



優秀射箭選手韻律式與機械式伸展過箭方式之運動學差異

¹陳詩園、¹湯文慈*、²林政賢

¹國立體育大學競技與教練科學研究所、²國立體育大學陸上運動技術學系

投稿日期：2019 年 07 月；通過日期：2019 年 11 月

摘要

目的：比較優秀選手在韻律式伸展與機械式伸展之運動學差異。**方法：**研究對象為優秀射箭選手 20 名，70 公尺雙局成績平均為 660 ± 9 分，利用三維動作拍攝系統紀錄受試者以兩種伸展過箭方式各射 12 箭之關節距離參數，並將原始參數分期做資料處理，考驗兩種不同伸展過箭方式在運動學差異情形。**結果：**在拉弓起動、暗卡及夾箭片落下瞬間的右肩、肘於平行箭靶的 Y 軸分量上的距離韻律式較大而垂直方向之 Z 軸為機械式較大；雙腕的距離於夾箭片落下瞬間機械式向箭靶方向之 X 軸較大而左掌、腕距離韻律式較大，夾箭片落下後 0.5 秒瞬間韻律式的 X 軸較大。**結論：**(一) 機械式伸展過箭右肩、肘及右肘、腕於放箭前至放箭瞬間採較向後及下之動作。(二) 夾箭片落下瞬間韻律式會有較多左腕關節屈曲的動作協助伸展過箭。(三) 夾箭片落下後 0.5 秒瞬間韻律式雙手較為開展情況。(四) 不同伸展過箭技術動作在各時間點及軸向之關節間距離與射箭教學書籍所描述之動作特性相符。

關鍵詞：夾箭片、三維、射箭技術

壹、緒論

我國射箭項目近年來屢屢在國際賽嶄露佳績，顯示射箭是一項適合國人發展的運動，射箭特性為靜態且非接觸型運動，選手需要較高的穩定性及一致性以獲得較高的得分 (Taha et al., 2018)，射箭技術要求高度的精準性及前臂和肩部的平衡與重複的肌肉控制，以及在拉弓、瞄準和放箭階段期間保持正確的上肢姿勢與運動模式 (Ertan, Soyulu, & Korkusuz, 2005)。射箭整體之動作流程包含站姿、握弓、勾弦、舉弓、拉弓、固定、放箭及餘姿等 (Leroyer, Hoecke, & Helal, 1993)，其中在伸展過箭的方式中，林忠明 (1981) 指出前世界射箭冠軍「箭神」哈帝·華爾 (Hardy Ward) 曾示範兩種方式伸展過箭方式，第一種為機械式的伸展過箭方式：意指在拉滿弓時，只將箭拉至距夾箭片約剩四分之一的箭頭處即停止，瞄準好後再靠後背肌夾緊 (Back Tension) 的力量，使箭通過夾箭器 (clicker) 的控制而進而放箭鬆弦；第二種為韻律式的伸展過箭方式：意指一面持續的將弓拉滿，同時繼續進行瞄準，且不停止的拉弓張弦的力量，待一聽到夾箭器的聲響後隨即鬆弦出箭。Lin 等 (2010) 指出肩胛位置不當會

增加對肩關節周圍組織的壓力，同時拉高磅的弓時會導致肩關節疼痛與咔嚓聲等症狀，對射手的表現會造成影響。而在放箭的部分，應保持肌肉放鬆來進行過箭，而不是手指肌肉關節對抗性肌肉動作來影響釋放力矩 (Martin, Siler, & Hoffman, 1990)，Nishizono, Shibayama I, Izuta, 與 Saito (2008) 提出放箭階段必須有很好地平衡並且高度重複性，以便射手在比賽中獲得較佳的成績表現。機械式的伸展過箭方式和 Lee 與 De Bondt (2005) 提出力量轉換的伸展過箭方式相似，而韻律式的伸展過箭方式則與金亨鐸 (1990) 提出平衡伸展過箭方式雷同。

金亨鐸 (1990) 在射箭基本教材中指出，固定動作和瞄準要以連貫的動作達成，然而在滿弓動作時身體和手臂的角度若未在直線狀態上，對背肌的伸展過程將會有很大的影響，進而姿勢會產生變化，造成失誤的箭產生，其在 Kim (2010) 書中指出在滿弓過程中不應讓左右肩胛骨太過於靠近，這樣會讓伸展狀況不夠理想。Kim 與 Park (2009) 也指出需先將肩胛位置固定在水平位置，然後精細的控制肩胛骨朝向身體軸

*通訊作者：湯文慈 國立體育大學競技與教練科學研究所
地址：桃園市龜山區文化一路250號
E-mail: wentzutang@gmail.com

向動作，才能完成放箭時的高精度要求。

USA_ARCHERY (2007) 美國射箭教材書中指出固定至伸展的過程中不是完全靜止不動的狀態，應為動作趨緩而由外部不可觀察到的細微移動，伸展過箭的過程應區分為四個步驟：力量從手臂轉移至背部、背部肌肉和肩胛骨持續用力保持弓的能量、瞄準並將持弓手臂往目標靶心延伸並以最自然的方式放箭。射箭的伸展過箭動作有兩種不同的方式，分別為「機械式」和「韻律式」兩種方式，此兩種伸展方式都有其動作指標意義，在近代的射箭技術教學亦扮演不同的教學概念，而在現今國際頂尖射箭選手此兩種技術皆有人使用，射箭的伸展動作肢體變化幅度較小，單靠肉眼和簡單的分析不足以達到有效的結論，而本研究希望進一步了解此兩種不同伸展方式在運動學特性有何差異。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究是以國立體育大學 20名優秀男子射箭選手為對象（如表1），測試地點於國立體育大學射箭場。

表1 受試者資料

年齡	身高 (公分)	體重 (公斤)	拉距 (英吋)	磅數 (磅)	射齡 (年)	70公尺 雙局(分)	
平均數	20.8	176.1	72.7	29.4	46.4	8.7	660
標準差	1.6	5.4	11.8	0.7	2.4	2.7	9
最小值	19.0	167.0	57.0	28.5	42.5	5.0	648
最大值	23.0	185.0	90.0	30.5	50.2	14.0	675

$n=20$

二、研究工具

- (一) Eagle Digital RealTime System (Motion Analysis Corp, Santa Rosa, California) 拍攝系統八台，拍攝頻率設定為 200Hz，收集選手運動學變化情形。
- (二) 弓箭器材：選手自備，平日訓練所使用之器材。
- (三) Microsoft Excel：作為資料處理分析之用。
- (四) 校正棒：在攝影範圍內定其空間座標後，由系統軟體進行內部的校正。

三、研究步驟

本研究經所有受試者同意後，以平衡次序法 (Counterbalanced design) 依序交換編排受試者使用韻

律式或機械式伸展過箭方式先後順序，並請受試者充分熱身後受試者於實驗室內進行 5公尺射箭進行熱身及測試，在實驗過程中受試者於身上黏貼反光球，每位受試者以兩種伸展過箭方式瞄準目標各射 12箭，共計 24箭。將所收集到之兩種伸展過箭技術光點資料匯入Cortex 1.1.4.368版動作分析軟體進行訊號處理，實驗數據由Cortex軟體擷取之解析度為 0.0001mm，控制校正誤差為 0.3mm以下。取得分期動作瞬間之肩關節、肘關節、腕關節、前額（簡稱額）、手掌頭狀骨關節（簡稱掌）及第七頸椎關節（簡稱頸）光球黏貼位置三維座標，並計算出雙肩距離、右腕至右掌距離、右肘至右腕距離、右肩至右肘距離、左肩至左肘距離、左肘至左腕距離、左腕至左掌距離、雙腕距離，等八個實驗參數在三維絕對座標（X軸、Y軸、Z軸）距離，絕對座標定義，如圖1所示。

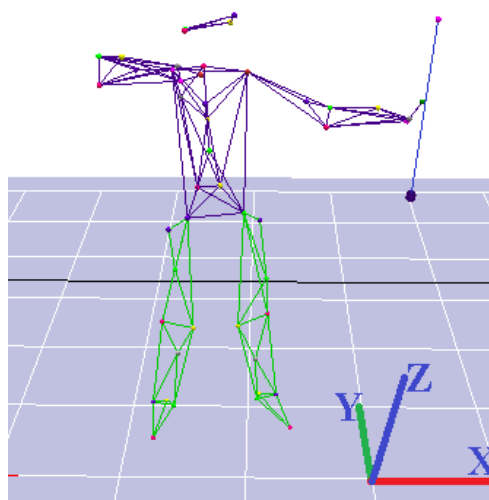


圖1 射箭動作 3D 軸向

四、資料處理

(一) 資料蒐集部分包括不同伸展方式的運動學變化，其收集方法如下：

1. 選手身上貼有反光球，其黏貼方式是參考 KinTools RT User's Guide (for use with Cortex1.1) 定義之黏貼位置，共採用 14顆反光球分別黏貼在左右手之掌關節、腕關節內外側、肘關節內外側、肩關節、頸關節及額部。攝影機可以記錄反光球移動的軌跡，且機內裝有可將影像訊號轉成電子訊號之高穩定性的感測器。攝影系統記錄反光球移動的軌跡，再經由系統軟體進行三度空間的座標重建。每次使用攝影系統之前都需事先進行儀器的校正。主機的功能是用來執行運動技術診斷

系統的軟體程式，包括校正於實驗時的系統座標，控制動作分析的操作及對所擷取資料的後續處理動作。

2. 利用顯示器 (monitor) 在實驗前可以檢查反光標記的存在位置，實驗中則直接用來監視反光球從攝影機即時傳來的訊息。最後利用 cortex v1.1.4.368版動作分析軟體進行訊號處理及匯出，並計算出以座標計算出相關參數與各分期作用時間等之儀器。

(二) 本研究實驗之參數分析計算方式如下：

1. 關節距離計算以頸關節位置作為各關節光球標準化校正，將所有光球三維座標與頸關節三維座標相減使其產生依頸關節為原點之笛卡兒座標系，再將所有關節距離三維座標依照 X軸、Y軸、Z軸進行計算取得各軸向相對距離。
2. 各期別之界定方法分為 (1) 拉弓起動瞬間：左掌於Z軸方向成最大正值瞬間。(2) 暗卡(anchor)瞬間：右掌於X軸方向加速度趨近於零瞬間。(3) 夾箭片落下瞬間：夾箭片同步裝置 (Trigger) 電訊號產生瞬間。(4) 夾箭片落下後 0.5秒瞬間：夾箭片落下瞬間後計算100Hz瞬間。

五、統計分析

本研究以兩種伸展過箭技術動作收集之運動學進行各參數資料處理，所使用之資料處理和統計分析方法如下：

資料收集和處理後，並以Microsoft Excel 2019軟體依本研究目的進行分析，顯著水準定為 ($p < .05$)，運用相依樣本t檢定 (Paired Sample t test)，比較兩種伸展過箭技術在拉弓起動瞬間、暗卡瞬間 (anchor)、夾箭片落下瞬間及夾箭片落下後 0.5秒瞬間各關節點之三軸向相差距離之差異。

參、結果

本研究所探討兩種伸展過箭技術之參數在拉弓起動瞬間、暗卡瞬間、夾箭片落下瞬間及夾箭片落下後 0.5秒瞬間各關節點之三軸向各項參數差異情形，運用相依樣本t檢定 (Paired Sample t test) 進行統計。

一、兩種技術於拉弓起動瞬間關節距離之差異

由表2可得知兩種伸展過箭技術於拉弓起動瞬間僅有Y軸右肩、肘距離韻律式 ($243.57 \pm 20.82\text{mm}$)大於機械式 ($241.70 \pm 20.06\text{mm}$)， $p=0.009$ ；右肘、腕距離韻律式 ($64.33 \pm 24.8\text{mm}$)大於機械式 ($61.93 \pm 24.42\text{mm}$)， $p = 0.001$ ，以及Z軸右肩、肘距離韻律

($119.67 \pm 29.48\text{mm}$)小於機械式 ($124.28 \pm 31.23\text{mm}$)， $p = 0.012$ 達顯著差異，其餘關節距離在拉弓起動瞬間各軸向皆未達顯著差異。

二、暗卡瞬間各關節距離之差異

由表3可得知兩種伸展過箭技術於暗卡瞬間共有X軸右肘、腕距離韻律式 ($254.79 \pm 15.21\text{mm}$)大於機械式 ($254.2 \pm 15.37\text{mm}$)， $p = 0.003$ ；Y軸右肩、肘距離韻律式 ($173.55 \pm 23.23\text{mm}$)大於機械式 ($170.97 \pm 24.27\text{mm}$)， $p = 0.015$ ；左腕、掌距離 ($6.22 \pm 3.91\text{mm}$)小於機械式 ($6.95 \pm 4.4\text{mm}$)， $p = 0.021$ ，達顯著差異，其餘關節距離在暗卡瞬間各軸向皆未達顯著差異。

三、夾箭片落下瞬間各關節距離之差異

由表4可得知兩種伸展過箭技術於夾箭片落下瞬間共有X軸右肘、腕距離韻律式 ($252.72 \pm 16.23\text{mm}$)大於機械式 ($252.01 \pm 16.09\text{mm}$)， $p = 0.005$ ；左腕、掌距離韻律式 ($53.79 \pm 7.5\text{mm}$)大於機械式 ($53.13 \pm 8.26\text{mm}$)， $p = 0.044$ ；雙腕距離韻律式 ($770.77 \pm 25.03\text{mm}$)小於機械式 ($771.45 \pm 25.2\text{mm}$)， $p = 0.036$ ；Y軸右肩、肘距離韻律式 ($160.06 \pm 24.81\text{mm}$)大於機械式 ($157.57 \pm 25.41\text{mm}$)， $p = 0.016$ ；右肘、腕距離韻律式 ($43.33 \pm 16.44\text{mm}$)小於機械式 ($45.67 \pm 15.07\text{mm}$)， $p = 0.020$ ，另在Z軸左腕、掌距離韻律式 ($64.12 \pm 10.91\text{mm}$)小於機械式 ($64.65 \pm 10.91\text{mm}$)， $p = 0.045$ 達顯著差異，其餘關節距離在夾箭片落下瞬間各軸向皆未達顯著差異。

四、夾箭片落下後 0.5秒瞬間各關節距離之差異

由表5可得知兩種伸展過箭技術於夾箭片落下後 0.5秒瞬間共有X軸雙腕距離韻律式 ($943.77 \pm 36.62\text{mm}$)大於機械式 ($940.55 \pm 35.83\text{mm}$)， $p = 0.024$ ；另在Z軸右肘、腕距離韻律式 ($118.12 \pm 34.85\text{mm}$)大於機械式 ($112.42 \pm 35.29\text{mm}$)， $p = 0.029$ 達顯著差異，其餘關節距離在夾箭片落下後 0.5秒瞬間各軸向皆未達顯著差異。

肆、討論

一、兩種伸展過箭技術拉弓起動瞬間各關節距離

從各關節距離觀察兩種伸展過箭技術發現 Y軸在拉弓起動瞬間、暗卡瞬間及夾箭片落下瞬間韻律式有較大的右肩、肘距離；以及 Y軸於拉弓起動瞬間及夾箭片落下瞬間韻律式右肘、腕距離較大，另於Z軸方面機械式呈現較大的右肩、肘距離，其原因在於兩種不同伸展動作之特性，Lee等 (2005)書中指出機械式伸展因拉弓動作需進行下斜方肌與擴背肌往脊柱方

向運動及肩胛骨下壓，因此機械式在拉弓起動瞬間、暗卡瞬間及夾箭片落下瞬間會將肩胛骨向背部及下方移動，同時帶動右手肱骨以相同方向移動及身體額狀面逆時鐘方向旋轉之動作現象，所以出現 Y軸右肩、肘距離較小Z軸距離較大之情形。

二、兩種伸展過箭技術暗卡瞬間各關節距離

於暗卡瞬間及夾箭片落下瞬間 X軸右肘、腕距離韻律式較大，此現象與Kim (2010) 韻律式伸展模式為拉弓至放箭力量不中斷，在過程中射手會因預期放箭動作使其腕部盡量放鬆，以便產生乾淨俐落的放箭動作而使得韻律式有較大之X軸右手肘、腕距離。

三、兩種伸展過箭技術夾箭片落下瞬間各關節距離

夾箭片落下瞬間X軸之雙腕距離呈現機械式較大，

在實驗中每位受試者所使用之箭長為固定長度，如要將箭拉過夾箭片，無論使用何種技術其所需之拉弓伸展長度應為一致，為何出現距離不同這樣的結果，原因在於韻律式伸展著重於 X軸方向直線伸展技術，在這樣的伸展方式造成較腕關節更末端的關節肌群協助伸展過箭，導致夾箭片落下瞬間韻律式能以較小的右腕到左腕 X軸距離長度拉過夾箭片，並從結果 X軸左腕至左掌距離韻律式較大，Z軸左腕至左掌距離韻律式較小，可以得知確實韻律式在夾箭片落下瞬間左腕會參與伸展過箭動作，但Kim (2010) 也指出持弓手之握弓手腕需盡量放鬆保持自然壓力狀態，而在本研究結果韻律式伸展左腕會產生較多協助過箭的動作，因此在韻律式訓練的過程中需注意左腕用力情形。

表2 韻律式與機械式伸展過箭方式於拉弓起動瞬間關節距離 (mm) 差異分析

變項		韻律式(n=20) M±SD	機械式(n=20) M±SD	平均差異	p 值
X 軸 向	雙肩	250.31 ± 32.20	250.16 ± 31.94	0.149	0.644
	右肩、肘	80.92 ± 54.30	79.00 ± 54.31	1.925	0.190
	右肘、腕	258.02 ± 10.65	258.52 ± 10.89	-0.492	0.185
	右腕、掌	70.31 ± 9.40	70.47 ± 9.24	-0.162	0.239
	左肩、肘	279.77 ± 15.06	279.52 ± 15.23	0.242	0.272
	左肘、腕	229.05 ± 18.92	228.44 ± 19.27	0.607	0.098
	左腕、掌	43.43 ± 11.73	42.94 ± 11.70	0.493	0.252
	雙腕	420.36 ± 60.52	421.64 ± 60.83	-1.278	0.261
Y 軸 向	雙肩	76.68 ± 39.62	74.95 ± 39.55	1.736	0.067
	右肩、肘	243.57 ± 20.82	241.70 ± 20.06	1.869	0.009**
	右肘、腕	64.33 ± 24.80	61.93 ± 24.42	2.400	0.001**
	右腕、掌	25.50 ± 8.06	25.60 ± 8.12	-0.097	0.699
	左肩、肘	50.32 ± 12.9	49.68 ± 12.87	0.645	0.366
	左肘、腕	70.28 ± 31.73	69.39 ± 31.95	0.893	0.082
	左腕、掌	6.33 ± 3.41	6.87 ± 3.95	-0.549	0.063
	雙腕	142.04 ± 15.51	141.85 ± 15.14	0.193	0.774
Z 軸 向	雙肩	19.46 ± 15.44	19.76 ± 15.27	-0.294	0.693
	右肩、肘	119.67 ± 29.48	124.28 ± 31.23	-4.601	0.012*
	右肘、腕	30.62 ± 20.27	31.58 ± 20.40	-0.960	0.605
	右腕、掌	32.98 ± 12.31	32.78 ± 11.93	0.198	0.517
	左肩、肘	35.94 ± 28.57	36.74 ± 29.00	-0.795	0.427
	左肘、腕	71.71 ± 39.37	73.24±40.62	-1.531	0.075
	左腕、掌	71.53 ± 11.09	72.00 ± 11.18	-0.466	0.147
	雙腕	43.52 ± 21.44	43.71 ± 20.41	-0.192	0.846

*p < .05 **p < .01

表3 韻律式與機械式伸展過箭方式於暗卡瞬間關節距離 (mm) 差異分析

變項	韻律式(n=20) M±SD	機械式(n=20) M±SD	平均差異	p值
X 雙肩	276.02 ± 22.03	275.63 ± 22.16	0.388	0.165
軸 右肩、肘	208.52 ± 21.23	208.62 ± 21.12	-0.100	0.848
向 右肘、腕	254.79 ± 15.21	254.2 ± 15.37	0.589	0.003**
右腕、掌	83.14 ± 6.53	83.12 ± 6.33	0.022	0.832
左肩、肘	281.89 ± 11.76	281.90 ± 11.73	-0.003	0.971
左肘、腕	249.88 ± 11.44	249.79 ± 11.48	0.088	0.593
左腕、掌	53.39 ± 7.68	52.78 ± 8.38	0.614	0.062
雙腕	761.52 ± 24.51	761.73 ± 24.32	-0.215	0.496
Y 雙肩	15.54 ± 11.96	16.30 ± 11.73	-0.750	0.137
軸 右肩、肘	173.55 ± 23.23	170.97 ± 24.27	2.577	0.015*
向 右肘、腕	31.04 ± 15.37	32.83 ± 15.70	-1.797	0.050
右腕、掌	17.53 ± 7.14	17.17 ± 7.18	0.366	0.168
左肩、肘	29.75 ± 15.02	29.61 ± 14.56	0.137	0.754
左肘、腕	47.93 ± 21.08	48.18 ± 21.59	-0.246	0.654
左腕、掌	6.22 ± 3.91	6.95 ± 4.40	-0.736	0.021*
雙腕	121.55 ± 14.95	120.71 ± 15.63	0.838	0.416
Z 雙肩	16.45 ± 7.38	16.44 ± 7.39	0.004	0.992
軸 右肩、肘	65.53 ± 21.36	69.35 ± 23.14	-3.811	0.057
向 右肘、腕	46.55 ± 21.53	49.07 ± 21.21	-2.520	0.154
右腕、掌	19.35 ± 10.46	19.08 ± 10.71	0.268	0.163
左肩、肘	48.49 ± 22.39	48.70 ± 22.32	-0.212	0.417
左肘、腕	14.98 ± 15.19	15.17 ± 15.04	-0.192	0.571
左腕、掌	64.39 ± 10.98	64.85 ± 11.14	-0.460	0.080
雙腕	54.61 ± 13.55	55.22 ± 13.29	-0.607	0.248

* $p < .05$ ** $p < .01$

四、兩種伸展過箭技術夾箭片落下後 0.5秒瞬間各關節距離

於夾箭片落下後 0.5秒瞬間X軸之右腕至左腕距離，呈現機械式較韻律式小的結果，原因為韻律式伸展從引弓到放箭強調整體動作之協調與用力平均，Kim (2010)書中指出伸展過箭至放箭後拉弓手腕及手肘須保持在箭的飛行直線上（本文X軸），如此才能保持高一致性的動作，而機械式伸展則著重於角運動伸展過箭，即肘關節繞著Z軸方向旋轉過箭，右肩肘較為固定且往 X軸位移之動作較小，造成機械式比韻律式之 X軸右腕至左腕距離較小的現象產生。

伍、結論

- (一) 機械式伸展過箭右肩、肘及右肘、腕於放箭前有較多向背部及下方移動之動作，該伸展過箭方式使用較多背部肌群，建議使用機械式伸展過箭方式需增強背部肌群之訓練。
- (二) 夾箭片落下瞬間韻律式有較多左腕關節下壓協助伸展過箭，韻律式伸展在伸展過箭應注意左腕關節變化不宜過多。
- (三) 夾箭片落下後 0.5秒瞬間韻律式有較大雙腕X軸向距離，但若使用韻律式伸展方式在放箭後須注意手腕位置須保持在X軸線上。
- (四) 不同伸展過箭技術動作在各期別及軸向之關節

距離與射箭教學書籍所描述之動作特性相符。

表4 韻律式與機械式伸展過箭方式於夾箭片落下瞬間關節距離 (mm) 差異分析

變項	韻律式 (n=20) M±SD	機械式 (n=20) M±SD	平均差異	p值
X 雙肩	274.71 ± 22.93	274.36 ± 23.09	0.349	0.244
軸 右肩、肘	216.52 ± 21.42	216.87 ± 21.79	-0.353	0.497
向 右肘、腕	252.72 ± 16.23	252.01 ± 16.09	0.712	0.005**
右腕、掌	84.43 ± 6.28	84.46 ± 5.85	-0.034	0.817
左肩、肘	281.92 ± 11.37	281.91 ± 11.31	0.013	0.892
左肘、腕	250.34 ± 11.31	250.32 ± 11.43	0.017	0.924
左腕、掌	53.79 ± 7.5	53.13 ± 8.26	0.659	0.044*
雙腕	770.77 ± 25.03	771.45 ± 25.2	-0.686	0.036*
Y 雙肩	18.52 ± 10.98	19.05 ± 11.45	-0.528	0.268
軸 右肩、肘	160.06 ± 24.81	157.57 ± 25.41	2.488	0.016*
向 右肘、腕	43.33 ± 16.44	45.67 ± 15.07	-2.335	0.020*
右腕、掌	15.43 ± 6.62	15.1 ± 6.66	0.331	0.152
左肩、肘	28.38 ± 15.11	28.3 ± 14.67	0.081	0.849
左肘、腕	45.37 ± 19.34	45.3 ± 19.72	0.071	0.899
左腕、掌	6.08 ± 4.39	6.7 ± 4.87	-0.616	0.089
雙腕	118.4 ± 16.67	117.53 ± 17.45	0.865	0.367
Z 雙肩	17.13 ± 7.42	17.01 ± 7.86	0.120	0.762
軸 右肩、肘	69.21 ± 22.69	71.99 ± 24.93	-2.774	0.174
向 右肘、腕	47.48 ± 21.59	49.00 ± 22.99	-1.524	0.400
右腕、掌	17.76 ± 10.76	17.67 ± 11.00	0.093	0.654
左肩、肘	48.83 ± 21.33	49.10 ± 21.09	-0.275	0.468
左肘、腕	15.21 ± 15.26	15.38 ± 14.85	-0.173	0.653
左腕、掌	64.12 ± 10.91	64.65 ± 10.91	-0.532	0.045*
雙腕	57.89 ± 12.88	57.89 ± 12.61	-0.006	0.980

* $p < .05$ ** $p < .01$

表5 兩種技術於夾箭片落下後0.5秒瞬間各關節距離差異摘要表

變項	韻律式 (n=20) M±SD	機械式 (n=20) M±SD	平均差異	p值
X 雙肩	308.05 ± 24.47	307.44 ± 24.66	0.617	0.098
軸 右肩、肘	279.69 ± 18.57	279.70 ± 21.17	-0.004	0.997
向 右肘、腕	177.3 ± 32.35	179.78 ± 34.92	-2.482	0.233
右腕、掌	83.31 ± 9.6	83.06 ± 9.48	0.247	0.390
左肩、肘	284.33 ± 12.23	284.36 ± 12.36	-0.033	0.913
左肘、腕	248.99 ± 10.77	248.84 ± 10.61	0.152	0.332
左腕、掌	76.64 ± 9.08	76.62 ± 8.56	0.024	0.961
雙腕	943.77 ± 36.62	940.55 ± 35.83	3.214	0.024*
Y 雙肩	18.00 ± 14.72	18.18 ± 14.63	-0.181	0.840
軸 右肩、肘	39.11 ± 30.36	40.54 ± 32.51	-1.431	0.698
向 右肘、腕	137.16 ± 23.86	138.14 ± 23.21	-0.984	0.633
右腕、掌	9.46 ± 7.68	9.40 ± 7.11	0.058	0.935
左肩、肘	26.78 ± 14.30	27.43 ± 13.65	-0.646	0.330
左肘、腕	33.17 ± 15.72	33.48 ± 17.35	-0.315	0.671
左腕、掌	7.31 ± 6.17	7.37 ± 6.14	-0.059	0.874
雙腕	54.51 ± 30.76	58.15 ± 33.85	-3.645	0.119
Z 雙肩	26.23 ± 12.21	26.37 ± 12.35	-0.140	0.653
軸 右肩、肘	64.37 ± 35.08	60.27 ± 36.41	4.095	0.125
向 右肘、腕	118.12 ± 34.85	112.42 ± 35.29	5.702	0.029*
右腕、掌	43.13 ± 17.05	43.28 ± 17.25	-0.146	0.676
左肩、肘	69.31 ± 20.33	68.90 ± 19.84	0.408	0.752
左肘、腕	24.18 ± 18.03	23.87 ± 17.35	0.305	0.813
左腕、掌	41.90 ± 12.38	42.66 ± 12.42	-0.759	0.427
雙腕	119.28 ± 34.83	116.35 ± 36.77	2.931	0.312

*p < .05 **p < .01

陸、參考文獻

- 林忠明 (1981)。《箭神論箭》。台北市：中華民國射箭協會叢書之一。
- 金亨鐸 (1990)。《射箭基本教材(一)》。台北市：中華民國體育運動總會。
- Ertan, H., Soyulu, A. R., & Korkusuz, F. (2005). Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(2), 222-227.
- Kim, H. T. (2010). *kim Hyung Tak archery*. Korea : Kim, Hyung-Tak Archery training center.
- Kim J.T., & Park S.H. (2009)Effect of scapular stabilization exercise on EMG change of shoulder

- girdle and trunk muscle during archer`s shooting. *Journal of Sport and Leisure Studies* 38: 1003-1010.
- Lee, K. S., De Bondt, R. (2005). *Total archery* . KA : Samick Sports ,Korea : Gimpo.
- Leroyer, P., Van Hoecke, J., & Helal, J. N. (1993). Biomechanical study of the final push-pull in archery. *Journal of Sports Sciences*, 11(1), 63-69.
- Lin, J. J., Hung, C. J., Yang, C. C., Chen, H. Y., Chou, F. C., & Lu, T. W. (2010). Activation and tremor of the shoulder muscles to the demands of an archery task. *J Sports Sci*, 28(4), 415-421.
- Martin, P. E., Siler, W. L., & Hoffman, D. (1990).

Electromyographic analysis of bow string release in highly skilled archers. *Journal of Sports Sciences*, 8(3), 215-221.

Nishizono, H., Shibayama, H., Izuta, T., & Saito, K. (2008). Analysis of Archery Shooting Techniques by Means of Electromyography. In *ISBS (International Society of Biomechanics in Sports) Proceedings Archives of 5th International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 364-372). Athens, Greece: ISBS.

Taha, Z., Mat-Jizat, J. A., Abdullah, M. A., Musa, R. M., Abdullah, M. R., Ibrahim, M. F., & Shaharudin, M. A. H. (2018). Integrated multi sensors and camera video sequence application for performance monitoring in archery. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 319.

USA_ARCHERY(2007).The BEST Method Biomechanically Efficient Shooting Technique, *The USA Archery Coach Development Committee (CDC)* ,315 .



The Compare Between Mechanical Style Extension and Rhythm Style Extension on Kinematics of Elite Archers

¹Szu-Yuan Chen, ¹Wen-Tzu Tang*, ²Cheng-Hsien Lin

¹Graduate Institute of Athletics and Coaching Science, National Taiwan Sport University, Taiwan

²Department of Sports Training Science-Athletics, National Taiwan Sport University, Taiwan

Revised : 2019/07; Accepted : 2019/11

ABSTRACT

Purpose: The study was to analyze elite archers' kinematics in two different upper limb full draw extension skills (mechanical extension and rhythmic extension during archery release. Twenty elite archers with an average Olympic round score 660 ± 9 points. **Method:** Twelve shooting trials per person for each full draw expansion skill were captured by the motion analysis system. The raw data were processed into parameters between events as starting drawing, anchor, fall of clicker to compare the difference between two skills. All statistical testing were performed with Microsoft excel software. The significance level was set at $p < .05$. **Results:** For mechanical extension, it showed that right shoulder to elbow joint distance projected in Y axis at drawing and anchor were bigger than rhythmic style extension, but smaller in Z axis . The distance between the right wrist and left wrist joint along X axis at fall of clicker was bigger in mechanical style than rhythm style, but smaller in mechanical style than rhythm style at fall down after 0.5s. **Conclusion:** (1) The right shoulder, right elbow and right wrist tend to keep more lower and backward for mechanical style extension than rhythmic style extension before release. (2) Left wrist for rhythmic style extension has more flexion to help archery release. (3) Rhythmic style extension for more demonstrated at extension between two wrists at fall down after 0.5s. (4) The parameters of two different extension skills on the distance between joints along three axes were consistent with the behavioral characteristics described in the archery teaching book.

Keywords: Clicker, Three-dimensions, Archery skill