

第肆章 結果與討論

本章針對高中羽球選手正手拍殺球與跳殺動作在經過兩部 Redlake 高速攝影機拍攝，並以 Peak Motus7.0 版之三度空間運動學分析軟體所得到的各項運動學參數進行統計分析，並就統計所得之結果進行綜合討論。全章分為五節：一、不同殺球動作之球初速度、飛行角度；二、不同殺球動作擊球瞬間之球拍面與關節角度；三、不同殺球動作之上肢關節關節角速度；四、不同殺球動作之擊球點與身高、重心位置關係；五、不同殺球動作之重心變化。

圖 4-1、圖 4-2 分別為高中羽球選手跳殺及殺球動作的棒狀連續圖，

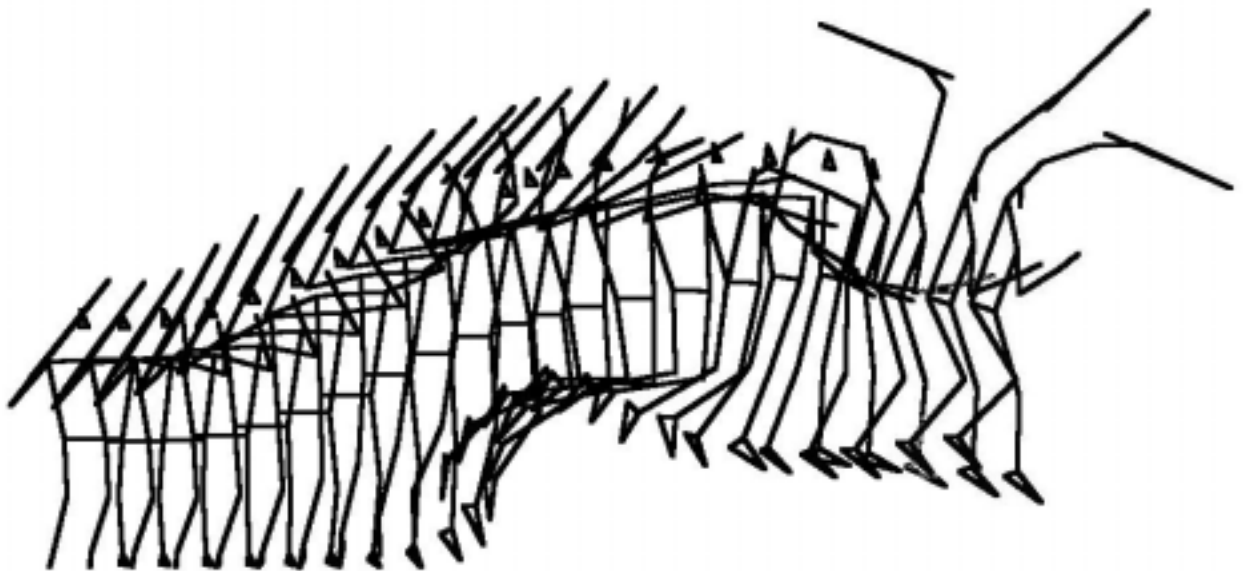


圖 4-1 高中羽球選手跳殺動作棒狀圖（一號選手）

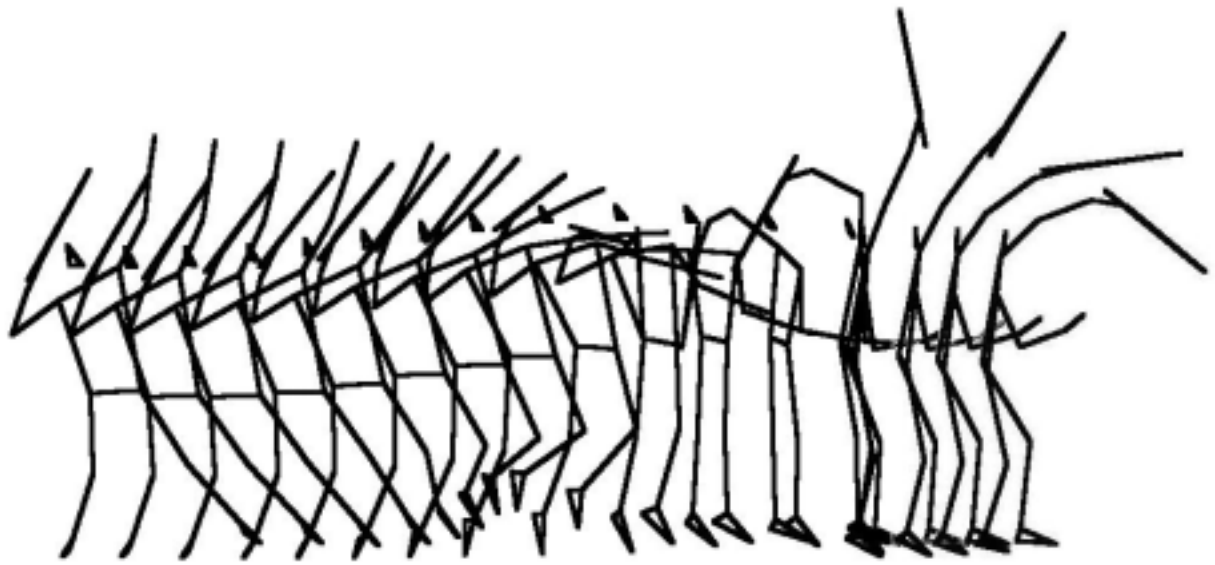


圖 4-2 高中羽球選手殺球動作棒狀圖（一號選手）

第一節 不同殺球動作之球初速度、飛行角度

表 4-1 不同殺球動作之球初速度、飛行角度（N=8）

變 數	殺球 Mean (SD)	跳殺 Mean (SD)
球速 (公尺 / 秒)	75.5± 5.6	78.2± 6.5
飛 行 角 度 (度)	-7.1± 3.4	-15.7± 3.5*

*P < .05

由表 4-1 可以看到八名高中選手的羽球殺球平均初速度峰值達到每秒 75.5 公尺、跳殺的平均初速峰值達到每秒 78.2 公尺。跳殺擊球後球的最快初速雖然比殺球初速要快些，但仍沒有達到顯著的水準。從影片中的觀察發現，殺球後的最快初速約在擊中球後的第三張，即羽球的最快初速峰值約在

擊球後 0.012 秒出現。在本實驗中殺球與跳殺的球速相較過去的研究 (Adrian & Enberg, 1971; Poole, 1970; Gowitzke & addell, 1979; 蔡虔祿、黃長福與紀世清, 1995, 1997; Wei Xie, e. t al, 2001) 為快。此一差異可能是本實驗以每秒 250 張影片拍攝, 與蔡虔祿、黃長福與紀世清 (1995, 1997) 的每秒 120 張; Wei Xie, e. t al (2001) 每秒 50 張, 在出現峰值的時間, 若同為第三張, 則分別為 0.024 秒及 0.060 秒, 由於空氣阻力的關係, 則已產生明顯的降速 (平川卓弘與胡小藝, 民 86)。另一可能原因是, 由於高中選手的動作強調快、狠, 卻因心智成熟度不足, 而使得穩定與準確度欠佳, 此一現象在實驗過程中, 受試者必須要進行近十次的試作, 才能成功, 可略窺一斑。

不同殺球動作將羽球擊出後的飛行角度皆朝向下。但是, 跳殺平均角度為 -15.7 度明顯的比殺球的 -7.1 度陡, 且達到顯著水準, 即跳殺的角度比殺球來得大。這個結果與蔡虔祿、黃長福與紀世清 (1995, 1997) 的研究相類似。羽球殺球的飛行角平均值略優於台灣地區甲組羽球選手 (蔡虔祿、黃長福與紀世清, 1997) 的 -6.8 度, 但小於台灣地區七名甲組羽球選手 (蔡虔祿、黃長福與紀世清, 1995, 1996a) 的 -8.24 度及 -7.4 度。而跳殺的向下的飛行角 -15.7 度明顯大於世界級及台灣地區甲組羽球選手 (蔡虔祿、黃長福與紀世清, 1995, 1997)。顯示高中羽球選手平均身高 1.74 公尺在實施跳殺動作時, 可以獲得更佳的攻擊角。

第二節 不同殺球動作擊球瞬間之球拍面與關節角度

表 4-2 不同殺球動作擊球瞬間之球拍面與關節角度 (N=8)

變 數	殺球 Mean (SD)	跳殺 Mean (SD)
球拍與水平面夾角 (度)	74.9 ± 5.6	72.8 ± 8.0
肩關節側投影 (度)	168.6± 9.4	169.4± 13.6
肘關節側投影 (度)	191.7± 6.8	187.4± 9.6
腕關節側投影 (度)	185.4± 7.5	186.8± 7.1

*P < .05

從上表可以看到八名高中羽球選手在殺球與跳殺時為使球向下飛行,球拍面在擊中球時需向前向下,所以,在擊中球時之球拍拍面與水平面夾角平均值,跳殺略小於殺球,不具顯著差異。此一結果與蔡虔祿、黃長福與紀世清(1997)的研究相似。

從右側觀察高中羽球選手在殺球與跳殺動作時,上肢關節在矢狀面之投影角,肩關節、肘關節角度及腕關節的投影角平均值相近,均未達到顯著差異。顯示高中羽球選手殺球與跳殺動作的一致性,但相較於先前的研究(蔡虔祿、黃長福與紀世清,1995,1997)發現,在擊中球的瞬間高中選手肩關

節角度較大，肘關節較彎，腕關節較為屈腕。

第三節 不同殺球動作之上肢關節關節角速度

表 4-3 不同殺球動作之上肢關節關節角速度 (N=8)

變數	殺球 Mean (SD)	跳殺 Mean (SD)
肩關節 (度/秒)	-696.4± 287.03	-537.2± 277.41
肘關節 (度/秒)	-504.1± 394.99	-777.4± 614.73
腕關節 (度/秒)	-1619.4± 362.12	-1791.7± 611.91

*P < .05

從上表可以看到八名高中羽球選手在不同殺球時之平均上肢關節投影在矢狀面之角速度，跳殺擊中球時的肘關節及腕關節角速度大於跳殺時肘關節及腕關節角速度，肩關節角速度殺球小於跳殺，但均未達到顯著差異。

在本實驗中因肘關節定義的角度為手肘外側，故在角速度顯示時為負值，代表手肘在擊球時是呈現伸肘的動作。

而殺球擊中球時的平均肘關節角速度低於肩關節角速度，此一不符合動力鏈過程的現象，可能由於選手樣本數較少，易受個人動作差異所影響。高中選手除跳殺之肩關節角速度較世界級選手（蔡虔祿、黃長福與紀世清，1995）為慢外，其餘皆較台灣甲組選手（蔡虔祿、黃長福與紀世清，1995，1997）為快；而肘關節角速度皆較慢；腕關節卻又明顯快過先前之研究結果，也就是說，高中選手在不同殺球動作時扣腕的動作表現更加明顯。

第四節 不同殺球動作之擊球點與身高、重心位置關係

表 4-4 不同殺球動作之擊球點與身高、重心位置關係 (N=8)

變數	殺球 Mean (SD)	跳殺 Mean (SD)
擊球點高度 (公尺)	2.44± 0.05	2.82± 0.08*
擊球點與身高比 (倍)	1.4± 0.02	1.62± 0.06*
擊球點距重心高 度(公尺)	1.38± 0.06	1.38± 0.05
擊球點距重心水 平距離(公尺)	0.45± 0.17	0.48± 0.08

*P< .05

由上表可以發現，跳殺的擊球點高度為 2.82 公尺，殺球的擊球點高度為 2.44 公尺，以及殺球的擊球點與身高比為 1.4 倍，跳殺為 1.6 倍，並達顯著差異，跳殺明顯高於殺球，亦達顯著差異。殺球高度明顯低於世界級及甲組選手（蔡虔祿、黃長福與紀世清，1995，1996a，1997）；跳殺擊球點略低於世界級選手（蔡虔祿、黃長福與紀世清，1995），但略高於台灣甲組選手（蔡虔祿、黃長福與紀世清，1996a，1997）。換句話說，平均身高相同的選手，高中選手能有較高之跳殺擊球點，而殺球擊球點卻明顯為低，可能與重心提升高度有關。

殺球與跳殺擊球點距身體重心的平均垂直距離均為 1.38 公尺，擊球點距身體重心的水平距離殺球為 0.45 公尺，跳殺為 0.48 公尺，跳殺雖然離身體重心稍遠，但不具顯著水準，顯示高中選手不論殺球或跳殺的擊球點是相近的。不同殺球擊球點距身體重心的平均垂直距離之結果與蔡虔祿、黃長福與紀世清（1995，1996a）研究結果較短；而不同殺球擊球點距身體重心的水平距離較世界級選手為近，與甲組選手結果相近，可能與身高及肢段長度級身體前屈的動作有關。

第五節 不同殺球動作之重心變化

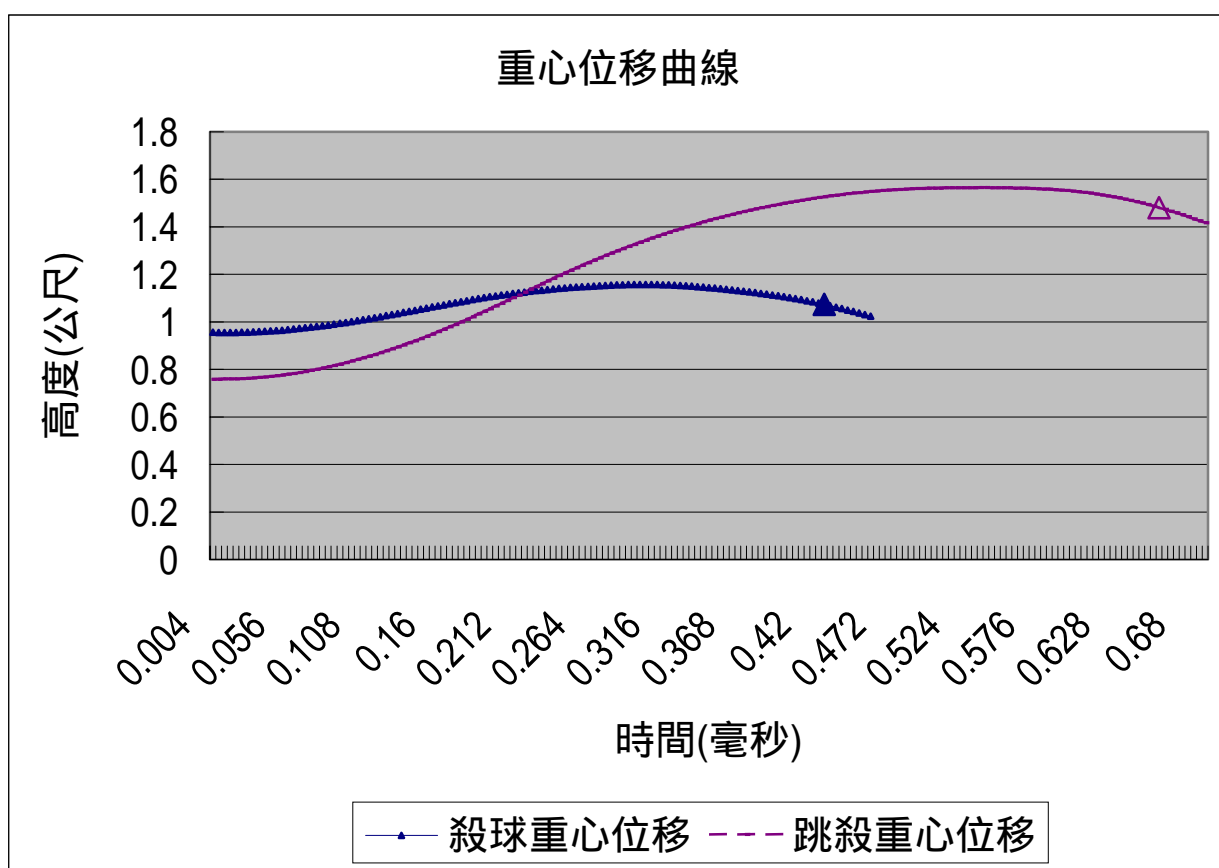


圖 4-3 高中羽球選手不同殺球動作之重心變化（一號選手）

圖 4-3 為高中羽球選手不同殺球動作在垂直方線上重心變化曲線，此時將重心最低點重新安排在同一時間點時，可以看到選手在殺球及跳殺的動作時，重心高度的變化，以及擊中球時重心已經下降的程度。從影片中觀察可以了解跳殺的動作，都需藉由深蹲起跳來提昇擊球點的高度。而且不同殺球擊球動作時之重心，均非在重心達到最高點時揮拍擊中球，而都在重心開始下降時才完成揮拍擊球動作，此一現象與蔡虔祿、黃長福與紀世清（1995）研究的現象相同。

表 4-5 不同殺球動作之重心變化及動作時間 (N=8)

變 數	殺球 Mean (SD)	跳殺 Mean (SD)
預備動作重心最低高度 (公尺)	0.909± 0.03	0.71± 0.05 *
最低重心與身高比 (倍)	0.522± 0.023	0.407± 0.024 *
擊球霎那重心高度 (公尺)	1.055± 0.037	1.445± 0.079 *
擊球重心與身高比 (倍)	0.606± 0.026	0.831± 0.054 *
擊球過程重心提升高度 (公尺)	0.146± 0.053	0.735± 0.104 *

擊球過程重心 前後位移(公尺)	0.162± 0.097	0.483± 0.086 *
擊球過程重心位移 合速度(公尺/秒)	0.875± 0.317	1.465± 0.438 *
擊球動作 時間(秒)	0.367± 0.053	0.637± 0.032 *

*p< .05

從表 4-5 看到殺球與跳殺的重心高度、最低重心與身高比、擊球霎那重心高度、擊球重心與身高比、擊球過程重心提升高度、擊球過程重心位移合速度以及動作時間以上各項變數均達到顯著差異。配合影片的觀察，可以非常清楚的瞭解到以上的各項變數差異的發生情形及原因，主要是因為跳殺的動作過程比殺球多了深蹲及跳起的動作，藉由深蹲的動作，儲存下肢向上起跳的動能，由於深蹲使得重心下降的變化量增加，再經由跳起的動作以獲得較高的擊球點。同時，在本實驗中高中羽球選手，在跳殺動作的起跳過程有較明顯的向前位移。

由於選手身高不同，在重心的最高及最低位置略有不同。但從與台灣甲組選手（蔡虔祿、黃長福與紀世清，1997）身高比來看，高中羽球選手在重心最低點佔身高 0.52 倍相對較高，在擊球瞬間的重心佔身高 0.61 倍，與先前研究 0.62 倍相仿。而跳殺時，高中羽球選手在重心最低點佔身高 0.41 倍略低於 0.44 倍，在擊球瞬間的重心佔身高 0.84 倍，與先前研究 0.74 倍相對較高，顯示高中選手的起跳後騰空擊球點較高，也就是說高中選手有較

佳的跳躍能力。而重心在殺球動作前後位移 0.16 公尺，跳殺動作前後位移 0.48 公尺則明顯較遠。殺球及跳殺時重心合速度重心均較世界級選手（蔡虔祿、黃長福與紀世清，1995）為高，跳殺因有起跳動作故明顯有快於殺球。

在擊球動作時間，即預備擊球動作到擊中球的過程所使用的時間，跳殺的動作時間平均為 0.637 秒，較蔡虔祿、黃長福與紀世清在 1995 年、1997 年研究為慢，這依點可以從較低的深蹲位置及較高的重心提升得到時間較慢的解釋。從羽球場競技過程來看，較高的擊球點則有較大範圍的攻擊角，此時，防守者須具有更廣的防守範圍能力，才足以應對；但較長的動作時間，卻給予防守者能有較充裕的時間調整防守位置及準備，因而減少了攻擊方的突擊效果。