

# LLM運用於坐站測驗影像分析於下肢穩定性評估之應用

學生:1111325王緯璿 (B4\_4)

指導教授:孫天龍 博士

## 研究背景

隨著人口老化加速，老年人跌倒已成為全球重要的公共衛生議題。跌倒不僅會造成骨折、頭部外傷等身體傷害，更可能引發行動能力退化、心理恐懼及生活品質下降。諸多研究顯示，下肢肌力不足、動作控制能力下降以及姿勢穩定度減弱，是導致跌倒風險升高的主要因素。因此，如何有效評估老年人的下肢穩定性，成為預防跌倒與制定介入策略的核心課題。

在臨床及社區健康領域中，發展一套以LLM結合醫師診斷且具敏感度的下肢穩定性評估方法，有助於早期辨識高風險族群，並提供個別化的訓練與復健建議。本研究聚焦於老年人下肢穩定性的量化評估，期望透過系統化的測試與分析，協助建立更完善的跌倒預防模式，提升銀髮族的安全與生活品質。

## 研究步驟

受測者影片錄製->資料預處理->影片擷取->設定prompt->LLM分析

## 研究方法

### 受測對象

本專題與桃園醫院復健科合作，選取5位年長者作為受測者進行30秒坐到站(30s-STs)測試，將受測影片每秒第一偵擷取之後組合。

### LLM的使用

GPT5:用於分析受測者下肢穩定性，並給予醫療建議與生成報告

### Prompt的設計

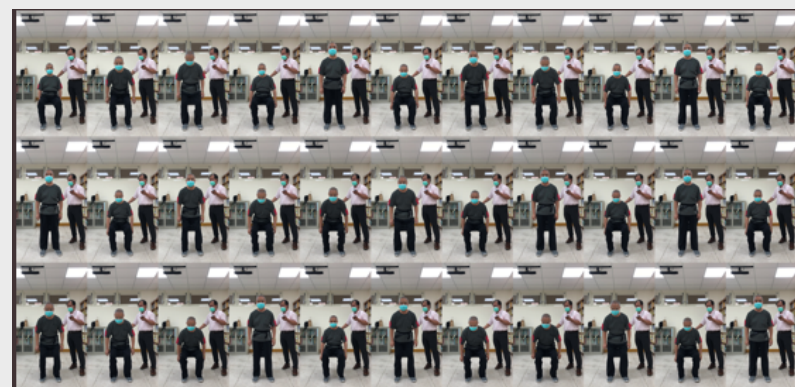
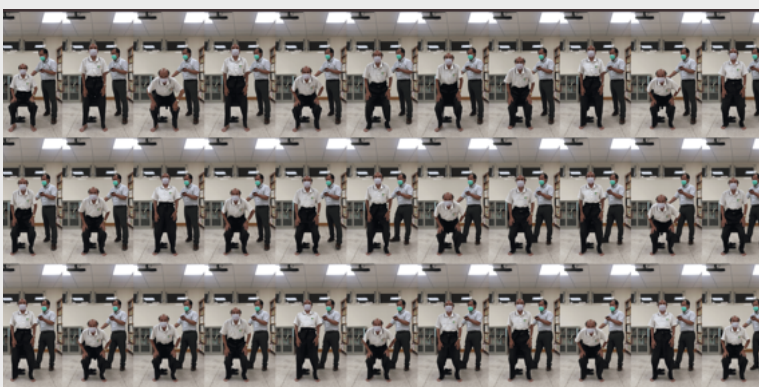
核心作用：Prompt 是使用大語言模型 (LLM) 的關鍵，直接影響模型分析結果的準確性和實用性，所以需要明確的指令去引導LLM的分析與生成

角色設定:專業的健康評估師

我將LLM設定為專業的健康評估師，先給他這個身份讓他帶入，以利於得到我想要LLM回答的答案

資料敘述:受測影片影像

將受測者影片切每一秒第一偵的圖片並結合，爾後請LLM去分析影片中受測者的下肢穩定性差異



去除環境影響

指示 LLM 忽略背景無關物品，只聚焦於受測者下肢穩定性的判斷，讓結果更精準。

生成醫療建議與報告

LLM在分析完資料後，生成醫療建議以及報告，並提出針對性的康復、復健計劃

## 研究結果

本研究透過逐格影像分析技術，成功辨識並量化五位受測者於坐到站立動作過程中的下肢穩定性表現。研究結果顯示，在相同動作條件下，各受測者於離心控制、重心轉移、軀幹輔助程度、膝踝協調性，以及跨關節肌力輸出策略方面皆呈現明顯差異。透過標準化之 0-4 分量表，本研究得以清楚呈現從「動作不穩定、代償多」到「穩定度高、策略成熟」的功能層級變化。分析顯示，穩定度較高的受測者多具備良好的大腿前側肌群離心控制能力，使其在前傾擺位與蹬伸階段能以較少的軀幹代償完成動作。同時，這些受測者在膝踝線保持、雙下肢對稱性、骨盆控制與站起速度上也更為一致與協調。相反地，穩定度較差的受測者時常伴隨明顯的軀幹前傾過度、膝內夾、重心偏移、單腳承重比例失衡，甚至需要加大手臂擺動或以速度補償力量不足，顯示其下肢肌力、協調性與動作控制機制均存在不足。透過逐格比較，也能精確觀察到受測者間細微的動作品質差異。例如某些受測者雖能順利站起，但在動作早期便出現重心提前轉移或膝主導的代償策略；另一些則在接近站穩階段出現腳踝不穩或骨盆晃動，使最終穩定度下降。這些細微差異若僅以肉眼觀察容易被忽略，而本研究的影格分析方法成功凸顯了這些關鍵資訊。此外，也顯示 STS 動作不僅可用來反應下肢功能，更能作為整體動作控制能力的敏感指標。穩定度分數較高的受測者通常具有較佳的神經肌肉協調能力，能有效整合視覺、本體感覺與肌力輸出；反之，分數較低者極可能存在下肢肌群失衡、核心功能不足或長期錯誤的動作習慣。整體而言，透過影像化分析成功建立一套可量化且具臨床參考價值的評估流程，不僅能呈現個別受測者的動作品質，也能清楚比較受測者之間的功能差異。更重要的是，結果顯示此方法具有高敏感度，能有效協助臨床判讀下肢穩定性的細微變化，為未來用於復健追蹤、運動表現量測，提供了重要基礎。

受測者 \ 比較對象	5	19	40	46	62
5	—	19 比 5 更穩定、動作較流暢；5 有更多代償	40 明顯優於 5：更快、更穩、更對稱	5 優於 46：46 偏側施力、不穩更明顯	5 顯著優於 62：62 明顯吃力、代償更大
19	19 優於 5：代償較少、穩定度好	—	40 優於 19：動作最流暢、穩定度最高	19 優於 46：46 的離心轉移明顯	19 明顯優於 62：62 出現明顯晃動與離心控制差
40	40 優於 5：動作幅度穩定且對稱	40 優於 19：速度正常、無吃力感	—	40 明顯優於 46：46 起身晃動與代償明顯	40 顯著優於 62：62 具跌坐風險、控制最差
46	5 優於 46：46 左右不對稱更明顯	19 優於 46：19 整體穩定度較佳	40 明顯優於 46：動作更自然目標	—	46 優於 62：62 的代償更大、平衡更差
62	5 明顯優於 62：62 動作吃力與晃動最明顯	19 明顯優於 62：62 的為弱勢族群	40 顯著優於 62：40 完全穩定；62 有跌坐風險	46 優於 62：46 雖不穩但仍較可控制	—

## 結論

目前以輔助醫師診斷患者的研究目的已經達到，研究成果可成功以逐秒影格分析技術明確區分不同受測者在坐到站動作中的下肢穩定性差異。研究結果顯示，影像序列能有效捕捉動作控制中的細微變化，包括肌力不足、代償策略、重心偏移與離心控制品質等關鍵指標。透過標準化的 0-4 分量化評分，本研究不僅能清楚呈現受測者間的功能層級差異，更建立了具臨床價值的下肢穩定性判讀框架，可作為未來動作功能評估、復健計畫制定與風險分級的重要依據。這套方法證實了 LLM 在連續影格比對在動作品質判斷上的可行性與精準度，更說明在臨床應用上的發展有更多的可能性