

拔河靜態姿勢下肢關節力矩分析

楊子享 涂瑛芳 戴延諭 涂瑞洪

國立屏東教育大學

E-mail: tzusyang@gmail.com

摘要

本研究目的在透過肌電及拉力變化，分析優秀男子拔河選手靜態姿勢拉力表現與下肢關節受力情形。研究對象為兩名大專甲組男子拔河選手。實驗儀器為 JVC-9800U 數位攝影機一台(60Hz)、拉力計一組(1200Hz)、EMG 前置放大器(1200 Hz)及 Labview 程式儀控系統，同步收集運動學及動力學資料，利用動力學逆過程推導出髖、膝、踝關節之關節力矩，並以肌電訊號分析中、低姿勢下肢肌肉活化情形。結果顯示：參與者 1 於低姿勢與中姿勢之下肢關節平均肌電振幅的變化趨勢與下肢關節力矩相一致。參與者 2 於低姿勢與中姿勢之髖、踝關節平均肌電振幅的變化趨勢與下肢關節力矩相一致，然而在中姿勢時的膝關節平均肌電振幅卻與膝關節力矩呈現相反的趨勢。將來可以以 3D 攝影分析並配合雙腳之肌電進行研究，以釐清在靜態姿勢下雙腳之配合情形。

關鍵詞：關節力矩、逆過程、肌電

一、緒論

Winter(2004)指出，當兩個相連肢段朝同方向進行旋轉(角速度相同)時，在關節間會產生因力量產生的力矩；且肌肉作用在關節上所產生的效益可以由肌肉力矩的觀點所計算獲得。王令儀、杜惠萍、林德嘉、黃長福(2001)以關節淨力矩界定關節主要屈伸肌群的作用。在拔河運動中，肌肉力矩能產生拉力並維持姿勢，因此探討拔河運動中，下肢各關節受力有其必要性與開創性。

蔡宗晏、王進華(2007)指出透過肌電訊號可以了解肌群參與動作的順序、特定動作時的肌肉收縮強度、不同肌群的參與程度。在探討拔河動作內在肌肉力矩的同時，輔以肌電訊號的變化，不僅可以看出靜態姿勢下肌肉收縮的強度，並可以驗證下肢關節力矩之作用。本研究目的在透過肌電訊號之變化，分析了解優秀男子拔河選手於靜態姿勢下拉力表現與下肢關節受力情形。

二、研究方法

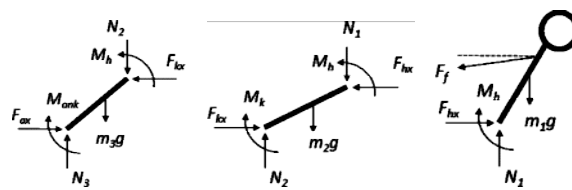
受試者為兩位優秀男子大專甲組選手(年齡：20 歲；體重：74 與 79 公斤；訓練時間七年)。實驗儀器：JVC-9800U 進行拍攝(60Hz)，並以 APAS 5.5 版進行運動學參數的擷取；拉力計(TEDEA-615；1200Hz)量測靜態姿勢下之拉力值，並以 LabView 8.5 版根據動力學與運動學參數以動力學逆過程推導得到下肢關節力矩。EMG 前置放大器(1200Hz)黏貼於股直肌、腿後肌、脛前肌、腓腸肌與臀大肌之肌腹上，以 LabView 系統擷取靜態拔河姿勢下各肌群之肌電

訊號，並運算出平均肌電振幅。每位受試者在中、低姿勢下分別進行 15 次的測試，並取最大拉力表現的一次進行分析。本研究定義之關節角度如圖一。



圖一 關節角度定義圖

進行動力學逆過程推導時，先將身體區分為三個自由體圖(FBD)(如圖二)：Segment I、Segment II 以及 Segment III，分析各肢段所承受之力矩並以力量與力矩平衡之概念，分別求出髖、膝、踝關節之肌肉力矩。若關節力矩值為正，表示與假設方向相同，若值為負則代表與假設方向相反。



圖二 拔河選手動力學逆過程推導之自由體圖

(本研究假設無轉動加速度)

三、結果與討論

拔河的姿勢分為高姿、中姿與低姿，而姿勢的不同與拉力的表現息息相關。表一為兩位受試者於產生最大拉力表現下，中姿勢與低姿勢在穩定時之重心高度與下肢關節角度。由表一，兩位受試者在低姿勢時，髖關節、膝關節比在中姿勢時小；最大拉力表現產生於低姿勢；而踝關節角度變化上則有所不

同。在低姿勢時的重心高度約在 43~45 公分，在中姿勢則約為 52~53 公分。

表一 低姿勢與中姿勢之姿勢與拉力表現

受試者	姿勢	重心高度 (cm)	拉力表現 (N/kg)	Hip angle (度)	Knee angle (度)	Ankle angle (度)
1	低	43.31 ±0.37	14.121	189.77 ±0.53	145.15 ±1.33	154.19 ±0.91
	中	53.78 ±0.15	13.108	197.60 ±0.49	163.99 ±2.31	155.56 ±1.78
2	低	45.36 ±0.14	12.303	192.84 ±0.26	137.13 ±0.92	142.24 ±1.72
	中	52.27 ±0.49	11.210	193.49 ±0.57	142.98 ±0.83	140.95 ±0.80

透過動力學逆過程推導，得到兩位參與者分別於低姿勢與中姿勢下，拉力表現穩定時的下肢關節力矩；表二為產生最大拉力表現時的下肢關節力矩。由表二，中姿勢髖關節力矩較大，顯示兩位受試者在中姿勢時會更加伸展髖關節，這與表一髖關節角度在中姿勢時大於低姿勢的情形一致。低姿勢時膝關節與踝關節力矩大於中姿勢，顯示在低姿勢更加的伸展膝關節與背屈踝關節，然而此一現象並沒有明顯反應在關節角度的變化上。

表二 低姿勢與中姿勢之下肢關節力矩

參與者	姿勢	拉力表現 (N/kg)	髖關節力矩 (N-m)	膝關節力矩 (N-m)	踝關節力矩 (N-m)
1	低	14.121	41.22 ±3.21	-135.20 ±2.87	296.96 ±4.86
	中	13.108	74.04 ±2.10	-58.80 ±4.21	153.66 ±16.10
2	低	12.303	26.72 ±2.62	-105.32 ±2.61	340.59 ±4.09
	中	11.210	53.29 ±0.85	-100.97 ±1.78	312.02 ±1.88

表三 低姿勢與中姿勢之平均肌電振幅

受試者	姿勢	平均肌電振幅(%MVC)				
		股直肌	股二頭肌	臀大肌	脛前肌	腓腸肌
1	低	100	100	100	100	100
	中	65.70	83.71	104.64	32.04	73.39
2	低	100	100	100	100	100
	中	114.10	95.63	168.18	85.85	93.11

De Luca (1997)指出肌肉等長收縮時，肌電訊號的變化是不明顯的；在拔河靜態姿勢時，下肢肌群是呈等長收縮，因此肌電訊號並無明顯變化。蔡宗晏等

(2007) 指出，將 iEMG 除以肌群的動作時間，即為平均肌電振幅，可代表肌肉活動的強度。在最大拉力表現下，兩位受試者拔河運動靜態姿勢時之平均肌電振幅如表三，並以低姿勢時的平均肌電振幅作為標準化的依據。由平均肌電振幅之趨勢，受試者 1 在中姿勢比在低姿勢更強調伸髖的動作；而脛前肌之肌肉活動強度於低姿勢有明顯增加，可能受限於踝關節之活動範圍，因此在低姿勢下採取以腳跟往前推蹬之出力型態。受試者 1 於低姿勢與中姿勢之下肢平均肌電振幅變化趨勢與關節力矩相一致，即在低姿勢時，更強調伸膝與蹠屈踝關節，在中姿勢較強調伸髖的動作。

受試者 2 在低姿勢下，踝關節之肌肉活化程度較高，而中姿勢下有較明顯之伸髖與伸膝的肌肉活化程度達 10%與 68%，說明該參與者在中姿勢比在低姿勢有更明顯的伸膝、伸髖的出力方式。參與者 2 於低姿勢與中姿勢之髖、踝關節平均肌電振幅的變化趨勢與下肢關節力矩相一致，然而在中姿勢膝關節平均肌電振幅卻與膝關節力矩不一致。兩位受試者在低姿勢時，踝關節皆有明顯的肌肉活動。

四、結論與建議

兩位受試者於低姿勢與中姿勢之髖、踝關節平均肌電振幅變化趨勢與下肢關節力矩相一致。然受試者 2 在中姿勢時的膝關節平均肌電振幅卻與膝關節力矩不一致，推論應為僅擷取受試者單邊參數之因。將來可以 3D 攝影分析並配合雙腳之肌電進行研究，以釐清在姿勢轉換時雙腳之配合情形。

五、參考文獻

- 王令儀、杜惠萍、林德嘉、黃長福 (2001)。壘球投手跨步腳著地期間下肢關節之動力學分析。《體育學報》，31，281-291。
- De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135-163.
- Winter, D. A. (2004). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement (3rd Ed.)*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

六、致謝

本研究經費為國科會計畫經費補助
計畫名稱:拔河震動刺激肌力訓練系統開發與應用(II); 編號:97-2410-H-153-018-