 2618-25.
- De Laet, C., et al., (2005). Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int*, 16(11), 1330-8.
- del Rio Barquero, L., et al., (1992). Bone mineral density in two different socio-economic population groups. *Bone Miner*, 18(2), 159-68.
- Dieli-Conwright, C.M., et al., (2018). Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res*, 20(1), 124.

- Franklin, B.A., et al., (2018). Using Metabolic Equivalents in Clinical Practice. *Am J Cardiol*, 121(3), 382-387.
- Gkastaris, K., et al., (2020). Obesity, osteoporosis and bone metabolism. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 20(3), 372-381.
- Hu, H.M., (2020). Facing an Aging Society: Taiwan's Universities in crisis. *Gerontol Geriatr Educ*, 41(2), 233-241.
- Jetté, M., K. Sidney, and G. Blümchen (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol*, 13(8), 555-65.
- Lane, N.E.,(2006). Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *Am J Obstet Gynecol*, 194(2 Suppl), S3-11.
- Liu, C.-Y., et al., (2006). Incorporating Development Stratification of Taiwan Townships into Sampling Design of Large Scale Health Interview Survey (in Chinese). *Journal of Health Management*, 4(1), 1-22.
- Organization, W.H. (2020). Physical activity. 2021 n26 November 2020 [cited 2020 26 November]; Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>.
- Piercy, K.L., et al., (2018). The Physical Activity Guidelines for Americans. *Jama*, 320(19), 2020-2028.
- Sallis, J.F., et al., (1985). Physical activity assessment methodology in the Five-City Project. *Am J Epidemiol*, 121(1), 91-106.
- Walsh, J.S. and T. Vilaca (2017). Obesity, Type 2 Diabetes and Bone in Adults. *Calcif Tissue Int*, 100(5), 528-535.
- Watson, S.L., et al., (2018). High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *J Bone Miner Res*, 33(2), 211-220.
- Wu, C.H., et al., (2014). Consensus of official position of IOF/ISCD FRAX initiatives in Asia-Pacific region. *J Clin Densitom*, 17(1), 150-5.
- Yang, Y., et al., (2020). The Effect of Fall Biomechanics on Risk for Hip Fracture in Older Adults: A Cohort Study of Video-Captured Falls in Long-Term Care. *Journal of bone and mineral research*, 35(10), 1914-1922.