

在不同速度之變速下對人體動態平衡之分析

劉博豪 陳億成

台北市立體育學院

E-mail: asxz1111@hotmail.com

摘要

研究目的：主要將針對人體在不同速度下突然加速時，對於人體動態平衡(dynamic balance)差異之分析進行探討。研究方法：受測對象為 3 位健康之成年人，給予在不同速度下進行變速測試，並利用動作分析系統(Motion Analysis)紀錄受測者動作參數，資料經 matlab7.1 評估受試者膝關節以及踝關節之關節角度變化量。研究結果：經實驗結果分析後，在 0.15m/s 與 0.2m/s 加速至 0.5m/s 時，明顯造成人體動態平衡破壞之趨勢，且失衡次數也明顯較多。研究結論：未來將加入不同速度變化及更多受測者深入探討，以提供一個更能達到安全效果之評估方案。

關鍵字：動態平衡(dynamic balance)

一、緒論

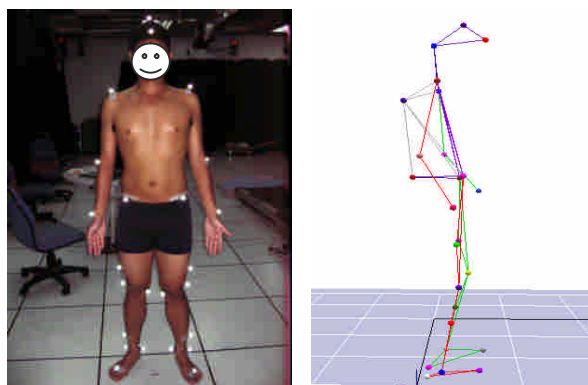
近年來提倡著節能減碳的活動，因此台北捷運公司為了響應活動，在奇岩等 8 個車站 12 座電扶梯改為「變頻式」，當沒人乘坐的時候降速至 0.2m/s，等到有人乘坐後隔了十秒又改為原本的 0.5m/s，比過去的電扶梯所使用的馬達較為節約能源，但也因此許多旅客常被轉換速度的電扶梯驚嚇甚至可能失足跌倒。在實驗本研究之前針對了幾篇關於動態平衡的相關文獻進行探討：De Oreo & Keoch(1980)指出動態平衡(dynamic balance)為身體在空間移動時，維持控制身體姿勢的能力，動作中重心會不斷地改變，是移動性及操作性動作的主要因素。Harrison 等人(1994)對 78 名健康者和 17 名曾在 10 至 18 個月前接受前十字韌帶手術患者進行平衡測試，其結果顯示，任何一組受測者在慣用腳與非慣用腳的平衡感上均無明顯差異。

然而現今在於電扶梯突然轉換速度是否造成人體平衡評估方面之研究並不多，本研究係模擬現有電扶梯為節能省電功能，進而換移動速度模式下，藉由不同速度變換分析人體慣用腳之踝關節以及膝關節之關節變化量及失衡現象，進而了解目前電扶梯為節能機制對於搭乘者安全性之問題。

二、研究方法

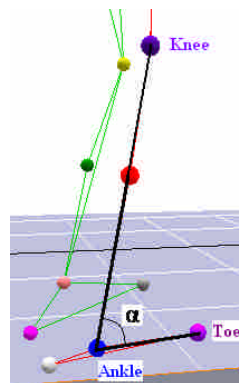
實驗對象：受試者為三位 20 歲以上年輕男性(年齡：24±1 歲；身高：1.72±0.03m；體重：68.3±4.5kg)，無任何運動傷害。實驗地點：運動器材科技研究所運動表現實驗室。實驗儀器：採用動作分析系統(Motion Analysis)，並設定取樣頻率為

100Hz，此裝置可紀錄人體關節上黏貼 Marker 之點位移(圖一)。

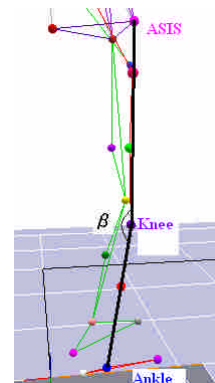


圖一 motion 關節標示示意圖

膝關節以及踝關節之關節角度變化量分析則應用 Matlab 7.1 版進行空間坐標轉換。其中，對於踝關節角度的定義為 Knee、Ankle 以及 Toe 等三點 Marker 所構成之角度 α (圖二)。而膝關節角度的定義為 ASIS、Knee 以及 Ankle 等三點 Marker 所構成之角度 β (圖三)。



圖二 踝關節角度



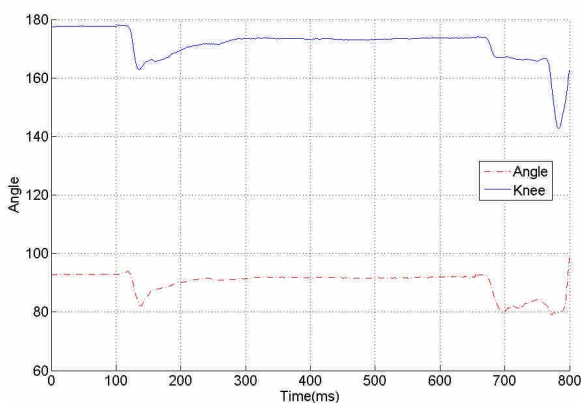
圖三 膝關節角度

在轉換速度控制方面則使用 Microsoft VB 6.0 控制實驗室現有以直流伺服馬達為驅動器之跑步機。測試

方法為五種不同變速之隨機測試：一、0.15 m/s→0.5m/s；二、0.2 m/s→0.5 m/s；三、0.25 m/s→0.5 m/s；四、0.3 m/s→0.5 m/s；五、0.35 m/s→0.5 m/s 等測試實驗。實驗時將限制受測者靜止站立於跑步機之起端，跑步機啟動後，將隨機進行不同速度下做變換速度之實驗測試，其中五種變速模式各測量三次，以求出人體因不同速度變換下之平衡差異。另外對於失衡的定義為下肢不穩定導致腳底位移或是腳掌上揚等將視為失去平衡之狀況。最後分析比較目前電扶梯之節能機制對於人體平衡是否具有安全性。

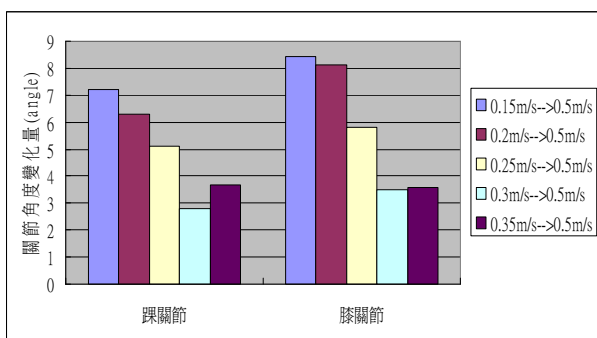
三、結果與討論

經由實驗數據中，如圖四為受試者進行測試過程之膝關節及踝關節之關節角度變化量，由圖顯示受試者於移動過程受到速度變動下，膝關節及踝關節明顯改變。



圖四 膝關節以及踝關節之關節角度變化量

由五種不同速度變換測試之測試結果，經由關節角度變化量趨勢圖(圖五)分析得知，在 0.15m/s→0.5m/s 以及 0.2m/s→0.5m/s 變換速度下之人體動態平衡破壞情況較趨向大於 0.25m/s→0.5m/s、0.3m/s→0.5m/s 以及 0.35m/s→0.5m/s。



圖五 關節角度變化量趨勢圖

而失衡次數統計(表一)分析得知，在 0.15m/s→0.5m/s 以及 0.2m/s→0.5m/s 的所有受測者之實驗中，各三次都有失衡之狀況，而 0.25m/s→0.5m/s、0.3m/s→0.5m/s 以及 0.35m/s→0.5m/s，只有 B 受測者在 0.25m/s→0.5m/s 之實驗中失去平衡一次，故在 0.15m/s→0.5m/s 以及 0.2m/s→0.5m/s 的轉換速度下，較使受測者在實驗時容易失衡。

	0.15m/s →0.5m/s	0.2m/s→ 0.5m/s	0.25m/s →0.5m/s	0.3m/s→ 0.5m/s	0.35m/s →0.5m/s
A	3	3	0	0	0
B	3	3	1	0	0
C	3	3	0	0	0

表一 各變速模式失衡次數統計表

四、結論與建議

本研究利用跑步機設計模擬電扶梯變速節能機制，由年輕男性為受試者時，明顯發現在 0.15m/s→0.5m/s 以及 0.2m/s→0.5m/s 對於人體動態平衡破壞較為嚴重，若對於老年人等平衡性較弱的族群，可能很容易因為變換速度時造成跌倒。但本研究因受測者數量不足，尚不能證明電扶梯突然轉換速度下，會造成搭乘者安全上之問題，故未來將加入更多受測者以及相關實驗項目，以研究出更安全的節能機制。

五、參考文獻

- 自由時報(2008)捷運扶梯忽快忽慢，乘客嚇到。
- 江俊德(民 89)：國小學童閉眼單足站立最佳測驗時間之研究。國立體育學院運動科學研究所碩士論文。
- DeOreo, K., & Keoch, J. (1980). Performance of fundamental motor tasks. In C. B. Corbin(ED), A text book of motor development. Dubuque, IA: W. C. Brown
- Harrison, E. L., Duenkel, N., Dunlop, R., & Russell, G. (1994). Evaluation of single-leg standing following anterior cruciate ligament surgery and rehabilitation. *Physical Therapy*, 74(3),245-252.