

改進帕金森患者手部康復方案

權威數據集與資料來源

- **公開實驗數據**：PhysioNet 的 “Effect of DBS on Parkinsonian Tremor” 數據庫記錄了 16 名帕金森患者在開啟/關閉深部腦刺激(DBS)條件下靜止震顫的指尖速度 ¹。該數據提供了約 60 秒的採樣，可以作為手部震顫分析的參考。
- **EMG 專用數據**：一篇 MDPI 論文提到對 4 位帕金森病患者(另有 1 位本態性震顫患者)採集的腕部屈伸肌群表面肌電(採樣率 2 kHz)數據 ²。雖為私有數據，但可從文獻中了解採集方法與特徵。若無法獲取患者數據，可考慮使用NinaPro DB2等公開數據集 (含 8 通道腕/前臂肌電，40 名健康受試者做多種手部動作) ³ 作基準。
- **健康對照數據**：如 GRABMyo 數據集提供 43 名健康受試者的前臂肌電，執行 16 種手勢的長期錄製 ⁴。這些公開數據可用於構建正常肌電或角度模式，並用來與患者數據對比。
- **運動學量測設備**：已有研究使用可穿戴慣性感測器 (PowerGlove) 精確量測手指關節角度和速度 ⁵。雖不是公開數據集，但指出可客觀量化帕金森患者手部動作 (敲擊、開合等) 在藥物前後的差異 ⁶。這類多指傳感系統可作為未來研究的參考。

以上數據來源既包括針對帕金森患者的實際測量，也涵蓋常用的健康對照數據集。建議先使用公開數據做初步算法驗證，再盡量收集患者特定數據 (如醫院或科研合作)，以提高模型和判斷依據的可靠性 ² ⁶。

模型輸出判斷與閾值設置

- **特徵選擇**：可參考文獻中有效的運動學和肌電特徵。例如帕金森患者手指敲擊運動中，點擊振幅 (range of motion) 往往低於健康者 ⁷；手部肌電波形中，肌肉激活峰值數可反映運動速度變化 ⁸。模型可提取如：手指角度變化範圍、速度和加速度、EMG 峰值頻率、功率譜比例 (例如 4–6 Hz 的震顫頻率功率)，以及經驗性定義的標準差、均值等統計量。這些特徵在 PD 患者與健康組間有顯著差異，可用於制定判斷條件 ⁸ ⁷。
- **閾值判斷**：根據特徵與參考數據，設置具體閾值或分類標準。比如，當**手指角度標準差**大於某值、**平均 EMG 幅度**達到高水平 (表明抖動強烈)，或**震顫頻率功率比**高於正常，則可以判斷手部症狀較重；相反若角度變化幅度正常但肌電低於基線，則可能重在乏力，需要不同策略。這類閾值可根據健康對照和臨床評分 (如 MDS-UPDRS 敲擊項目) 校正 ⁷ ⁶。
- **輸出決策**：在獲得輸入特徵後，可設定決策規則。如若檢測到**運動明顯遲緩** (振幅或速度遠低於健康水平) 或**震顫劇烈** (頻譜能量集中在 4–6 Hz)，則輸出較小的允許運動角度 (意味著舵機給予較大阻力) 以提供更強支持。反之若肌肉激活度較高，則可允許較大活動範圍。這樣的動態調整可參考研究中藥物前後振幅變化的比例 ⁸ ⁷。整體上，建議在模型中引入臨床指標 (如UPDRS分級) 和定量閾值 (例如振幅低於健康均值的某百分位) 共同構建輸出判定邏輯。

訓練方案與建議

- **手指靈活性練習**：借鑒帕金森病運動指南，應包含反覆的手指運動。例如英國帕金森協會建議：「握拳後盡量伸展手指」「依次用拇指觸碰其他四指指尖，並重複此動作」來提高手部靈活性 ⁹。可設計循序漸進的訓練，起始角度從小到大 (如先在30–45°範圍內練習，逐步增加到90°)，鼓勵患者盡量完成大幅度動作。
- **力量與抗阻練習**：為增強握力和對抗能力，可採用抗阻訓練方案。例如讓患者雙手在拇指和食指間夾紙，外力嘗試拉開，此動作可加強拇指和食指屈伸肌肉力量 ¹⁰。控制舵機輸出相應角度或扭矩，使患

者需付出力量才能移動手指，實現動態阻力練習。訓練時可參考物理治療師建議，每組動作做 10–15 次，完成後充分休息。

- **訓練強度與頻率：**每次訓練前後建議**熱敷/冷敷 10 分鐘**暖身或放鬆，並在不同動作間安排**2–3 分鐘休息**以防疲勞⁹。保持適度強度，不要勉強疼痛。如果出現疼痛或過度疲勞，應立即停止訓練。可每天或隔天進行訓練，每次約 20–30 分鐘，並隨著病情穩定逐漸增加難度和阻力。以上建議也應結合專業治療師指導，並參考臨床康復指南中手部功能鍛煉的建議頻率與內容。

以上改進方案參考了多項帕金森運動評估和康復研究：如利用慣性感測客觀量化手部動作⁶，根據肌電和運動學參數評估緩動症嚴重度⁸⁷，並結合臨床指導的手部練習方法⁹¹⁰。建議進一步研讀相關文獻，以便為模型設定更合理的閾值與訓練指標，並基於真實患者數據進行校準和驗證。

參考資料： 相關研究和指南提供了手部震顫、緩動症等特徵分析和訓練原則⁶⁸⁷⁹。上述引用中包含了帕金森患者數據和康復建議的具體說明，可作為改進本方案的理論依據。

¹ README - Effect of Deep Brain Stimulation on Parkinsonian Tremor

<https://physionet.org/content/tremordb/1.0.0/README>

² ³ Parkinson' s Disease EMG Data Augmentation and Simulation with DCGANs and Style Transfer

<https://www.mdpi.com/1424-8220/20/9/2605>

⁴ Gesture Recognition and Biometrics ElectroMyogram (GRABMyo) v1.1.0

<https://physionet.org/content/grabmyo/1.1.0/>

⁵ ⁶ Quantification of Hand Motor Symptoms in Parkinson' s Disease: A Proof-of-Principle Study Using Inertial and Force Sensors - PMC

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5622175/>

⁷ Amplitude setting and dopamine response of finger tapping and gait are related in Parkinson' s disease | Scientific Reports

https://www.nature.com/articles/s41598-022-07994-8?error=cookies_not_supported&code=7a1d760d-297d-4247-a657-0ebb6ca415a0

⁸ Identification of electromyographic patterns of bradykinesia in patients with Parkinson's disease - PMC

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11620153/>

⁹ ¹⁰ Dexterity and Parkinson's | Parkinson's UK

<https://www.parkinsons.org.uk/information-and-support/your-magazine/experts/dexterity-and-parkinsons>