

登山健行者使用心跳率與自覺強度 測量運動強度之領域性文獻回顧

發表者：休旅碩一 胡石恩慈

指導教授：李晶 教授





目錄

一、緒論

二、文獻探討

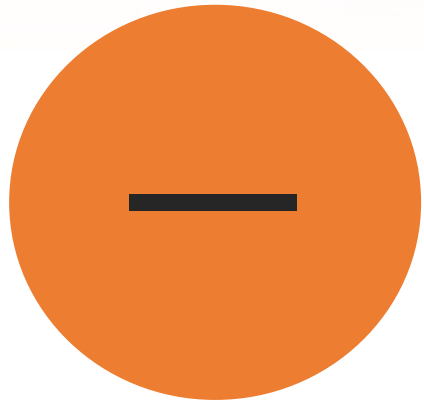
三、研究方法

四、研究結果

五、結論與建議

六、參考文獻

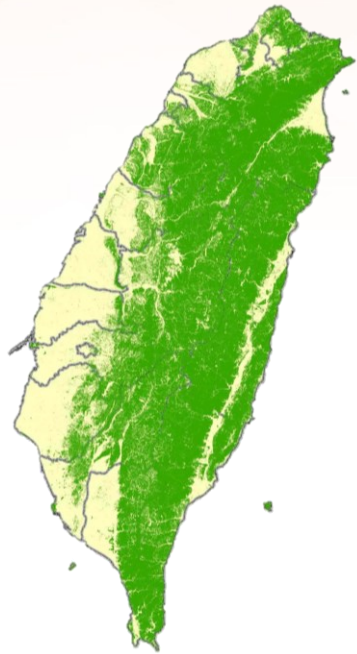




緒論

研究背景與動機
研究目的與問題

一、緒論：研究背景與動機

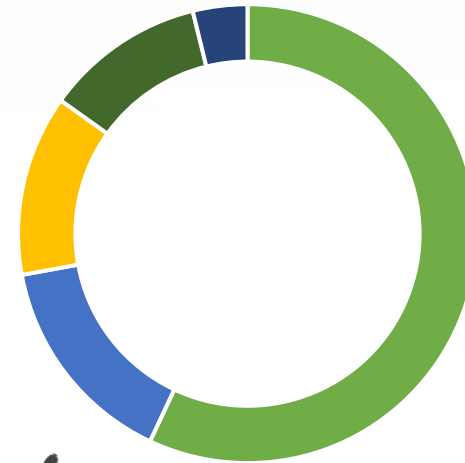


臺灣森林覆蓋率
達 60.7%

臺灣擁有豐富的自然資源，高山和丘陵地形將近佔有三分之二的土地，目前共有117條自然步道。(台灣山林悠遊網，2024)

隨著健康意識的提升與戶外休閒活動的盛行，登山健行在臺灣日益普及。

臺灣運動項目人口統計



- 78.7%戶外運動
- 20.9%球類運動
- 17.6%室內運動
- 15.6%武藝/伸展/舞蹈
- 5.3%水域活動

民眾最常從事的運動項目排名前三

1. 散步/走路/健走：57.4%
2. 慢跑：18.1%
3. 爬山：12.4%

(教育部體育署運動現況調查報告，2024)

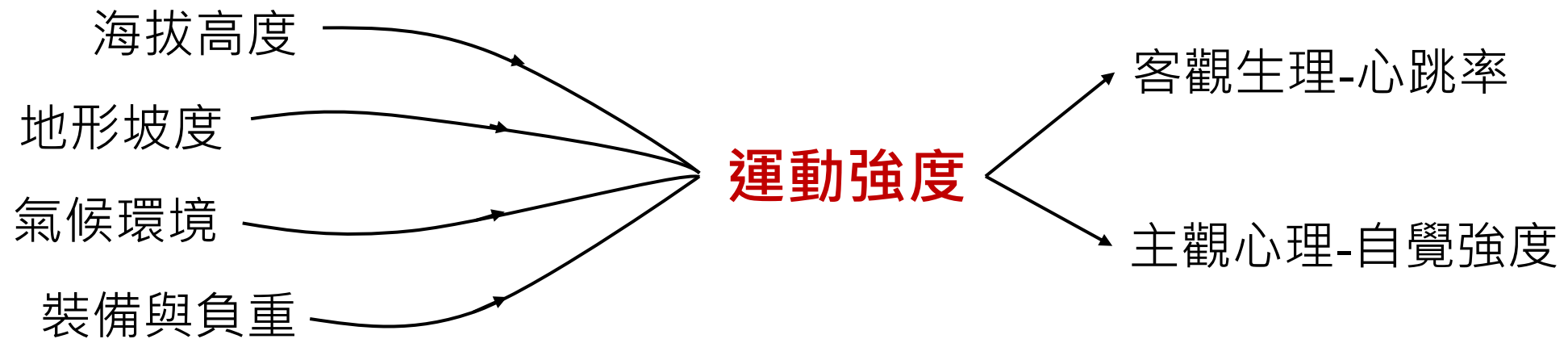
一、緒論：研究背景與動機

近年登山健行活動種類多元，其強度與複雜度差異顯著，而**運動強度**是評估身體負荷的核心指標（李志峰，2013）。



一、緒論：研究背景與動機

在多變且具挑戰性的自然環境中，運動強度容易受外在因素影響，有不同測量方式，並在各研究間的定義與工具使用上均存在差異。





一、緒論：研究目的與問題

- 研究目的

1. 了解登山健行領域，心跳率與自覺強度在運動強度中的定義與內涵。
2. 統整目前文獻在登山健行領域中心跳率與自覺強度的測量工具。
3. 確定現有研究在心跳率與自覺強度測量上的限制與知識缺口。

- 研究問題

1. 了解登山健行領域，心跳率與自覺強度在運動強度中的定義與內涵有哪些？
2. 目前文獻在登山健行領域中，心跳率與自覺強度的測量工具有哪些？
3. 確定現有研究在心跳率與自覺強度測量上，有哪些限制與知識缺口？



文獻探討

登山健行者

運動強度

領域性文獻回顧



二、文獻探討：登山健行者

登山健行者泛指在高、中低海拔山區或郊山步道等山徑或自然坡度中進行徒步移動 (台灣山林悠遊網, 2024), 且無嚴重心血管疾病或急性運動傷害的**健康參與者**。



二、文獻探討：運動強度

運動強度是指在從事身體活動或運動時的劇烈程度 (Pate, 1995)。運動強度在日常活動量監控、訓練計畫制定都扮演了重要的角色 (姜俊璋、相子元, 2020)。

- 客觀生理指標

- 心跳率 (HR)

是最常見且易於監測的運動強度指標 (Wilmore & Costill, 1994)，透過計算目標心率，可以讓我們瞭解運動時身體的負荷情況 (林東毅, 2016)。

- 最大心率公式：220 - 年齡
 - 目標心率公式：
(最大心率 - 安靜心率) × 運動強度 + 安靜心率
- 輕度：<55% HRmax
中等：55–69% HRmax
高強度：≥70% HRmax (Ozemek et al., 2025)

二、文獻探討：運動強度

運動強度是指在從事身體活動或運動時的劇烈程度 (Pate, 1995)。運動強度在日常活動量監控、訓練計畫制定都扮演了重要的角色 (姜俊璋、相子元, 2020)。

- 主觀知覺指標

- 運動自覺量表 (RPE)

一種主觀評估運動時身體與肌肉負荷程度的指標，通常以數字來量化感覺，是登山健行者評估疲勞程度最直觀的工具。

	RPE 數值	Borg (6-20) 自覺強度描述
輕度	6	完全不費力 (No exertion at all)
	11	輕鬆 (Light)
中等	12	-
	13	有點辛苦 (Somewhat hard)
高強度	14	-
	15	辛苦 (Hard)
	20	盡最大努力 (Maximal exertion)

(Borg, 1985)



二、文獻探討：範域性文獻回顧

範域性文獻回顧 (Scoping Review)

是一種近年來廣受採用的系統性方法 (Grant & Booth, 2009)

此回顧方法旨在確認研究證據的類型、釐清複雜的概念，以及辨識現有研究中的缺口 (Arksey & O'Malley, 2005)。



研究方法

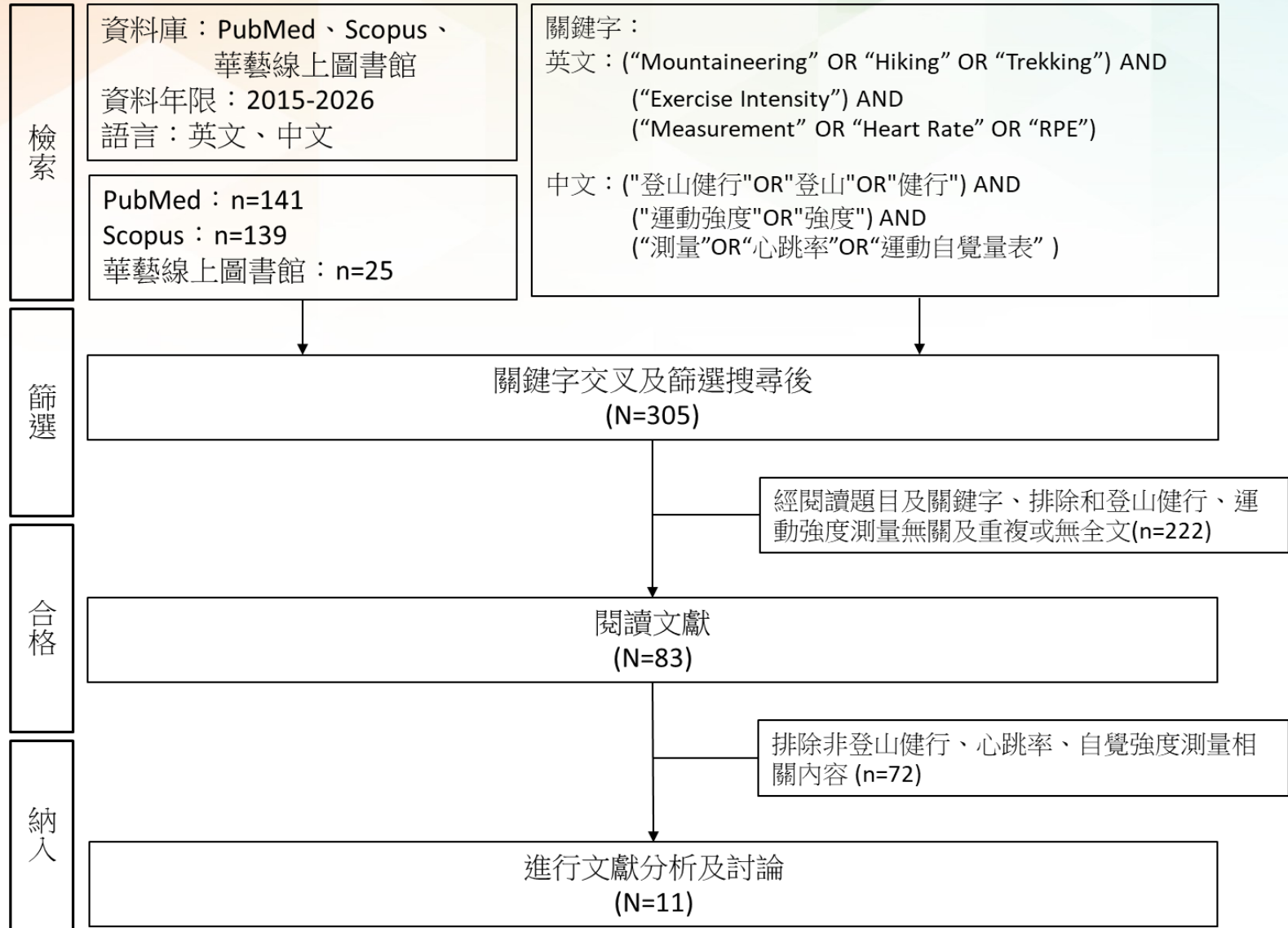
三、研究方法

本研究依據 Arksey 與 O'Malley (2005) 之步驟與PRISMA流程，從PubMed、Scopus、華藝線上圖書館蒐集2015-2026年間以「使用心跳率及自覺強度測量登山健行運動強度」相關關鍵字進行檢索。

「使用心跳率及自覺強度測量登山健行運動強度」相關關鍵字

英文關鍵詞	中文關鍵詞
“Mountaineering” OR “Hiking” OR “Trekking”	“登山健行”OR”登山”OR”健行”
“Exercise Intensity”	“運動強度”OR”強度”
“Measurement” OR “Heart Rate” OR“RPE”	“測量” OR”心跳率”OR“運動自覺量表”

三、研究方法





四

研究結果

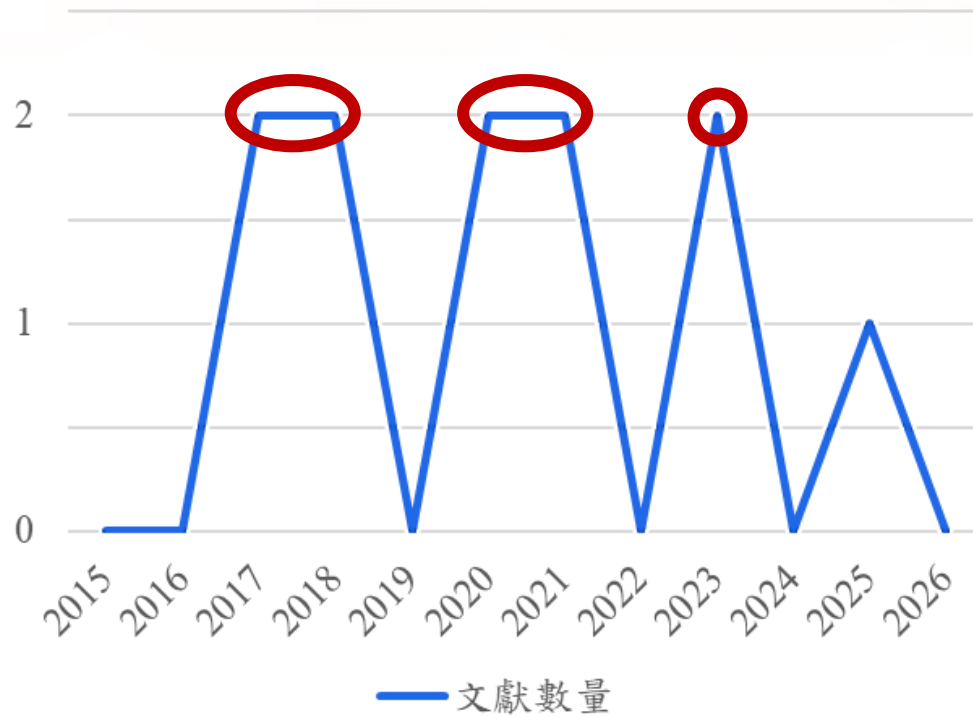
研究數量

運動強度定義區分

測量工具選擇

四、研究結果

2015年至2026年研究數量



單一心跳率測量 (7篇)

- 硬體驗證
- 客觀安全控制

同時測量心跳率與自覺強度 (4篇)

- 比較主客觀差異
- 評估局部肌肉疲勞

四、研究結果

運動強度定義區分 - 單一心跳率測量 (7篇)

平均絕對誤差百分比 (MAPE) $\leq 5\%$
(Navalta et al., 2020)

準確性

作者 (年份)	研究目的	操作環境	測量工具	運動強度
姚中華 (2025)	硬體驗證	森林步行	醫療級血壓計 ASUS 運動手錶	未明確區分運動強度 運動手錶與醫療級血壓計 趨勢一致，但顯著性較低
Navalta et al. (2020)	硬體驗證	短距離 越野跑 3.22km	Polar H7 胸帶 Garmin Fenix 5 腕錶 Jabra Elite Sport 耳機 Motiv ring 戒指 Scosche Rhythm+ 前臂帶 Suunto Spartan Sport 搭配胸帶	未明確區分運動強度 Scosche Rhythm+ : MAPE = 5.6% Garmin Fenix 5 : MAPE = 13.5% Motiv Ring : MAPE = 15.9% Jabra Elite Sport : MAPE = 21.3% Suunto Spartan Sport : MAPE = 1.9%
Teodorescu et al. (2020)	硬體驗證 (效能)	高海拔 (2000m-5895m)	Suunto Ambit3 Peak 腕錶與心率帶	實現極端環境下的「連續性綜合數據監測」，能夠精確追蹤「心血管負荷」與「運動強度區間」

→ 準確性驗證研究以醫療級、ECG技術之心率監測器為準確度測量基準

四、研究結果

運動強度定義區分 - 單一心跳率測量 (7篇)

安全性

作者 (年份)	研究目的	操作環境	測量工具	運動強度
Kim et al. (2023)	客觀安全控制	森林步行	Polar H10 胸帶 Polar Pacer Pro 智慧手錶	使用ACSM目標心跳率公式， 將運動強度設定在30% -60%
Nikolaev et al. (2021)	客觀安全控制	長距離越野跑 15km	心率監測器(無具體型號) 心電圖 (ECG) 記錄法	HR : 130 -150 次/min
Skaliy et al. (2023)	客觀安全控制	長距離登山 114km	Canyon Sport Master 腕錶	CANYON 內建最大功率 運動強度為65% -76%
Jörres et al. (2021)	客觀安全控制	長距離健行 100km	SenseWear 活動量計臂帶 Polar RS800CX 腕錶與心率帶	賽事規定僅能步行 步行速度 : 4.12 km/h 代謝當量 : 5 MET HR : 106 -108 次/min

→透過運動強度設定，以控制研究安全性

四、研究結果

運動強度定義區分 - 同時測量心跳率與自覺強度 (4篇)

◎心跳率測量工具

作者 (年份)	研究目的	操作環境	測量工具	運動強度
吳水丕、陳冠豪 (2018)	評估局部肌肉疲勞	針對 不同坡度 平地、10%上下坡	◎Polar心搏追蹤器 Borg 6-20 量表	運動強度以固定負重控制 HR平均：81 -117次/min RPE：9.8 - 11.9
Grainer et al. (2017)	比較主客觀差異	針對 不同坡度 7.2混合地形表面 10%上下坡	◎Polar s725x 腕錶與胸帶 Borg 6-20 量表	自選步行速度 HR：108 -129次/min RPE：10.3 - 10.7
Burtscher et al. (2018)	比較主客觀差異	低海拔階梯測試 高海拔 (3450m-3500m)	◎Polar心率胸帶 ◎Nonin Onyx 9500脈搏血氧儀 Borg 6-20 量表	HRmax > 85%視為無氧閾值 RPE > 15
Netzer et al. (2017)	比較主客觀差異	高海拔 (2800m-4200m) 模擬實驗室	◎PULOX® PO-100脈搏血氧儀 Garmin Forerunner 305腕錶GPS Borg 6-20 量表	設定步行步速 1.6 km/h 實驗室HR：106 -137次/min 高山HR：130 -159次/min RPE：12.33

比較差異

→在大自然環境中，主觀感受會低估身體實際承受的客觀生理耗損，而局部主觀測量可補足全身客觀測量的盲點

四、研究結果



測量工具選擇

- 是否進行硬體準確性驗證
- 依測量環境
(高海拔/長距離/明顯坡度)
- 是否進行強度設定

四、研究結果

測量工具選擇 - 是否進行硬體準確性驗證

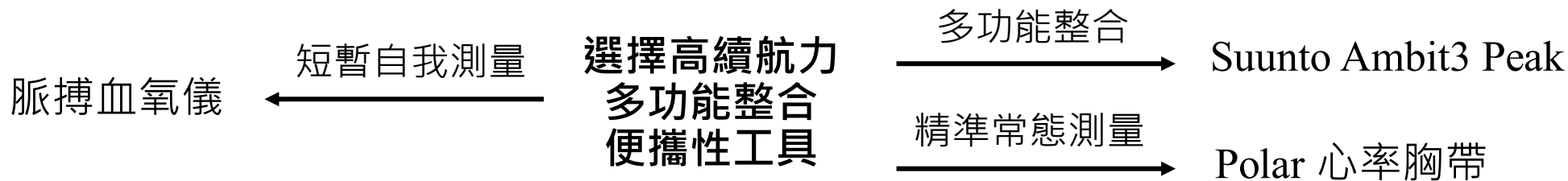
姚中華 (2025)	硬體驗證	森林步行	醫療級血壓計 ASUS 運動手錶	未明確區分運動強度 運動手錶與醫療級血壓計 趨勢一致，但顯著性較低
Navalta et al. (2020)	硬體驗證	短距離 越野跑 3.22km	Polar H7 胸帶 Garmin Fenix 5 腕錶 Jabra Elite Sport 耳機 Motiv ring 戒指 Scosche Rhythm+ 前臂帶 Suunto Spartan Sport 搭配胸帶	未明確區分運動強度 Scosche Rhythm+ : MAPE = 5.6% Garmin Fenix 5 : MAPE = 13.5% Motiv Ring : MAPE = 15.9% Jabra Elite Sport : MAPE = 21.3% Suunto Spartan Sport : MAPE = 1.9%



四、研究結果

測量工具選擇 - 依測量環境 (高海拔/長距離/明顯坡度)

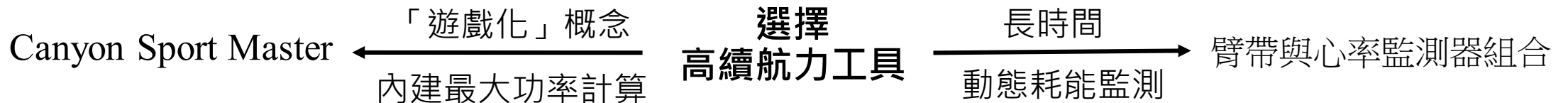
Teodorescu et al. (2020)	硬體驗證 (效能)	高海拔 (2000m-5895m)	Suunto Ambit3 Peak 腕錶與心率帶	HR : 112-133次/min → %HRmax : 70%-83% HR : 125-164次/min → %HRmax : 78%-102.5%
Burtscher et al. (2018)	比較主客觀 差異	低海拔階梯測試 高海拔 (3450m-3500m)	◎Polar心率胸帶 ◎Nonin Onyx 9500脈搏血氧儀 Borg 6-20 量表	HRmax > 85%視為無氧閾值 RPE > 15
Netzer et al. (2017)	比較主客觀 差異	高海拔 (2800m-4200m) 模擬實驗室	◎PULOX® PO-100脈搏血氧儀 Garmin Forerunner 305腕錶GPS Borg 6-20 量表	設定步行步速1.6 km/h 實驗室HR : 106 -137次/min 高山HR : 130 -159次/min RPE : 12.33



四、研究結果

測量工具選擇 - 依測量環境 (高海拔/長距離/明顯坡度)

Nikolaev et al. (2021)	客觀安全控制	長距離越野跑 15km	心率監測器(無具體型號) 心電圖 (ECG) 記錄法	HR : 130 -150 次/min
Skaliy et al. (2023)	客觀安全控制	長距離登山 114km	Canyon Sport Master 腕錶	CANYON 內建最大功率 運動強度為65% -76%
Jörres et al. (2021)	客觀安全控制	長距離健行 100km	SenseWear 活動量計臂帶 Polar RS800CX 腕錶與心率帶	賽事規定僅能步行 步行速度：4.12 km/h 代謝當量：5 MET HR : 106 -108 次/min



四、研究結果

測量工具選擇 - 依測量環境 (高海拔/長距離/明顯坡度)

Nikolaev et al. (2021)	客觀安全控制	長距離越野跑 15km	心率監測器(無具體型號) 心電圖 (ECG) 記錄法	HR : 130 -150 次/min
吳水丕、陳冠豪 (2018)	評估局部 肌肉疲勞	針對 不同坡度 平地、10%上下坡	Polar心搏追蹤器 Borg 6-20 量表	運動強度以固定負重控制 HR平均 : 81 -117次/min RPE : 9.8 - 11.9
Grainer et al. (2017)	比較主客觀 差異	針對 不同坡度 7.2混合地形表面 10%上下坡	Polar s725x 腕錶與胸帶 Borg 6-20 量表	自選步行速度 HR : 108 -129次/min RPE : 10.3 - 10.7

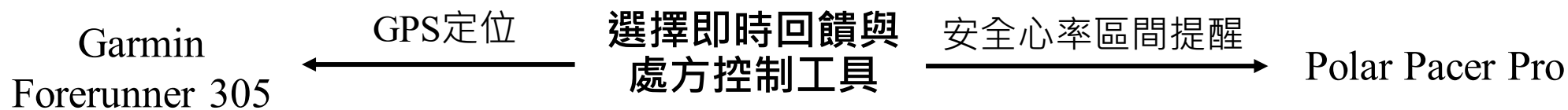




四、研究結果

測量工具選擇 - 是否進行強度設定

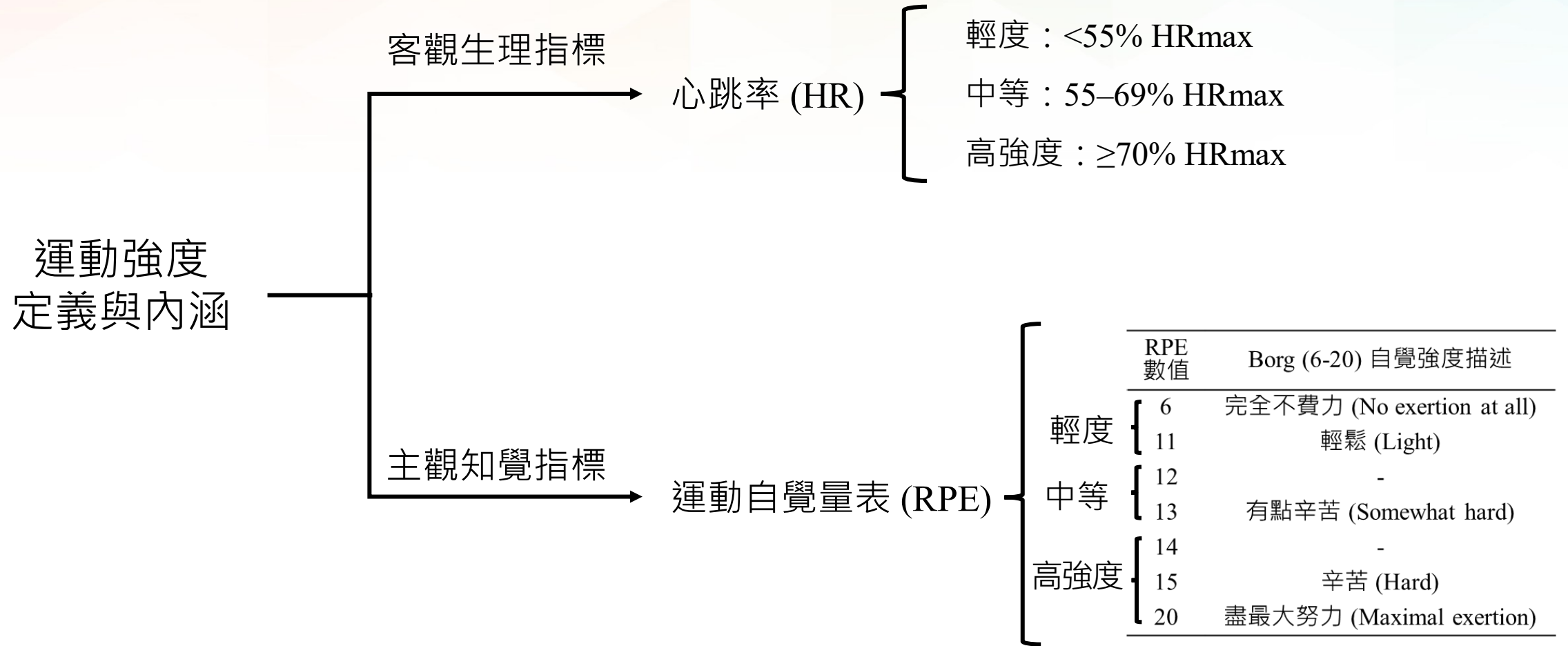
Kim et al. (2023)	客觀安全控制	森林步行	Polar H10 胸帶 Polar Pacer Pro 智慧手錶	使用ACSM目標心跳率公式， 將運動強度設定在30% -60%
Netzer et al. (2017)	比較主客觀 差異	高海拔 (2800m-4200m) 模擬實驗室	PULOX® PO-100指尖血氧儀 Garmin Forerunner 305腕錶GPS Borg 6-20 量表	設定步行步速1.6 km/h 實驗室HR：106 -137次/min 高山HR：130 -159次/min RPE：12.33





結論與建議

五、結論與建議



可單一測量，也可同時測量心跳率與自覺強度

五、結論與建議

單一測量
心跳率
(7篇)

ECG心率監測器

Polar H7 胸帶 (2)
Polar H10 胸帶 (4)
Polar RS800CX 腕錶與胸帶 (7)
Suunto Spartan Sport 搭配胸帶 (2)
Suunto Ambit3 Peak 腕錶與胸帶 (3)

光學心率監測器 (腕錶/手錶)

Garmin Fenix 5 腕錶 (2)
ASUS 運動手錶 (1)
Polar Pacer Pro 智慧手錶 (4)
Canyon Sport Master 腕錶 (6)

醫療級心率監測器

醫療級血壓計 (1)

光學心率監測器 (其他部位)

Jabra Elite Sport 耳機 (2)
Motiv ring 戒指 (2)
Scosche Rhythm+ 前臂帶 (2)

五、結論與建議

同時測量
心跳率
自覺強度
(4篇)

心跳率

ECG心率監測器

醫療級心率監測器

Polar心搏追蹤器 (1)
Polar s725x 腕錶與胸帶 (2)
Polar心率胸帶 (3)

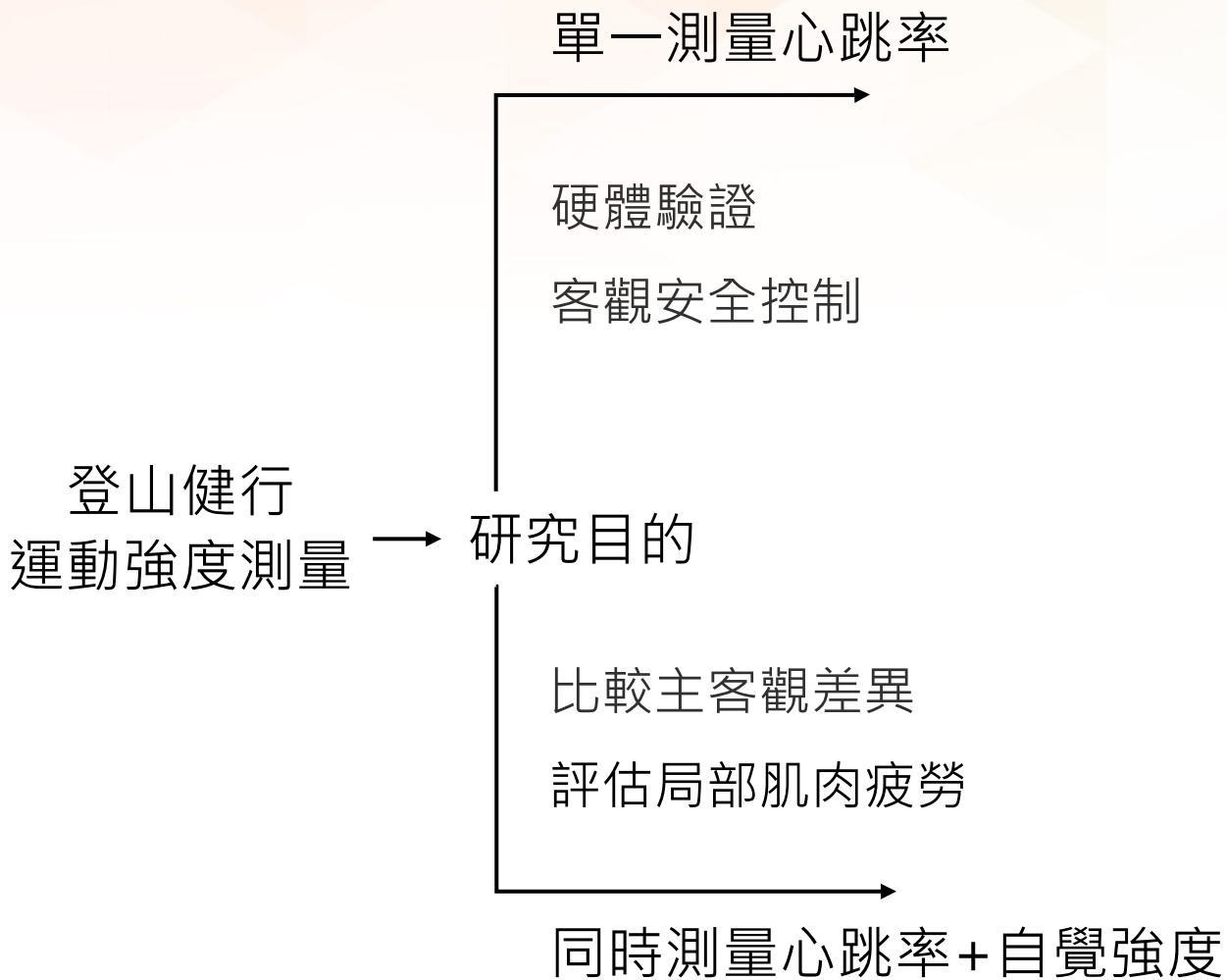
Nonin Onyx 9500 脈搏血氧儀 (3)
PULOX® PO-100 脈搏血氧儀 (4)

自覺強度

Brog 6-20 量表 (1)(2)(3)(4)

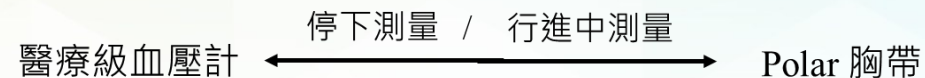


五、結論與建議



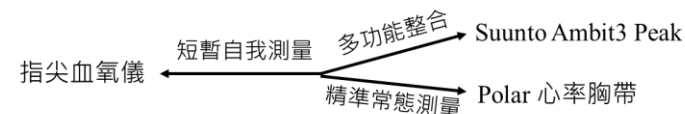
是否進行硬體準確性驗證

高準確性

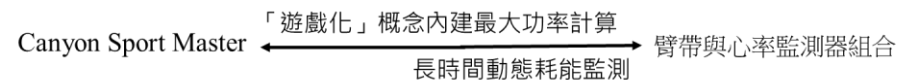


依測量環境（高海拔/長距離/明顯坡度）

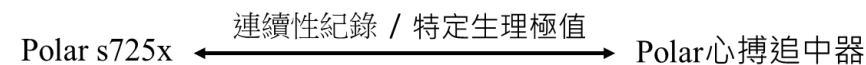
高海拔：高續航力/多功能整合/便攜性



長距離：高續航力工具

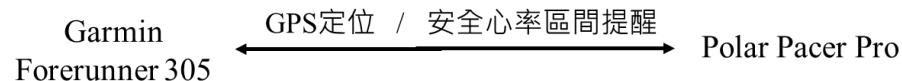


明顯坡度：心電圖（ECG）技術



是否進行強度設定

即時回饋與處方控制



六、參考文獻

- 吳水丕、陳冠豪 (2018)。登山杖與護膝對於登山客生理成本之效應。工作與休閒學刊, 5(2), 113-122。 [https://doi.org/10.6848/JWL.201803_5\(2\).0001](https://doi.org/10.6848/JWL.201803_5(2).0001)
- 林東毅 (2016)。以心肺耐力為基礎的體適能常模端之動態生理訊號關聯分析 (Publication Number 2016年) 逢甲大學]。AiritiLibrary。
- 李志峰 (2013)。設定正確的運動強度 - 論析運動強度的測量方法與運用 [Set Up Correct Sport Intensity-To Explore and Utilize Measuring Methods of Sport Intensity]。政大體育研究(22), 1+3-18。 [https://doi.org/10.30411/cttyyc.201310_\(22\).0001](https://doi.org/10.30411/cttyyc.201310_(22).0001)
- 姚中華 (2024)。穿戴式裝置適用於大台北郊區森林浴之心血管健康效益 [碩士論文, 國立臺灣大學]。華藝線上圖書館。 <https://doi.org/10.6342/NTU202504360>
- 姜俊瑋、相子元 (2020)。運動強度與身體活動量的關係。運動科學網。
- 教育部體育署. (2024). 中華民國113年運動現況調查
- 蘇有鵬、王鶴森 (2020)。七星山小油坑步道健行之能量消耗評估：穿戴式裝置的準確性。體育學報, 53(2), 179-187。 [https://doi.org/10.6222/pej.202006_53\(2\).0003](https://doi.org/10.6222/pej.202006_53(2).0003)
- Arksey, H., & O'malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, 8(1), 19-32.
- Borg, G., Ljunggren, G., & Ceci, R. (1985). The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 54(4), 343-349.
- Burtscher, M., Philadelphy, M., Gatterer, H., Burtscher, J., & Likar, R. (2018). Submaximal exercise testing at low altitude for prediction of exercise tolerance at high altitude. *Journal of travel medicine*, 25(1), 10.1093/jtm/tay011. <https://doi.org/10.1093/jtm/tay011>
- Grainer, A., Zerbini, L., Reggiani, C., Marcolin, G., Steele, J., Pavei, G., & Paoli, A. (2017). Physiological and Perceptual Responses to Nordic Walking in a Natural Mountain Environment. *International journal of environmental research and public health*, 14(10), 1235. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101235>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health information and libraries journal*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Jörres, M., Gunga, H. C., & Steinach, M. (2021). Physiological Changes, Activity, and Stress During a 100-km-24-h Walking-March. *Frontiers in physiology*, 12, 640710. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.640710>
- Kim, C., Kim, J., Song, I., Yi, Y., Park, B.-J., & Song, C. (2023). The Effects of Forest Walking on Physical and Mental Health Based on Exercise Prescription. *Forests*, 14(12), 2332. <https://doi.org/10.3390/f14122332>
- Navalta, J. W., Montes, J., Bodell, N. G., Salatto, R. W., Manning, J. W., & DeBeliso, M. (2020). Concurrent heart rate validity of wearable technology devices during trail running. *PloS one*, 15(8), e0238569. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238569>

六、參考文獻

- Netzer, N. C., Rausch, L., Eliasson, A. H., Gatterer, H., Friess, M., Burtscher, M., & Pramsohler, S. (2017). SpO₂ and Heart Rate During a Real Hike at Altitude Are Significantly Different than at Its Simulation in Normobaric Hypoxia. *Frontiers in physiology*, 8, 81. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00081>
- Nikolaev, E., Surikova, N.V., Чупрова, Е.Д., Гомбоев, В.В., Николаев, Е.Ю., Сурикова, Н.В., Чупрова, Е.Д., & Гомбоев, Б.Б. (2021). Evaluation of the Duration of a Hiking Trip as a Kind of Test Within the All-Russian Physical Culture and Sports Training Program “Ready for Labor and Defense” Among Teenagers of the 6th Age Group. *Journal of Siberian Federal University*, 250-256
- Ozemek, C., Bonikowske, A., Christle, J., & Gallo, P. (2025). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G. W., & King, A. C. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 273(5), 402–407. <https://doi.org/10.1001/jama.273.5.402>
- Skaliy, A. V., Mulyk, K. V., Ban, Z., Ostrowski, A., & Anosova, O. S. (2023). Assessment of the functional state of the cardiovascular system of students during a mountain hiking trip. *Slobozhanskyi herald of science and sport*, (27, no. 3), 158-165.
- TEODORESCU, S., BOTA, A., & ȘERBĂNOIU, S. (2020). EFFORT MONITORING IN ACUTE ALTITUDE EXPOSURE BY MEANS OF SUUNTO WEARABLE TECHNOLOGY. *eLearning & Software for Education*, 3.
- Wilmore, J.H. and Costill, D.L. (1994) *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics, Champaign.



謝謝大家