

## 第五章 討論與結論

本章討論與結論包括：第一節七位受試者之質心速度變化與步伐關係；第二節七位受試者三種跑法前五步的步幅、步頻之變化情形及與成年選手之比較；第三節根據個人表現討論與建議；第四節結論。

### 第一節 七位受試者之質心速度變化與步伐關係

在七個人接受三種不同的跑法後，結果顯示：在起跑之後，速度逐漸加快，而在開始轉成滑行之後，速度上升漸趨穩定。

我們對照質心速度變化對應步態動作圖(圖 4-3-2)，可以發現速度呈階梯狀上昇。原因是腳著地時，輪子與地面會產生摩擦力，而使速度暫時停止上升；接著膝蓋開始推蹬，速度開始提升，在腳離地瞬間，推蹬力量最大，速度達到一個完整步態循環的最高點；之後在空中飛行的騰空期，速度即呈穩定；而到另一腳著地時，速度會因為摩擦力而又停止上升，直到重心開始前傾後，身體又得到推蹬力道，速度才又得以加快。

而受試者在轉成滑行之後，速度上升幅度變小，推測是由於轉成滑行之後，腳步逐漸趨於穩定，且腳與地面接觸的時間拉長，故受摩擦力的影響變大所致。

在三次不同起跑步數的情況下，受試者由跑轉成滑行之後，速度皆繼續提升，顯示受試者由跑轉滑時，並不是由於速度過快，摩擦力已無法協

助推蹬，使受試者不得不轉成滑行方式；因此，受試者由跑轉滑的原因有可能是受試者本身感覺用跑的方式對肌肉造成負擔，為了求省力所造成。未來若是以本次實驗結果為藍本，將跑的步數再往上設定，甚至是要受試者完全以跑來做測試，應該可以更清楚起速和跑的相關性。

雖然各項參數皆沒有達到顯著差異，但是在統計過程中，可以發現五位受試者在起速起跑的步數較多時(加兩步跑法)，經過全程三分之一的時間較短，通過該點的瞬間質心速度也較快。這似乎代表了跑的步數較多時，整體起速較快，可能是因為跑的起速效果比滑行好。而在受試者到達三分之二處時，則仍然有這樣的趨勢，也就是起跑步數最多的跑法，整體的時間最短。然而，若是比較正常受試者的跑法跟刻意減兩步來看，卻沒有類似的結果，代表步數並不是唯一影響速度的因子。

在受試過程三分之一後，受試者多已進入滑行，且三種跑法的時間差距未再拉大，推測每次試跑的差距應是在前三分之一就已造成，而此差距雖然不大，但是在百分之一秒內的短程賽事中，仍然有可能是最後的勝負關鍵。

## 第二節 七位受試者三種跑法前五步的步幅、步頻之變化情形

從結果中可以看出，整個起跑過程前五步，七位受試者的步幅逐漸變大，和李建勳(2003)做出的結果類似；然而，前五步的步頻在三種跑法中就沒有明顯的趨勢，不過可以看出當步頻較大時，步幅會相對縮小，推測仍是和每位受試者的習慣有相關。在三位男受試者(A、B、C)中，以A受試者的比賽成績最佳，女受試者(C、D、E、F)中，則是E受試者的比賽成績最佳，從結果中也可以看出，這兩位受試者在加兩步跑法時，步頻均是三次起跑中最快的，而步幅是三次起跑中最小的，也就是說這兩位受試者在受到指示要增加跑的步數時，會以增加步頻來應對，但在減兩步時，則沒有減少步頻，可能是因為平時的訓練已經習慣類似的跑法，要一下子改變不容易。

這七位選手都還相當年輕，雖然有成績的好壞之別，但是還沒有任何一位達到世界前三名，所以我們將這七位選手和兩位已經在國際賽上有優秀成績的成年選手作比較，如下表 5-2-1

表 5-2-1 七位受試者和成年的選手相比(李建勳，2003)

	平均步頻(步/s)	標準化步幅(1/步)
A 選手(李建勳，2003)	3.37	0.95
B 選手(李建勳，2003)	3.5	0.91
A 受試者	3.46	0.85
B 受試者	3.75	0.74
C 受試者	3.41	0.74
D 受試者	3.31	0.74
E 受試者	3.43	0.88
F 受試者	3.32	0.84
G 受試者	3.29	0.9

從上表看來，本次的七位受試者和前兩位已成年並有國際賽良好表現的選手比較起來，步頻沒有明顯的規則，而步幅都較小，換言之，若是我們的受試者們能夠在增加跑的步數下，試著優先考慮將步幅拉大，也許可以再提升表現，而原因可能在於過快的步頻會造成肌肉伸長—收縮的循環不夠完整，無法讓肌肉的力量完全發揮出來，反而花了較多力氣在克服摩擦力及換腳上，未來可以考慮以大步為主來測試是否真能改進七位受試者之表現。

### 第三節 根據個人表現之討論與建議

A 受試者在受試過程中，起跑的動作相當流暢，跑與滑的動作分野明確。A 受試者是七位中受訓時間最長，也是全國成績最好的，故速度最快可以理解。然而，A 受試者的訓練時間比 B 受試者多了五年，在比賽時的表現也明顯比 B 受試者好，但在這次受試中，和 B 受試者的速度並沒有明顯的差距；從質心速度曲線結果來看，發現 A 受試者在正常步數跑法時，雙腳在推蹬時力量並不平均，所以在加速的幅度上有不同，顯示左右腳肌力不同，如圖 5-3-1。而在加兩步與減兩步的跑法時，曲線則較無規則可循，可能是因不習慣改變跑法，造成步態混亂所致，建議應從腳步等基本動作找出缺點並平衡雙腿肌肉力量。

B 受試者，和 A 受試者比較，雖然兩個人的最大速度相差不多，但是 B 受試者步頻皆較快(表 5-3-1)，起速過程斜率較大，但因步頻較快，每一步間的速度變化也比較小，所以綜合起來兩人差異不大。然而 B 受試者腳步的規律性卻不明顯，代表在腳步更換上不夠熟練，雙腳的協調性若再加強，可望藉由步頻優勢，讓速度再提升。

表 5-3-1 A、B、C 受試者前五步平均步頻的比較

單位：步/秒

	A 受試者	B 受試者	C 受試者
正常平均步頻	3.526	3.776	3.564
加兩步平均步頻	3.644	3.91	3.548
減兩步平均步頻	3.21	3.564	3.108

C 受試者，從速度對時間關係圖來說，雖然跑的步數和 A 受試者幾乎都相同，但可以發現不僅速度提升較慢，花在腳步轉換的時間也比較長(步頻較小，表 5-3-1)。在圖 4-3-7~4-3-9 也顯示出此位受試者以左腳推蹬時，速度提升較多，但若是以右腳推蹬時速度的提升較少，同時，步幅也較前兩位受試者來的小。換言之，起速速度遜於前兩位的原因可能除了肌力較弱外，雙腳肌力差異較大也有關。而左腳推蹬時速度提升較多的原因則可能與賽道多為左彎，平常左腳就需要較大力量支持身體傾倒有關，因此建議 C 受試者可把訓練重點放在雙腳下肢肌力的增強以及雙腳肌力的平衡。

表 5-3-2 A、B、C 受試者前五步的平均步幅比較

單位：公尺/步

	A 受試者	B 受試者	C 受試者
正常平均步幅	1.408	1.17	1.012
加兩步平均步幅	1.308	1.198	1.13
減兩步平均步幅	1.478	1.304	1.256

D、E、F、G 四位都是女性受試者，D 和 E 兩位受試者的訓練年限較長，雖然在起跑過程最後的速度也比 F 和 G 受試者快，但是可以發現，從 D 到 G 四位女性受試者的步頻和步幅中發現，G 受試者是四位中步頻最小，步幅最大的，而她的身高也是最矮的，代表 G 受試者的跑法是以跨大步為主，照前段之推論，應該有傑出之表現，但是在實驗中，她的速度卻比 D、E 兩位受試者慢，推測是由於肌肉力量的不足造成，若是降低步幅提高步頻應可提升表現。而 F 受試者在前三分之一時，速度可以提升到達接近 D 受試者，在減兩步跑法中，甚至可以超過 D 受試者，但是接下來卻逐漸被拉開，最後的表現遜於 D 受試者，顯示 F 受試者因肌耐力不足，所以沒有辦法維持住速度甚至繼續加速，推測可能是因為訓練年數較短所致。建議應強化左右腳的協調動作及肌耐力訓練，未來應有較大的進步空間。

#### 第四節 結論與建議

1. 在起跑時，跑的步數增加時，受試者的表現較佳。
2. 步頻和步幅對於起跑的影響雖然仍無定論，但比較過成年優秀選手採步幅大的跑法後，發現七位受試者的步幅較小。可以由此點切入改變選手之跑法，看可否再改進年輕選手之表現。
3. 由於賽道都是左彎，所以一般而言，直排輪選手之左腳肌力較強，然而雙腳肌力的不平衡會影響加速，在遇到推擠時也比較容易受到影響，故建議選手仍應在兩側的肌力平衡上加強。
4. 受試者由跑轉滑的原因有可能是受試者本身感覺用跑的方式對肌肉造成負擔，為了求省力所造成，而若是增加選手肌肉力量，在短程比賽中，全程採用跑的方式，比起目前跑轉滑的跑法，是否能夠更加提升運動表現仍未知。