

應用無參照物單目視覺肢體量測於脈波傳導速度評估

Application of Reference-Free Monocular Vision Limb Measurement in Pulse Wave Velocity Assessment

指導教授：詹慧伶

專題成員：蘇奕安

研究動機與目的

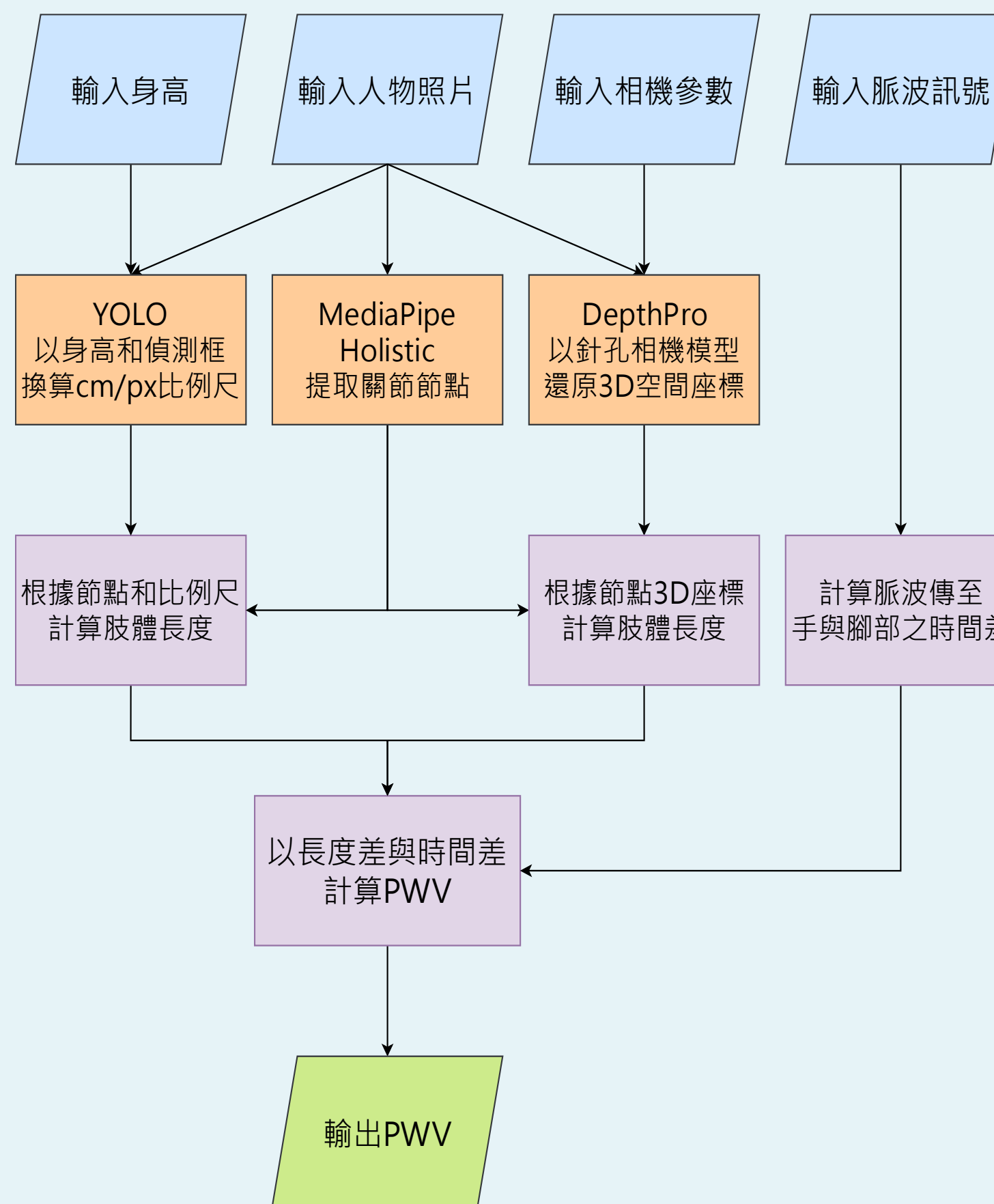
動機：傳統脈波傳導速度（PWV）測量儀器在推算脈波傳導距離時多仰賴基於身高的常模公式，忽略了人體先天肢體比例的個體差異（如長腿短手等），容易在測量上產生系統性誤差，影響臨床診斷的精準度與準確性。

目的：本研究旨在開發一套「**應用非接觸式肢體量測於PWV之評估系統**」。我們期望通過整合單目視覺技術和骨架偵測技術，達到相較常模更精準、能克服個體比例差異的肢體長度測量，提升PWV的評估準確性。

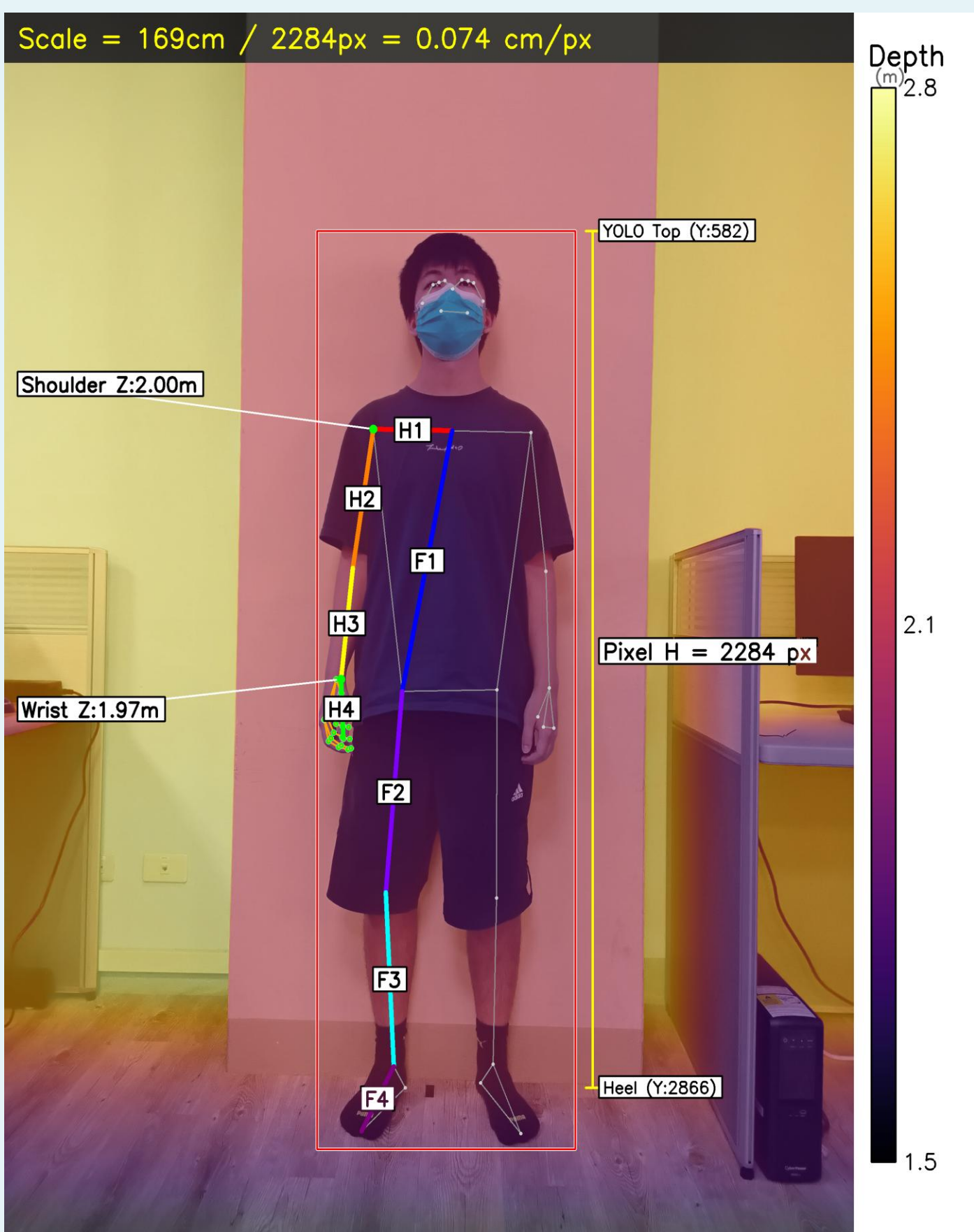
研究流程與方法

為了驗證人體比例差異對常模的實際影響，我們制定了以下流程：

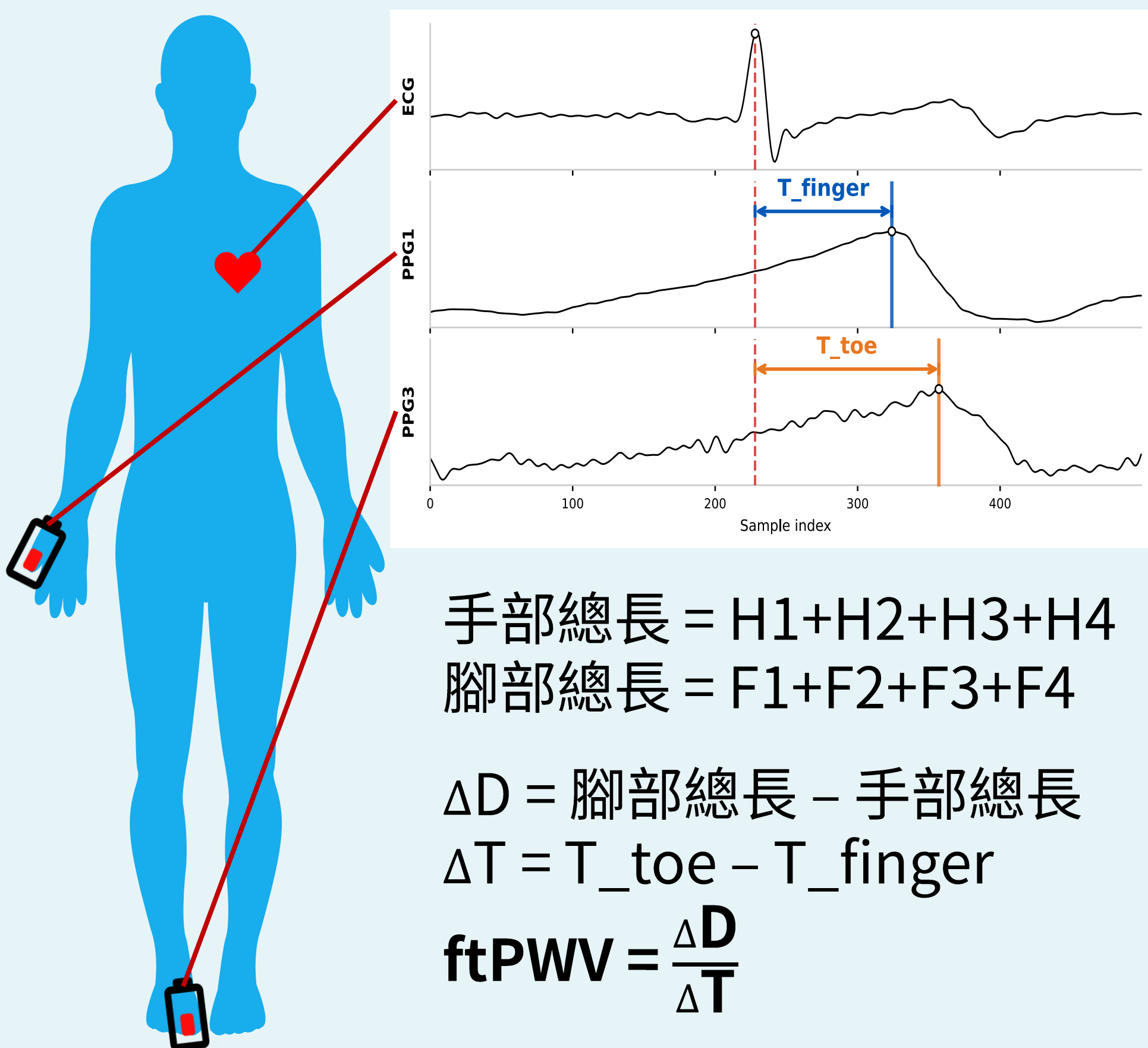
- 一、資料收集：招募涵蓋不同身高與身型特徵的受試者，拍攝受試者全身影像，並且收集ECG與PPG。
- 二、實測基準：人工測量受試者手腳各區段（下圖H1~H4、F1~F4）的長度，作為後續評估模型準確度的基準。
- 三、模型預測：將拍攝的影像透過**MediaPipe**找出人體關節節點，分別以**YOLO**換算公分/像素的比例尺方法和**DepthPro 3D座標轉換方法**分別預測並計算出對應的肢體各區段長度。
- 四、統計分析：將預測之長度與實測基準比較分析其準確性，並與常模進行交叉驗證，評估兩者優劣。



（圖一）資料處理流程圖



（圖二）YOLO方法與DepthPro方法



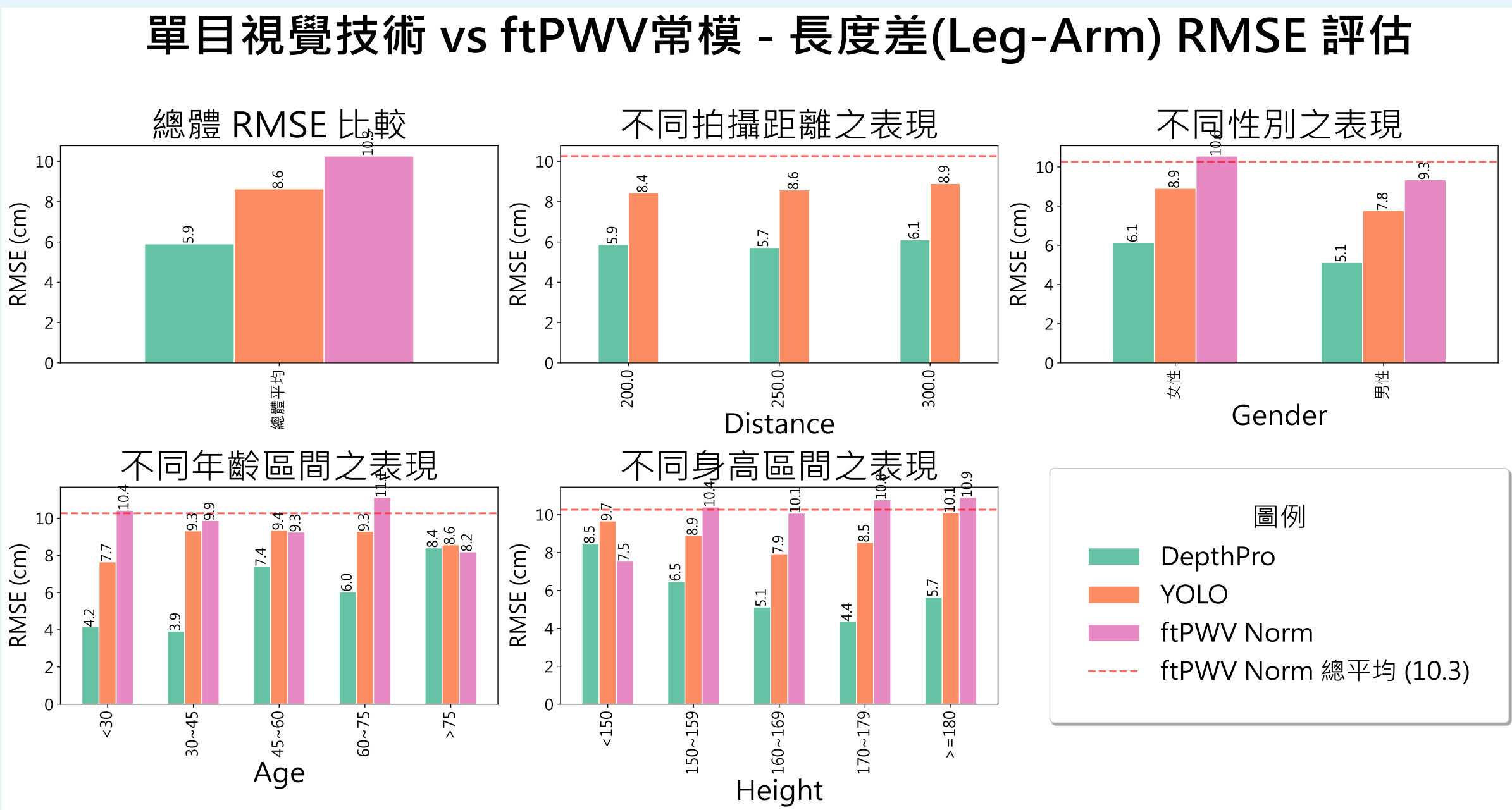
（圖三）ftPWV計算公式與方法

研究成果

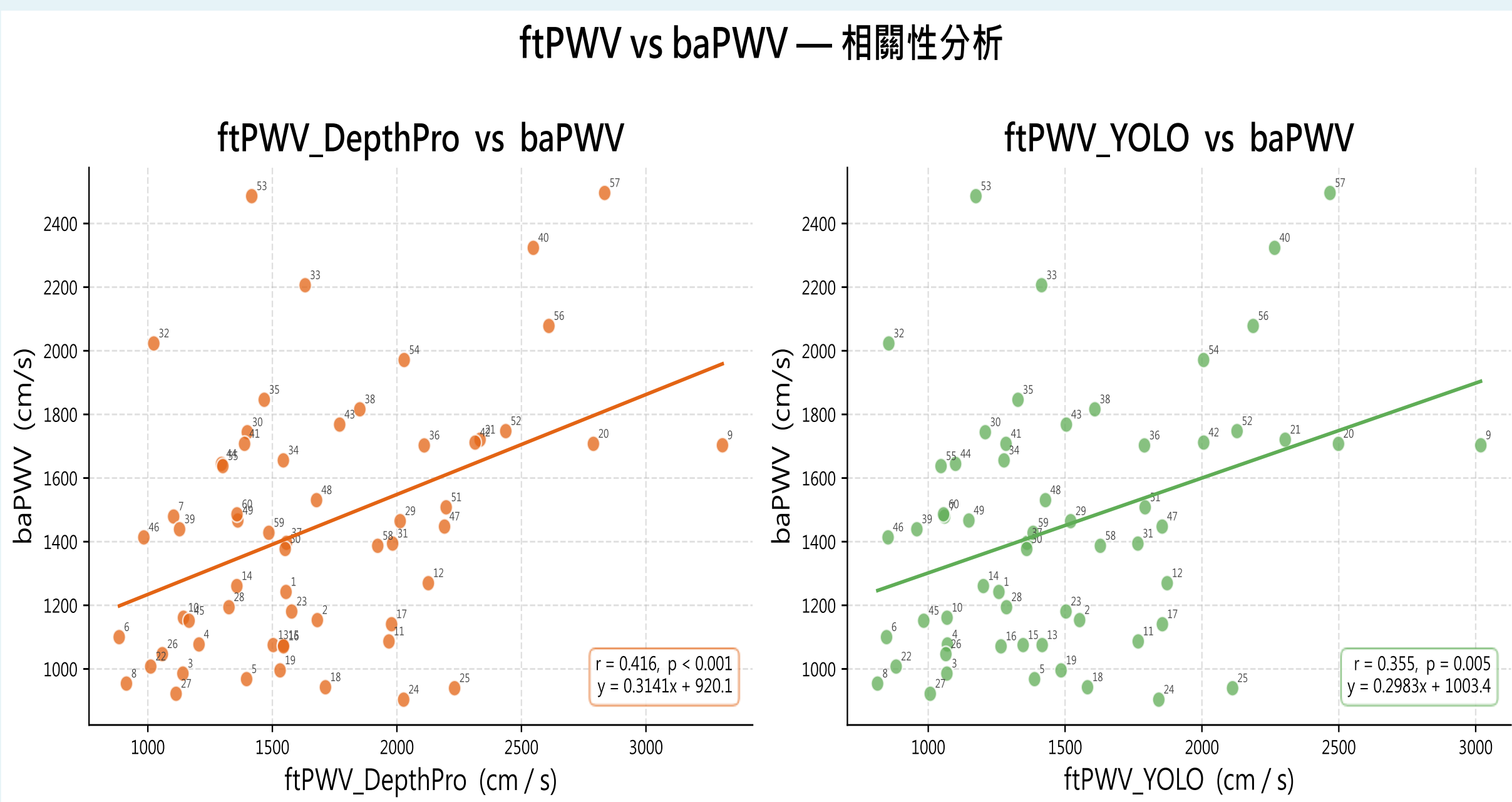
目前收集了六十名以上的受試者，並將結果繪製成下圖，我們能從圖中得出以下結論：

- 一、根據（圖四）我們能發現，不論是以YOLO方法或是DepthPro方法所計算出的肢體長度誤差，在不同性別、年齡、身高上的大部分區間皆比使用常模時擁有更低的RMSE。
- 二、根據（圖五）我們能得知，結合我們開發的肢體長度測量系統以及手指腳趾的PPG、ECG所算出的ftPWV數值，跟經過認證的專業醫療器材算出的baPWV數值具有高度相關。

綜上所述，能證明透過我們所建立的肢體長度測量系統，能**確實捕捉個體的真實肢體長度差異**，在絕大部分情境下的表現皆比使用常模來的好，驗證了使用單目視覺技術於計算PWV中距離參數的可行性。



（圖四）DepthPro、YOLO與常模之長度估測誤差比較圖



（圖五）不同單目視覺方法所得ftPWV與實際baPWV之散佈圖

參考資料

- [1] A. Bochkovskii et al., "Depth Pro: Sharp Monocular Metric Depth in Less Than a Second," arXiv.org, 2024. <https://arxiv.org/abs/2410.02073>
- [2] "MediaPipe holistic - simultaneous face, hand and pose prediction, on device," Google Research - Explore Our Latest Research in Science and AI, <https://research.google/blog/mediapipe-holistic-simultaneous-face-hand-and-pose-prediction-on-device/> (accessed Jun. 8, 2026).

特別感謝

- 感謝錢曉琦學姊對實驗、程式各方面提供的幫助
- 感謝哲偉老師提供收集PPG、ECG資料的機器
- 感謝曾文慧護理師教導如何正確操作baPWV測量儀器