

應用穿戴式裝置於大學生自主運動成效追蹤及預測 之探索性研究

楊珮菁^{1,2}、邱毓賢^{2,3*}、莊濱鴻⁴、陳以德³、莊宜達^{5,6,7*}

¹ 長榮大學資訊工程學系

² 長榮大學人工智慧研究中心

³ 高雄醫學大學醫務管理暨醫療資訊學系

⁴ 正修科技大學休閒與運動管理系

⁵ 高雄醫學大學體育教學中心

⁶ 高雄醫學大學附設醫院臨床醫學研究部

⁷ 高雄醫學大學精準運動醫學暨健康促進中心

摘要

當前大學生普遍缺乏規律運動習慣，對其心肺適能之發展造成潛在影響。隨著穿戴式裝置的普及，個人運動數據的即時蒐集與健康管理之可行性顯著提升。**目的：**本研究目的探討利用大學生配戴穿戴式裝置的自主運動數據，預測其心肺適能後測成績的可行性。**方法：**本研究分析 27 名於「學生自主運動百日百 K 方案」中達成運動目標之大學生，在活動期間所累積之 824 筆戶外跑步數據紀錄，包括穿戴式裝置記錄的心率、速度、距離、步頻等運動表現指標，並且透過受試者在運動期間配戴穿戴式裝置記錄的運動數據，利用典型區別分析法建立體能預測模型。**結果：**研究結果顯示，僅利用後測前最近一筆運動紀錄（資料集 A），可達到 88.9% 的心肺適能後測成績預測準確率，驗證了透過日常自主運動數據進行體能評估的可行性與高準確率，相較於傳統單次體能測試。本方法提供了科學化、連續性、代表性與個別適應性的評估方式。**結論：**研究成果為學校體育教學及健康管理等提供了科學化的依據，並為未來結合機器學習方法與更多生理指標以提升體能評估的智慧化與個人化之參考。

關鍵詞：自主運動、心肺適能、穿戴式裝置、體能預測模型、運動表現

壹、緒論

隨著科技的發展與現代生活型態的改變，體能活動量的不足已成為全球公共健康的重要議題，尤其在大專生群體中更加明顯。根據世界衛生組織 (World Health Organization [WHO], 2020) 報告，全球約 80% 的青少年與年輕成年人 (15-29 歲) 未達到建議的運動標準。根據近年的研究與調查結果指出，大學生的心肺適能普遍不足，甚至呈現下降趨勢。教育部體育署的《國民體適能現況調查報告》(教育部體育署，2020)，大學生的心肺耐力測試，例如 3 分鐘登階測試或 800/1600 公尺跑步測試，結果顯示，許多學生未達理想標準，特別是在久坐行為增加、課業壓力與不良生活習慣的影響下，體適能水準呈現下降趨勢。此外，許多大學生缺乏規律運動習慣，進一步影響心肺適能的發展。

心肺適能 (Cardiorespiratory Fitness, CRF) 是衡量個體心血管與呼吸系統運輸氧氣至肌肉並支撐長時間運動能力的重要指標。反映其長時間運動的能力。良好的心肺適能不僅是身體健康的基礎，也與工作效率、學習表現及成年後的健康狀況息息相關。許多大學生缺乏規律運動習慣，進一步影響心肺適能的發展。教育部體適能網站指出學生身體活動的機會和空間相對減少，缺少運動機會，導致學生體能衰退的現象。而國內學生肥胖率介於 15% 至 20% 之間，且有逐漸增加之現象。這種問題會導致體適能下降及體重超重，並且伴隨著罹患心血管疾病的風險與影響學習或工作效率，並進一步影響成年後的健康狀況。雖然多數大學生知道運動對健康的重要性，但缺乏實際行動的原因多樣化。規律運動不僅有助於維持身體健康，還能增強記憶力與認知能力 (Pujari, 2024)。研究指出，單次 20 分鐘的中等強度健身運動即可顯著提升大腦認知功能，尤其是在注意力與執行功能方面效益最大 (Çakaloğlu et al., 2025)。充足的身體活動量對於維持健康生活是重要的。學校與城市環境的規劃對於運動行為影響深遠，部分大學可能缺乏完善的體育設施，或因課程安排與個人時間管理問題，學生難以規律參與體能活動 (Van Dyck et al., 2015)。此外，大學周邊環境若缺乏安全的步行與自行車道，也會降低學生進行日常體能活動的可能性 (Oja et al., 2011)。

傳統的體能評估方式，如單次心肺耐力測試 (800/1600 公尺跑步測試或 3 分鐘登階測試)，雖然提供了體能狀態的結果，但存在侷限性。單次測試的結果易受受試者當日身體或心理狀況波動的影響，且缺乏連續性與代表性，難以全面反映個體的長期運動習慣與體能發展趨勢。因此，發展一種更科學化、連續性、代表性且能個別適應的體能評估方式，成為運動科學與健康管理領域的重要課題。近年來，穿戴式裝置逐漸演進為整合多模態感測器的智慧型裝置，其普及為自主運動的監測與健康管理提升便利性。這些裝置能夠記錄步數、步頻、心率等基本生理指標。同時，這些裝置搭載了三軸加速度計、陀螺儀及光學感測技術，能精確辨識運動模式與姿態，例如跑步、游泳或騎行 (自行車) 的動作。技術的進步使穿戴式裝置不僅是運動追蹤工具，更成為個人化健康管理的智慧

助手，廣泛應用於運動訓練、健康監控及慢性病預防等領域。這些裝置能夠記錄多項運動表現指標，例如心率、速度、距離、步頻、熱量消耗、運動時間、平均配速、平均步幅、步數等。這些數據能協助使用者了解自身的運動狀況，進而有助於本研究，基於穿戴式裝置在自主運動監測方面的便利性，本研究進一步探討如何利用其收集的運動數據，建立預測大學生心肺適能的有效模型。

本研究目的為利用大學生配戴穿戴式裝置所收集的自主運動數據，預測其心肺適能後測成績等級的可行性。為了達成此目的，本研究採用了區別分析法 (Discriminant Analysis) 這一多變量統計方法。區別分析法目的是透過已知變數建立判別函數，以區分不同群體的觀測資料，並預測個體屬於各群組的可能性。此方法適用於根據一組連續型預測變數來預測個體所屬的類別群組，如：不同的體適能等級，這與本研究基於運動數據預測心肺適能等級的需求相符。過去，區別分析法已應用於運動科學領域，例如一項針對印度菁英男性運動員的研究顯示，透過線性區別分析可以成功區分耐力運動、格鬥運動、技巧運動和對照組，分類準確率達 72.8%，該研究發現，最大攝氧量 ($VO_2 \max$) 是區分運動員與非運動員的最重要因素，結構係數為 0.74 (Aggarwala et al., 2022)。

本研究透過日常自主運動數據進行體能評估的可行性評估，相較於傳統單次測試，本方法提供了科學化、連續性、代表性與個別適應性的評估方式。將為學校體育教學、健康管理及個人運動計畫制定提供科學化的依據。研究成果也支持將本方法應用於「運動友善校園」的推動，並有助於提升學生對自身體能的掌握度及運動參與度。透過數據驅動的體能評估，能更好地支持個人健康管理與運動習慣的培養。

貳、方法

一、研究對象

本研究以 27 名大學生為完賽受試者，皆為一般學生，並非校隊運動員。所有受試者透過公開招募「學生自主運動百日百 K」課後活動自願參加者。每位受試者在參與本實驗前，研究團隊予以告知本研究方法與目的，同時告知受試者在實驗期間可能出現的風險及狀況，另外如出現任何身體不適情形，皆擁有終止實驗之權利 (楊珮菁等，2025)。實驗期間，受試者需每兩週至少需上傳一次已完成之運動里程記錄，未上傳者經通知後，於隔週仍未改善者，將逕行取消資格。本實驗並經高雄醫學大學附設醫院人體試驗委員會之審查通過。

二、實驗設計

受試者於運動期間配戴穿戴式裝置，在 100 日期間完成 100 公里的運動里程目標，並於每次運動後將運動紀錄數據上傳至本研究平台。實驗開始前一週及第十七週，受試者需於指定日期、時間與地點進行基本生理參數測量，包括年齡、身高及體重，並進行心肺耐力測試 (男性 1600 公尺、女性 800 公尺)，其測量方法參照教育部體育署體適能

測驗標準規範。在百日自主運動期間，受試者須以跑步或快走的方式進行運動，且記錄須符合百日內完成 100 公里標準，同時每筆運動紀錄均符合：距離需大於等於 1.50 公里且同時需滿足每公里之速率需於 11 分鐘內，穿戴式裝置將記錄運動過程中的各項生理與運動表現指標，包括熱量消耗、運動距離、時間、平均配速、平均步頻及、平均步幅、平均心率及最大心率等。

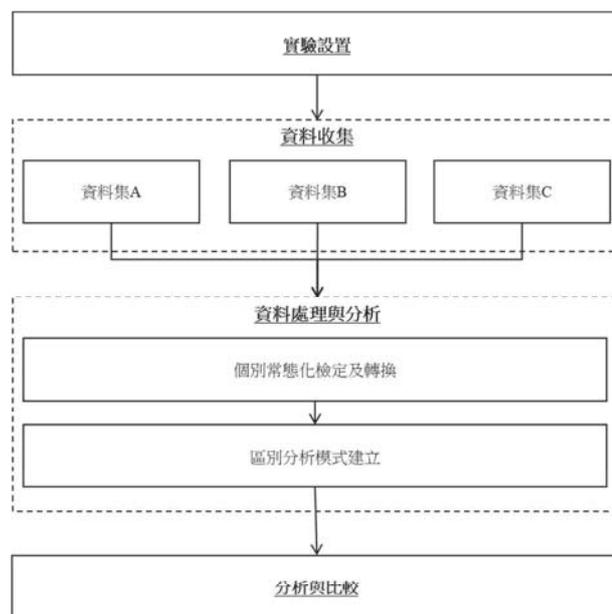


圖 1 研究流程圖

本研究之實驗流程如圖 1 所示，主要透過實驗設計記錄受試者於「百日百 K」期間的運動數據，並進行資料篩選，最終獲得三組資料集 A、B 及 C。資料集 A 包含每位受試者在心肺適能後測前的最近一次運動紀錄，共 27 筆；資料集 B 包含每位受試者距離後測前的最新兩筆數據，共 54 筆；資料集 C 則包含每位受試者距離後測前三筆數據，共 81 筆。隨後，本研究對篩選後的數據進行常態性檢驗，對未達常態分布之變數進行適當的常態轉換，確保所有變數符合常態分布條件後，進行區別分析 (Discriminant Analysis)，以探討不同運動數據組合對受試者運動表現之區別能力及預測效能。

三、資料處理

本研究的資料處理與統計分析均使用 Stata/MP 16.0。本研究運用典型區別分析 (Canonical Discriminant Analysis, CDA) 作為主要統計方法，用以探討透過穿戴式裝置收集的運動表現相關變數，包括距離、運動時間、熱量消耗、平均配速、平均速度、平均步頻、平均步幅、步數、平均心率及最大心率等，對於教育部運動能力等級之區別效能，是否能有效區分不同等級 (Rank)，以進一步理解各變數對於運動能力等級的影響程度。區別分析 (Discriminant Analysis) 是一種多變量統計方法，目的是了解群體的差異以區分不同群體的觀測資料，並基於已知的變數建立分類模型，其主要目標是由區別規則對受試者進行分類，預測每位受試者屬於各等級的可能機率。本研究目的在於評估上述運

動變數是否能有效區分不同的等級，進一步理解各變數對於運動能力等級的影響程度。分析結果將從區別函數、變數貢獻、群組均值以及分類結果等方面進行闡述。

參、結果

一、描述性統計

完成三組資料集（資料集A、資料集B及資料集C）準備後，由穿戴式裝置所取出之10項參數，包括：熱量、運動距離、運動時間、步數、平均配速、平均速度、平均步頻、平均步幅、平均心率與最大心率之敘述統計分析表如下表1，包括平均數、標準差、偏態及峰度等。對原始資料進行常態檢定，顯著性若大於0.05表示可視為常態分佈，反之則無常態分佈。結果顯示部分資料未達顯著，故本研究針對未達常態資料個別進行轉換，轉換後進行區別分析。

表1、

運動紀錄原始數據之各項參數的描述性統計 ($N_A = 27, N_B = 54, N_C = 81$)

項目	平均值±標準差	最大值	最小值	偏態	峰度	
資料集A	熱量	323.15±172.53	749	126	1.08	.38
	運動距離	5.74±2.53	11.01	2.07	.71	-.63
	運動時間	38.57±15.10	70.13	12.90	.24	-.47
	步數	5920.78±2467.00	10485	2194	.36	-.83
	平均配速	422.56±121.56	651	251	.49	-.75
	平均速度	9.16±2.75	14.36	3.58	.16	-.42
	平均步頻	153.41±20.05	177	110	-.90	-.46
	平均步幅	99.07±21.64	151	57	.74	.85
	平均心率	147.59±19.37	172	108	-.81	-.51
	最大心率	169.37±16.59	192	125	-1.19	1.70
資料集B	熱量	293.43±157.07	749	88	1.28	1.23
	運動距離	5.18±2.33	11.01	1.59	.89	.10
	運動時間	36.07±16.43	70.13	12.37	.41	-.86
	步數	5383.17±2370.01	10485	2079	.46	-.77
	平均配速	425.72±111.96	651	251	.46	-.86
	平均速度	9.01±2.41	14.36	3.58	.22	-.35
	平均步頻	151.43±19.77	178	110	-.70	-.74
	平均步幅	98.52±19.07	151	57	.86	1.48
	平均心率	147.24±17.58	173	108	-.64	-.61
	最大心率	170.93±16.11	200	125	-.90	1.11
資料集C	熱量	282.60±145.08	749	71	1.35	1.69
	運動距離	4.93±2.17	11.01	1.59	1.07	.65
	運動時間	35.58±16.83	77.12	12.08	.56	-.66
	步數	5266.94±2452.91	13130	1991	.78	.19
	平均配速	434.56±110.96	656	247	.37	-.85
	平均速度	8.78±2.38	14.58	3.58	.33	-.18
	平均步頻	150.20±19.78	178	108	-.63	-.82
	平均步幅	97.21±18.67	152	57	.90	1.73

項目	平均值±標準差	最大值	最小值	偏態	峰度
平均心率	146.62±17.23	173	108	-.45	-.89
最大心率	170.04±15.29	200	125	-.80	.89

二、區別分析

典型區別分析透過區別函數 (Discriminant Functions) 來解釋不同教育部體適能後測等級群體之間的區別程度。本研究首先採用逐步選擇法 (stepwise selection)，以前向選擇 (forward selection) 策略為基礎，依序將變數納入模型，並根據解釋力提升判斷其保留與否。最後保留自變項，包括運動距離、時間、熱量消耗、平均配速、平均速度、步頻、步幅、平均心率與最大心率，僅排除步數。本研究根據九個參數進一步萃取出三個區別函數，並對其統計顯著性進行檢定，結果如表 2 所示。結果顯示，第一個區別函數的典型相關係數 (Canonical Correlation) 為 0.8517，表示該函數與等級 (Rank) 之間的關聯較高，其特徵值 (Eigenvalue) 為 2.6425，解釋了 73.96% 的總變異。然而，Wilks' Lambda 檢定結果顯示該函數之 p 值為 0.0619 ($p > 0.05$)，略高於顯著標準，但仍呈現接近顯著的趨勢，顯示第一典型函數對群組分類可能具有實質意義。

表 2

區別分析錯誤分類表 (Classification Matrix)

		資料集 A					資料集 B					資料集 C				
		預測的組別					預測的組別					預測的組別				
		中 等	銅 牌	銀 牌	金 牌	合 計	中 等	銅 牌	銀 牌	金 牌	合 計	中 等	銅 牌	銀 牌	金 牌	合 計
真 正 組 別	中 等	4	0	0	0	4	4	2	0	2	8	9	1	0	2	12
	銅 牌	0	3	0	0	3	1	5	0	0	6	0	8	1	0	9
	銀 牌	0	0	4	1	5	0	1	7	2	10	0	2	11	2	15
	金 牌	0	0	2	13	15	4	4	2	20	30	7	9	4	25	45
	合 計	4	3	6	14	27	9	12	9	24	54	16	20	16	29	81
準 確 率		88.9% ((4+3+4+13)/27)					66.7% ((4+5+7+20)/54)					65.4% ((9+8+11+25)/81)				

第二與第三區別函數的典型相關係數分別為 0.60 與 0.51，其變異解釋比例分別為 15.99% 與 10.05%，累計變異解釋達 100%。然而，這兩個區別函數的 Wilks' Lambda 檢定亦未達顯著水準 ($p > 0.05$)，顯示整體模型對等級 (Rank) 之區別能力較為相對受限。本研究的區別分析結果顯示，雖然第一個區別函數與體適能等級存在一定的關聯，但整體模型在統計上未能顯著地區分不同的心肺適能等級。然而，如表 2 所示，利用後測前最近一筆運動數據 (資料集 A) 進行預測，其心肺適能後測成績的準確率高達 88.9%，這顯示著自主運動的習慣養成可能與後測成績具有高度的關聯性。

為進一步探討典型區別分析所建構三個典型區別函數 (Canonical Function 1, 2, 3) 的區別能力,本研究繪製四張視覺化圖 (圖 2),包含三張二維散佈圖與一張三維散佈圖。圖2 所建立之三個區別函數的視覺化結果,說明各群組在三個典型區別函數 (Function 1、Function 2、Function 3) 於多維空間中的群組分布情形。圖2A為第一與第二區別函數之二維散佈圖,可清楚觀察各群組間具有顯著的空間分離特性,特別是中等群組 (Rank 2) 與金牌群組 (Rank 5) 於第一區別函數軸上呈現明確分離,顯示該函數為主要的區辨來源。相較之下,銅牌 (Rank 3) 與銀牌 (Rank 4) 群組分布較為集中,顯示兩者在此平面中具部分重疊;圖2B呈現第一區別函數與第三區別函數之分布結構。雖然第三區別函數解釋變異比例低,但可作為輔助維度以強化對於A圖中部分重疊群組 (如Rank 3與Rank 4) 的辨識能力。此外,銀牌群組 (Rank 4) 在此平面中分布相對較為分散,顯示其組內變異程度較高;圖2C為第二區別函數與第三區別函數之散佈圖,儘管群組邊界分離程度不像前兩圖顯著,但可進一步補強銅牌 (Rank 3) 與銀牌 (Rank 4) 群組間的微小差異,作為群組分類之補充依據;圖2D為結合第一、二與第三區別函數之三維散佈圖,中等 (Rank 2) 與金牌 (Rank 5) 群組於三維空間中分布明顯分離,而銅牌 (Rank 3) 與銀牌 (Rank 4) 則相對靠近,部分重疊。此結果進一步驗證本研究所納入之運動表現相關變項,能有效區分不同體適能後測等級群組之特徵差異。

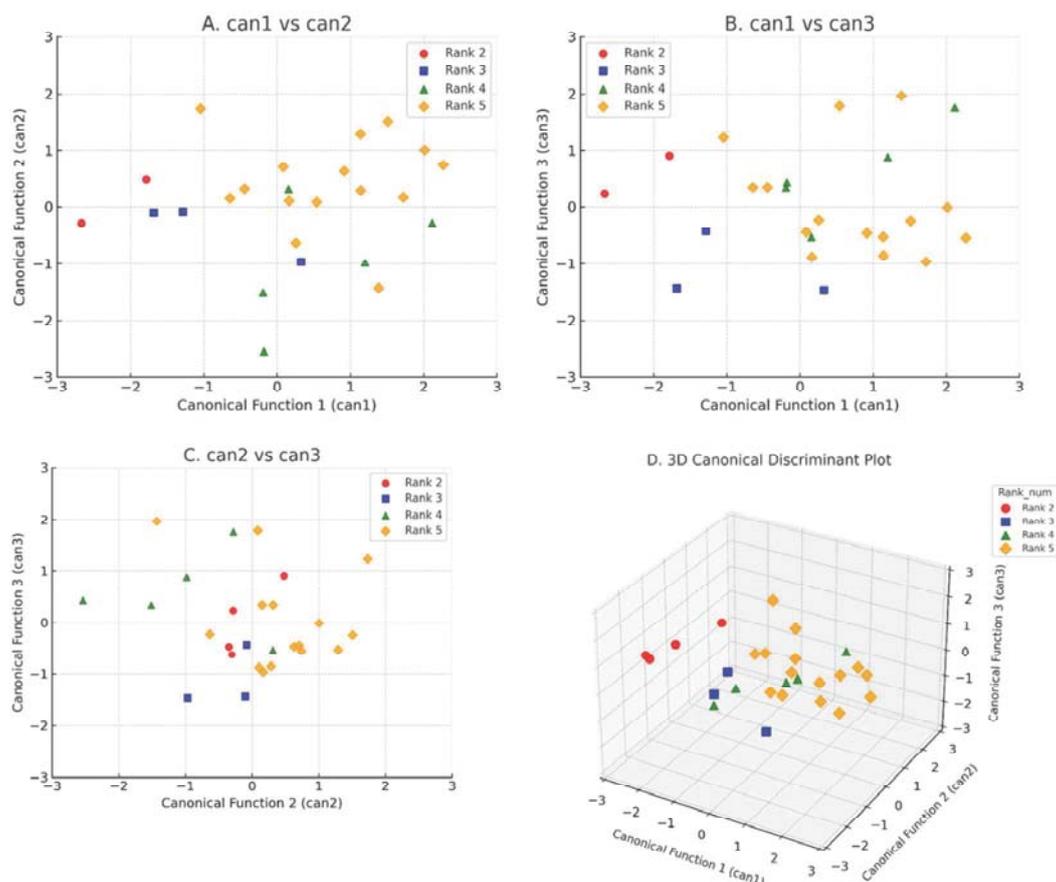


圖 2 典型區別分析群組判別圖

肆、討論

本研究目的為利用大學生配戴穿戴式裝置所蒐集之自主運動數據，預測其心肺適能後測成績等級的可行性。研究最主要的成果在於驗證了日常自主運動數據，特別是後測前最近一次的運動紀錄（資料集 A），能有效預測教育部體適能心肺適能後測成績等級，預測準確率高達 88.9%。這一發現對於運動科學和健康管理領域具有重要意義。相較於傳統依賴單次體能測驗的評估方式，本研究所提出的方法能夠提供更具連續性、代表性與個別適應性的測量結果，並可降低測驗當日因個人狀況波動所可能造成的影響，使得預測結果更具穩定性。此研究成果支持了透過科技輔助進行個人化體能評估的可行性，呼應了透過數據驅動方式強化個人健康管理能力的趨勢。本研究利用穿戴式裝置收集學生自主運動數據進行體能預測，驗證了科技在提供個人化體能評估方面的可行性。

儘管本研究的整體區別函數在統計上未能顯著地區分不同的心肺適能等級（Wilks' Lambda 檢定未達顯著水準），但資料集 A 的高分類準確率（88.9%）顯示自主運動習慣的養成可能與後測成績具有高度關聯，這也解釋了為何納入更多運動紀錄（資料集 B 和 C）並未顯著提升區別分析的效能。本研究結果對於提升大學生運動參與度與規律運動習慣的策略提供了科學化數據參考。透過本研究方法，學校可根據學生的日常運動數據進行個人化體能評估，並推薦適合的運動課程，進一步提升學生的運動參與度與持續性。本研究結果呼應 To Thi Viet Chau (2023) 的觀點，即大學體育教育應透過多樣化的運動選擇與科技輔助，提升學生的運動參與度與健康管理能力。本研究利用穿戴式裝置收集學生的自主運動數據，並基於這些數據進行體能預測，驗證了科技在提供個人化體能評估方面的可行性。透過本研究方法，學校可根據學生的日常運動數據進行個人化體能評估，並推薦適合的運動課程，進一步提升學生的運動參與度與持續性。本研究亦可作為「運動友善校園」推動的實證基礎，與 Oja et al. (2011) 提出的觀點，即學校可透過改善運動設施與提升運動環境來增加學生的運動意願。結合本研究方法，學校可透過數據分析評估學生的運動行為，進而優化運動空間規劃，如提供健身設施或建立體能評估系統，以激勵學生維持規律運動。本研究亦強調科技在提升運動參與度方面的潛力，與 Oba et al. (2023) 的研究相符。智慧穿戴裝置與健康應用程式能夠提供即時運動監測與數據回饋，能夠幫助學生掌握自身體能狀況，並透過個人化建議提升運動參與度。未來若能結合本研究模型至運動健康平台，將有助於學生更有效地進行運動管理，並透過數據驅動的方式強化個人健康管理能力。本研究結果支持 Gao (2025) 的論點，即透過 AI 以改善與建立體育教育效率與個人化的運動指導以及促進學生體能促進。

本研究主要的成果在於驗證了日常自主運動數據對於預測教育部體適能心肺適能後測成績的可行性，特別是僅使用最後一筆運動紀錄能達到 88.9% 的準確率（資料集 A）。相較於傳統依賴單次測驗的體能評估方式，本研究所提出的方法能夠提供更具連續性與

代表性的測量結果，降低測驗當日因個人狀況波動所可能造成的影響。研究目的在於探討運用穿戴式裝置所記錄之日常自主運動數據，建構心肺適能預測模型的可行性評估，期望能提供一種更具連續性、代表性與個別化適應性的評估方式。這一發現對於運動科學和健康管理領域具有重要的意義，為未來發展更便捷、個性化的體能評估工具提供了新的方向。本研究發現，當納入更多運動紀錄（資料集 B 和 C）進行區別分析時，整體模型的區別效能並未顯著提升，且 Wilks' Lambda 檢定未達顯著水準。值得注意的是，納入更多運動紀錄並未顯著提升區別分析的效能，推測近期之運動表現較能反映受試者當下的心肺適能狀態。這也支持了僅利用最後一筆運動紀錄進行預測的高準確率，顯示單次具有代表性的自主運動表現，可能更能反映受試者的長期運動習慣和心肺適能等級。

區別分析法在小樣本條件下的應用可能面臨統計檢定力不足的問題，進而影響模型的穩定性與分類效度，未來研究將透過擴大樣本規模，以提升研究結果的應用價值與可信度並且將進一步探討不同滑動時間窗 (Sliding Windows) 所擷取的運動數據對於體能預測的影響，並分析各項運動指標對於預測模型貢獻的差異。此外，亦可延伸不同運動模式對體能提升的影響，並將本研究方法應用於更廣泛的群體，以驗證其適用性與推廣價值。

然而，本研究存在部分限制，「百日百 K」計畫採用穿戴式裝置與行動應用程式持續記錄參與者的運動距離，雖與傳統體適能檢測以碼錶進行之團體單次測驗，其在執行方式與資源配置上有所不同，但本研究更強調的是透過長期且自主的日常運動，促進參與者培養規律運動習慣，進而提升整體適能水準，也因此能實現本研究之透過前一筆運動數據推估後續之運動表現。因此，儘管百日百 K 在時間與依從性上可能存在挑戰，其核心價值在於強化個體自我健康管理的能力與持續性行為改變的可能性。本研究樣本以年輕大學生為主，整體健康狀況良好，對運動接受度與科技操作能力相對較高。近年來，穿戴式裝置的普及與技術進步，其操作介面日益簡便，使用門檻相對較低，已具備推廣至更廣泛族群之潛力。然而，其核心價值並非僅在於資料的蒐集，而在於後續利用長時間連續性運動數據進行分析所衍生之應用服務，將有助於科技體適能應用與推動。

伍、結論

本研究透過大學生的自主運動數據，尤其是後測前最近一次的運動紀錄，能有效預測其教育部體適能心肺適能後測成績等級，預測準確率高達 88.9%，其優點為透過日常運動數據建立體能預測模型，以取代傳統依賴單次測試的體能評估方式的可行性與潛力。相較於目前常見的體能測試制度，該方法能夠提供更具連續性與代表性的測量結果，減少測試當日因個人狀況影響評估準確性的風險。本方法的最大優勢在於，受試者無需參與特定時段的體能測驗，而是透過平日累積的運動數據即可推估其體能狀況，使得預測結果更具穩定性與個別適應性。傳統體能測試受限於時間與場地，且單次評估可能無法

全面反映受試者的長期體能狀況。此外，此方法可提升受試者的自主參與度，促使受試者透過持續運動累積體能表現，進而建立更健康的生活習慣。這不僅驗證了日常運動數據在體能評估上的可行性，也為未來個人化運動處方與運動科學研究提供了連續運動數值數據支持。本研究驗證了利用日常運動數據進行體能評估的可行性，為改善傳統單次體能測試提供了一個更具連續性、代表性及個別適應性的科學化方法。此結果可為學校體育教學、健康管理單位以及個人運動計畫的制定提供了具價值的參考依據。未來，透過結合大數據分析技術，如：機器學習演算法以及穿戴式裝置提供的更多生理指標，例如心率變異性、血氧濃度等，進一步提升模型預測的準確度，使心肺適能的評估更加智慧化與個人化。未來將可更廣泛地應用於健康監測、運動訓練及教育領域，為個人提供更具科學依據的體能管理方式。未來隨著穿戴裝置與生理監測技術的發展，結合更多生理參數與機器學習演算法，此模型於後續增加收案數據資料量後，更新預測模型後即可應用於個人化運動處方與智慧健康促進，為健康管理、教育與運動科技整合應用提供重要參考。

利益衝突

本研究無涉及相關利益衝突。

致謝

本研究感謝受試人員，特此致謝。

參考文獻

- 教育部體育署 (2020)。國民體適能現況調查報告。教育部體育署。
<https://ws.moe.edu.tw/Download.ashx?u=C099358C81D4876C725695F2070B467E8B81ED614D7AF43EE3EED085A177D582ECD69299217812C806D5D648A0D9A870DA4BE86055A5429326C645CD02627FEE7A67DA92AFF3FB369EE7A2C9456F24E9&n=03247E214173540BC5B05C74FDDAF3D61F1CEFA99341985D0D56C882E2F710BEE1C5D9526D518329&icon=..pdf>
- 楊珮菁、邱毓賢、莊濱鴻、許家得、陳以德、莊宜達 (2025)。應用集群分析法進行大學生自主運動表現型態之研究。《運動表現期刊》。12(2), 315-328, <https://doi.org/10.53106/240996512025091202004>
- Aggarwala, J., Garg, R., & Chatterjee, S. (2022). Linear Discriminant Analysis of Various Physiological and Psychological Parameters among Indian Elite Male Athletes of Different Types of Sports. *Sport Mont*, 20(3), 53-60. <https://doi.org/10.26773/smj.220909>
- Çakaloğlu, E., Yüksel, H. S., Şahin, F. N., Güler, Ö., Arslanoğlu, E., Yamak, B., Aydogmuş, M., Yaşar, O. M., Gürkan, A. C., Söyler, M., Ceylan, L., & Küçük, H. (2025). The acute effects of moderate-intensity aerobic exercise on core executive functions in healthy older adults: A systematic review. *Life*, 15(2), 230. <https://doi.org/10.3390/life15020230>
- Elrick, H. (1996). Physical inactivity and its impact on cardiovascular health and obesity: A

- public health perspective. *American Journal of Public Health*, 86(5), 671–672.
- Gao, Y. (2025). The role of artificial intelligence in enhancing sports education and public health in higher education: Innovations in teaching models, evaluation systems, and personalized training. *Frontiers in Public Health*, 13, 1554911. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1554911>
- Oba, T., Takano, K., Katahira, K., & Kimura, K. (2023). Use patterns of smartphone apps and wearable devices supporting physical activity and exercise: large-scale cross-sectional survey. *JMIR mHealth and uHealth*, 11, e49148.
- Oja, P., Titze, S., Bauman, A., de Geus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B., & Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 496–509. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x>
- Pujari, V. (2024). Moving to improve mental health: The role of exercise in cognitive function – A narrative review. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(Suppl 1), S26–S30. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_614_23
- To Thi Viet Chau. (2023). Enhancing Physical Education for Students at University. *Semantic Scholar*. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/78bca07513d8d25f29cd610ba465de76aeb7add9>
- Van Dyck, D., Cardon, G., Deforche, B., Sallis, J. F., Owen, N., & De Bourdeaudhuij, I. (2015). Neighborhood walkability and sedentary time in Belgian adults: *The mediating role of physical activity*. *Health & Place*, 31, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.11.008>
- World Health Organization. (2020). *Guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>

An Exploratory Study on Tracking and Predicting the Effectiveness of University Students' Voluntary Exercise Using Wearable Devices

Pei-Ching Yang^{1,2}, Yu-Hsien Chiu^{2,3*}, Pin-Hung Chuang⁴, I-Te Chen³, Yi-Ta Chuang^{5,6,7*}

¹Department of Computer Science and Information Engineering, Chang Jung Christian University

²Artificial Intelligence Research Center, Chang Jung Christian University

³Department of Healthcare Administration and Medical Informatics, Kaohsiung Medical University

⁴Department of Leisure and Sport Management, Cheng Shiu University

⁵Physical Education Center, Kaohsiung Medical University

⁶Department of Medical Research, Kaohsiung Medical University Hospital

⁷Precision Sports Medicine and Health Promotion Center, Kaohsiung Medical University

Abstract

Many university students lack regular exercise habits, which further impacts the development of their cardiorespiratory fitness. The increasing popularity of wearable devices provides convenience for voluntary exercise monitoring and health management. **Purpose:** This study aimed to explore the feasibility of using voluntary exercise data from university students wearing wearable devices to predict their post-test cardiorespiratory fitness rank. **Methods:** This study collected 824 outdoor running records from 27 participants at Kaohsiung Medical University during the "Student Self-Initiated Exercise 100 Days 100K" program. These data included exercise performance indicators such as heart rate, speed, distance, and cadence recorded by wearable devices. Furthermore, a physical fitness prediction model was established using the exercise data recorded by participants wearing wearable devices during their workouts, employing the Canonical Discriminant Analysis method. **Results:** The research results showed that using only the most recent exercise record before the post-test (Dataset A) could achieve a prediction accuracy of 88.9% for the post-test cardiorespiratory fitness scores, which verifies the feasibility and high accuracy of using daily voluntary exercise data for physical fitness assessment. Compared to traditional single physical fitness tests, this method provides a scientific, continuous, representative, and individually adaptable assessment approach. **Conclusion:** The findings of this study provide a scientific basis for school physical education teaching, health management, and the development of personal exercise plans. It also lays the foundation for future integration with machine learning methods and the collection of more physiological indicators to enhance the intelligence and personalization of physical fitness assessments.

Keywords: Voluntary exercise, Cardiorespiratory fitness, Wearable devices, Physical fitness prediction model, Exercise performance