

2020 東京奧運桌球單打之記數分析

李玉麟^{1,2}、周東賢^{3*}

¹國立臺灣師範大學體育與運動科學系

²德育護理健康學院觀光休閒與健康系

³中華民國陸軍軍官學校運動科學系

摘要

目的：主要對 2020 東京奧運桌球男女生單打比賽結果進行研究分析。**方法：**以東京奧運 2020 官方網站比賽日程與結果，查詢桌球單打的官方紀錄，將比賽場次的預賽 (Round 1-3) 當作初賽組 (Round Group, RG)，8 強賽 (Round of 16) 到決賽 (Final) 的比賽視為決賽組 (Final Group, FG)；使用記數分析 (Notational analysis) 方法分析與賽局相關的變量、比賽持續時間、最長回合 (擊球)、平均回合等變異量。以 IBM SPSS 20.0 統計軟體進行各數據之處理，以 Mann-Whitney U 考驗法來分析與比較兩組 (RG, FG) 之間的差異，以及 Kruskal – Wallis H test 來分析兩組 (RG, FG) 各局之間的差異，若有差異，以 Dunn 事後比較來分析。顯著水準 $\alpha = .05$ 。**結果：**男女單 RG 與 FG 的單局合計分數之間沒有差異，男單 FG 兩場獎牌戰合計球數 >19 分有 51.8%，呈現比賽激烈；場次上，男女單打的比賽時間，FG 也多於 RG；局數上，儘管沒有顯著，RG 持續時間有越來越久的趨勢，FG 則沒有明顯增加。**結論：**經由對 2020 東京奧運資料分析，男女單打 FG 組的持續時間與多合計球數局是多於初賽組的；不管男單或女單，在初賽組與決賽組的發球優勢不在，自己發球失分慢慢提高。這些訊息可以幫助球員和教練準備和適應現代桌球特點的不同訓練。

關鍵詞：記數分析、決賽、官方網站

壹、緒論

對於非以身高優勢的桌球項目，世界選手都有其競爭舞台，中國隊最突出。儘管 2020 東京奧運已經圓滿落幕，然而在男單四強賽與混雙金牌戰的過程讓觀眾記憶猶新，享受了視覺盛宴。從桌球項目研究來看，較著重於能量系統 (Li et al., 2019; Milioni et al., 2018; Pradas et al., 2021)、步法 (Castellar et al., 2019)、技術與戰術 (Picabea et al., 2022; Zhou, 2022; Zhou & Zhang, 2022)、多球訓練 (Gu et al., 2019)、體能訓練 (Guo, 2022; Pradas et al., 2022)、運動傷害 (Biz et al., 2022; Ferrandez et al., 2021)、運動醫學 (Pullinger et al., 2019; Xiong et al., 2022) 與

*通訊作者: 周東賢 Email: thchowma@gmail.com.

地址：830 高雄市鳳山區維武路 1 號

運動學/動力學 (Bańkosz & Winiarski, 2020) 的分析，但是，對於桌球競技比賽的觀察，體能是基礎，心理是抗壓，高水準的比賽永遠是技戰術為主。桌球的技戰術種類繁多且複雜，況且桌球項目屬於開放式技術，無法像閉鎖式技術可以準確預測對手行為。因此，對運動員和教練較難在賽前與比賽中掌握更好的技戰術，也使賽前運動資料情蒐躍為運動科學的一部分。

桌球項目常以三段分析法（發球階段、接發球階段和相持階段）來分析技戰術。發球階段其重要性在於運動員運用發球來控制比賽節奏和製造攻擊機會；接發球階段需要根據對手的發球方式和特點，靈活運用自己的技術來接發球以掌握比賽的主動權；相持階段選手需要根據自己和對手的實力、技術和戰術特點，靈活來應對各種情況以爭取勝利。不過，實施三段分析法較注重單一運動員對戰資料，需要針對每場影片記錄比賽對戰的得失分、發球接發球、攻擊防守方式等關鍵資料及登錄電腦，進行資料處理與分析，且根據分析結果，針對運動員的強弱點，制定個別化的訓練計畫和比賽策略，可以有效提高運動員的技戰術水準，但是，會因為分析時間冗長且常常耽擱到時效性，也因為個人化無法一窺全部賽事的訊息。

記數分析 (Notational analysis) 是運動科學中的一種方法，用於記錄和分析運動員的表現和各場次比賽情況。對於研究人員來說是受關注的一個區域，尤其是高水準的比賽 (Gawin et al., 2015)，例如：奧運或世界盃，就有舉辦單位與國際單項總會合作，將比賽數據記錄且公告於網頁上，供人參考應用。記數分析在奧運執拍項目中常用於網球 (O' Donoghue & Ingram, 2001; Sánchez-Pay et al., 2021) 和羽球 (Abián et al., 2014; Chiminazzo et al., 2018; Phomsoupha & Laffaye, 2015) 的研究分析，對於桌球目前僅有兩篇文章觀察奧運比賽發球與接發球效益的探討 (Gómez et al., 2017; Wang, 2019)。例如：Gómez 等 (2017) 將男、女全部的單打場次用線性迴歸分析里約奧運選手們執拍手的發球與接發球獲勝的效率，發現發球得分略有優勢 (50-55%) 而接發球得分是劣勢 (50-43%)；或是在兩屆奧運僅對 60 位選手共 30 場次中 (第四輪開始)，分析了選手們的發球和接發球的擊球路徑、球的落點、擊球效率以及接發球的擊球類型等 (Wang, 2019)。然而，目前發球與接發球技術水準已有重大改變，以前的發中間短球不讓對方攻擊 (Wang, 2019) 和對方以擺短處理反控制的情境，已轉變成偷長球製造攻擊機會、擰球搶主動權與發正手位不轉短球破壞擰球力道，比賽內容已有所差異，也間接影響了比賽變量。相對於桌球只有兩篇研究分析，是無法瞭解與觀察到比賽上變量間的發展趨勢與理論佐證，因此，需要更多的研究分析來提供參考。

面對最高殿堂的賽事，尤其是集結於成就、進步、聲譽與利益的個人單打，選手們無不竭盡所能來獲得佳績；而觀眾們都知道，從第三輪 16 位種子的出賽參與，會慢慢增加可看性；第四輪的比賽，比賽會更加懸念和技術顯現。對比於初賽至前三輪，16 強賽事是否會顯現出不一樣的比賽變量，是值得探討的。基於此，本文目的主要對 2020 東京奧運乒乓球男女生單打比賽結果進行分組研究分析，提供理論依據和資料分析與建議。

貳、方法

一、研究對象

數據以東京奧運 2020 官方網站比賽日程與結果，查詢桌球單打的官方紀錄，男單有 65 人參加，計有 1 場預賽、第 1-3 輪各 16 場，8 場 8 強賽 (Round of 16)，4 場四分之一決賽 (Quarterfinal)，2 場半決賽 (Semifinals)，銅牌戰和金牌戰 (決賽)，共計 65 場次；女單有 70 人參加，共計 70 場次；儘管參加奧運可以視為優秀選手，但規定五大洲都需要有國家參加，不絕對是國際桌總排名前 65-70 強者，況且大會 16 位種子球員以逸待勞到第三輪才出賽。所以本文將預賽、Round 1-3 當作初賽組 (Round Group, RG)，Round of 16 到 Final 的比賽視為決賽組 (Final Group, FG)，如表 1 所示。

表 1、男女單打比賽兩組的賽事場次數

組別	初賽組 (Round Group, RG)	決賽組 (Final Group, FG)	總計
男子單打	49	16	65
女子單打	54	16	70
合計	103	32	135

二、實驗設計

數據來自國際奧委會官方網站。國際桌球總會 (International Table Tennis Federation, ITTF) 與奧委會選擇並培訓了具有適當可靠性的觀察員做紀錄，每場結果數據都有每場與每局的相關數據。內部可靠性是通過觀察者在間隔 2 週的兩次時間記錄相同的比賽值 (一組) 來計算的 (Torres-Luque et al., 2019)。觀察者 Cohen's Kappa 獲得 0.98，該值被認為非常好 (>0.80) (Landis & Koch, 1977)。分析的變量如表 2 所示。

表 2、桌球比賽分析的變異量

比賽統計	
與賽局相關的變量、比賽持續時間、最長回合 (擊球)、平均回合	與該盤的持續時間、贏得的分數、最大領先、自己發球贏得的分數、自己發球丟失的分數、最多連續贏得的分數、克服的最大劣勢、球員的慣用手/握力和比賽進度相關的變量

三、資料處理

以 IBM SPSS 20.0 統計軟體進行各數據之處理，描述統計法來呈現數據的平均數、標準差與百分比；因為同質性與常態性假設的差異是不符合的，係以 Mann-Whitney U 考驗法來分析與比較兩組 (RG，FG) 之間的差異，以及 Kruskal – Wallis H test 來分析兩組 (RG，FG) 各

局之間的差異，若有差異，以 Dunn 事後比較來分析。顯著水準 $\alpha = .05$ 。

參、結果

一、單局比分合計分數表

男女單打的 RG 與 FG 的 p 值分別為.721 與.798，沒有差異。在表 3 中，男單 RG 最多出現比分合計分數為 18 和 20 分以上，代表 11：7 與丟士 (Deuce) 場次很多；女單 RG 是 16 和 19 分；男單 FG 是 18 和 20 分，女單 FG 則是 19 和 20 分居多。值得一提的是男單半決賽與銅牌和金牌戰，這四場比賽有 3 場次局數為 4：3，1 場局數 4：2，而銅牌戰與金牌戰的比分 11：9 與 Deuce 場次佔 51.80%，顯示賽事非常激烈；女單部分，半決賽都是 4：0；銅牌戰與金牌戰分別為 4：1 和 4：2，這兩戰的合計分數 >19 分的百分比僅有 15.8%，勝負較易辨別。

表 3、RG 與 FG 與獎牌戰單局比分合計分數的統計次數百分比與差異

比分合計分數		<14	15	16	17	18	19	20	>20 以上	p -value	>19 分 %
Round Croup	男	12.4	8.8	8.8	12.9	14.5	11.6	12.4	18.5	.721	30.90
Final Group		7.5	9.7	8.6	12.9	19.4	9.7	20.4	11.8		32.30
獎牌戰		3.7	11.1	3.7	7.4	11.1	11.1	29.6	22.2		51.80
Round Croup	女	11.4	10.7	14.6	13.9	11.4	15.0	12.9	10.0	.798	22.90
Final Group		11.8	5.3	6.6	21.1	9.2	18.4	17.1	10.5		27.60
獎牌戰		5.3	15.8	5.3	31.6	15.8	10.5	15.8	0		15.80

註：表內數值為該比分合計分數的出現次數除以總局數的百分比數值。

二、單打初賽組 RG 與決賽組 FG 場次 (Match) 的敘述統計與差異性

表 4、表 5 顯示了男單與女單的 RG 和 FG 場次之間的差異。結果顯示，男女單打 FG 的持續時間/平均比賽時間是更長於 RG (男子組 9.35 ± 1.59 vs. 8.37 ± 1.49 ；女子組 9.55 ± 0.99 vs. 7.43 ± 1.26)，達到顯著差異。男女單在自己發球得分與自己發球失分平均上，RG 與 FG 相近。男單兩組平均拍數都接近 5 拍，女單為 RG 5 拍，而 FG 約 6 拍。在勝負方平均發球得分差距，男單勝方 RG 組為 1.37 分，FG 組 1.14 分，女單 RG 組 1.46 分，FG 組 1.72 分；平均發球失分差距，男單勝方 RG 組為-1.44 分，FG 組-1.05 分，女單為 RG 組-1.54 分，FG 組-1.66 分，表示發球有優勢與接發球能反控對方發球，且得分與失分的差距相等。

表 4、描述性統計數據以及不同級別 (初賽組和決賽組) 的男子單打比賽 (每場)

比賽相關的變量	男子單打			
	Round Group	Final Group	p -value	Z-value
比賽時間 (分鐘)	44.08 ± 14.29	55.00 ± 16.13	.016*	-2.412
比賽局數 (分鐘)	5.19 ± 1.10	5.81 ± 1.11	.054	-1.925
平均每局比賽時間 (分鐘)	8.37 ± 1.49	9.35 ± 1.59	.024*	-2.264
最長的拍數 (次)	15.50 ± 6.45	18.63 ± 6.42	.052	-1.944

平均拍數 (次)		4.79 ± 1.11	4.94 ± 0.85	.375	-.888
贏的總積分(分)	W	53.67 ± 8.32	58.63 ± 9.71	.066	-1.836
	L	40.85 ± 15.06	47.63 ± 16.62	.180	-1.342
贏的積分平均	W	10.48 ± 0.81	10.16 ± 0.68	.115	-1.576
	L	7.67 ± 1.70	7.97 ± 1.50	.852	-.186
自己發球時得分(分)	W	28.67 ± 5.34	32.13 ± 7.13	.108	-1.608
	L	22.42 ± 8.36	26.31 ± 10.37	.206	-1.265
自發得分平均	W	5.58 ± 0.60	5.50 ± 0.38	.509	-.660
	L	4.21 ± 1.00	4.36 ± 1.07	.592	-.535
自己發球時失分(分)	W	18.44 ± 7.35	21.31 ± 7.13	.244	-1.164
	L	25.00 ± 4.22	26.50 ± 3.97	.822	-1.310
自發失分平均	W	3.46 ± 0.91	3.61 ± 0.72	.190	-.225
	L	4.90 ± 0.64	4.66 ± 0.75	.263	-1.119
獲得連續最多得分(分)	W	6.35 ± 1.76	6.44 ± 2.10	.906	-.118
	L	4.98 ± 2.10	4.63 ± 1.36	.717	-.362
逆轉最大的分數(分)	W	2.48 ± 1.60	2.25 ± 1.00	.668	-.430
	L	1.31 ± 1.56	1.56 ± 1.41	.413	-.819

註：* $p < .05$ ，W= 勝方，L= 負方；by Mann-Whitney test

表 5、描述性統計數據以及不同級別 (初賽組和決賽組) 的女子單打比賽 (每場)

比賽相關的變量		女子單打		
		Round Group	Final Group	p -value
比賽時間 (分鐘)		39.19 ± 13.23	45.75 ± 10.89	.026*
比賽局數 (分鐘)		5.19 ± 1.13	4.75 ± 0.77	.224
平均每局比賽時間 (分鐘)		7.43 ± 1.26	9.55 ± 0.99	.000*
最長的拍數 (次)		16.39 ± 8.50	18.50 ± 10.46	.532
平均拍數 (次)		5.02 ± 1.54	5.81 ± 2.53	.192
贏的總積分(分)	W	53.09 ± 8.76	50.44 ± 5.48	.433
	L	38.81 ± 14.81	35.25 ± 10.37	.497
贏的積分平均	W	10.37 ± 0.76	10.71 ± 0.70	.185
	L	7.28 ± 1.53	7.34 ± 1.82	.950
自己發球時得分(分)	W	27.93 ± 5.40	25.69 ± 2.89	.187
	L	21.19 ± 8.05	17.94 ± 5.34	.188
自發得分平均	W	5.45 ± 0.66	5.46 ± 0.43	.654
	L	3.99 ± 0.85	3.74 ± .073	.248
自己發球時失分(分)	W	17.87 ± 7.66	17.25 ± 5.23	.721
	L	24.91 ± 4.98	24.75 ± 3.02	.916
自發失分平均	W	3.34 ± 1.02	3.59 ± 0.71	.501
	L	4.86 ± 0.64	5.25 ± 0.42	.023*
獲得連續最多得分(分)	W	6.56 ± 1.66	7.06 ± 2.29	.537
	L	4.44 ± 1.59	4.38 ± 0.81	.949
逆轉最大的球數(分)	W	2.35 ± 1.51	2.69 ± 1.45	.391
	L	1.04 ± 1.26	0.94 ± 1.06	.958

註：* $p < .05$ ，W= 勝方，L= 負方；by Mann-Whitney test

表 6 為男女單打比賽時，自己發球狀況下的得分勝率與失分敗率，勝方不管性別與組別，都有 6 成以上 (60-62%) 的得分勝率，而負方得分勝率則低於 5 成以下 (41-48%)。而自己發球得分貢獻度 + 對方發球時失分損失度，是判斷比賽獲得分數時發球與接發球表現的最佳組合，反之自己發球時失分損失度 + 對方發球時得分貢獻度則是最差組合；男單部分，RG 與 FG 最佳組合為 57.74 和 56.04，最差組合為 42.26 和 43.96；女單部分，RG 與 FG 最佳組合為 58.75 和 59.34，最差組合為 41.25 和 40.66。在最佳組合的數據上，顯示女子是優於男子組；男單部分 RG 是優於 FG，女單部分，則是 FG 是優於 RG。

表 6、男女單打比賽發球時的得分勝率與失分敗率、最佳組合與最差組合百分比

		男子單打		女子單打	
		Round Group	Final Group	Round Group	Final Group
自己發球得分勝率 (%)	W	61.37	60.37	62.00	60.33
	L	46.21	48.34	45.08	41.60
自己發球失分敗率 (%)	W	38.27	39.63	38.00	39.67
	L	53.79	51.66	54.92	58.40
發球時得分貢獻度 (%)	W	53.24	54.13	52.56	50.98
	L	54.89	54.71	54.81	50.95
發球時失分損失度 (%)	W	45.11	45.29	45.19	49.05
	L	46.76	45.87	47.44	49.02
最佳組合 (%)		57.74	56.04	58.75	59.34
最差組合 (%)		42.26	43.96	41.25	40.66

註：W= 勝方，L= 負方，發球時得分貢獻度=自己發球得分 / 贏的總積分，發球時失分損失度=自己發球失分 / 贏的總積分。

三、單打初賽組 RG 與決賽組 FG 局 (Set) 的敘述統計與差異性

表 7、表 8 顯示了男單與女單的 RG 和 FG 各局之間的差異。結果顯示每局中的男女單打 FG 的持續時間/平均比賽時間是更長於 RG。男單在第六局和第七局持續時間上是比第一局更久；女單則是第六局比第一局、第二局、第三局和第五局的持續時間有明顯差異。自己發球時得分上，男單勝方 RG 與 FG 在各局並沒有明顯不同，男單 FG 的負方除了第二局得分有增加外，其他各局兩組沒有不同。自己發球時失分上，除了男單 FG 的負方除了第二局失分有減少外，男單勝方和負方 RG 與 FG 在各局並沒有明顯差異。女單方面，在自發得分與失分上，RG 與 FG 都沒有顯著，各局之間也沒有明顯不同。

表 7、描述性統計數據以及不同級別 (初賽組和決賽組) 的男子單打比賽 (每局)

			男子單打			
			初賽組 (RG)	決賽組 (FG)	p-value	Z-value
第一局 (1)	持續時間 (分鐘) (48:16)		7.00±2.05	8.00±1.93	.062	1.867
	比分 (分)	W	10.35±2.46	10.69±1.82	.803	.250
		L	7.83±3.25	4.50±1.86	.962	-.047
	自己發球時得分 (分)	W	5.77±1.68	6.19±1.64	.438	.775
		L	4.60±2.19	4.63±1.17	.888	.141
	自己發球時失分 (分)	W	3.23±1.78	3.19±1.91	.919	-.102
第二局 (2)		L	4.58±1.60	4.50±1.86	.949	-.063
	持續時間 (分鐘) (48:16)		7.38±1.68	9.00±1.55	.001*	3.204
	比分(分)	W	10.17±2.16	9.38±2.06	.048*	-1.981
		L	7.92±2.90	9.56±1.82	.041*	2.046
	自己發球時得分 (分)	W	5.35±1.41	5.38±1.71	1.000	.000
		L	4.29±1.87	5.50±0.97	.033*	2.136
第三局 (3)	自己發球時失分 (分)	W	3.63±1.48	4.06±1.24	.242	1.171
		L	4.81±1.50	4.00±1.10	.034*	-2.124
	持續時間 (分鐘) (48:16)		7.73±2.23	8.13±2.53	.610	.511
	比分 (分)	W	10.33±2.17	10.44±1.97	.800	-.253
		L	7.90±3.03	6.44±3.71	.190	-1.312
	自己發球時得分 (分)	W	5.27±1.69	5.44±1.63	.716	.364
第四局 (4)		L	4.13±1.88	3.19±2.07	.122	-1.544
	自己發球時失分 (分)	W	3.73±1.83	3.25±2.11	.475	-.714
		L	5.06±1.46	5.00±1.21	.873	-.159
	持續時間 (分鐘) (48:16)		7.81±2.20	8.94±2.02	.049*	1.963
	比分 (分)	W	10.23±2.53	10.19±1.91	.402	-.838
		L	7.71±3.26	9.19±3.04	.148	1.445
第五局 (5)	自己發球時得分 (分)	W	5.40±1.80	5.13±1.45	.537	-.617
		L	4.13±2.21	4.88±1.78	.218	1.231
	自己發球時失分 (分)	W	2.58±1.76	4.31±2.09	.212	1.248
		L	4.83±1.59	5.06±1.34	.769	.294
	持續時間 (分鐘) (32:14)		8.06±2.08	8.57±1.55	.397	.847
	比分 (分)	W	9.97±2.82	9.07±3.08	.087	-1.712
第六局 (6)		L	8.44±2.76	8.21±2.81	.894	-.133
	自己發球時得分 (分)	W	5.43±1.88	4.86±1.61	.215	-1.240
		L	4.56±1.72	4.36±2.10	.923	-.097
	自己發球時失分 (分)	W	3.88±1.72	3.86±1.66	.875	-.158
		L	4.53±1.83	4.21±1.89	.707	-.376
	持續時間 (分鐘) (16:9)		9.13±2.06	8.67±2.55		
第七局 (7)	比分 (分)	W	10.81±2.64	10.11±3.33	.522	-.735
		L	8.81±2.76	8.67±3.61	.760	.315
	自己發球時得分 (分)	W	6.38±2.22	5.78±2.17	.251	-1.198
		L	5.38±1.63	5.11±2.20	.803	-.260
	自己發球時失分 (分)	W	3.44±1.82	3.56±2.13	.803	.287
		L	4.44±1.21	4.33±1.66	.976	.030
第一至七局	持續時間 (分鐘) (9:6)		9.22±3.49	9.67±1.37		
	比分(分)	W	11.33±1.00	11.00±.00	.776	-.816
		L	6.67±2.78	7.33±1.03	.607	.541
	自己發球時得分 (分)	W	5.56±0.88	6.50±1.52	.181	1.470
		L	3.11±1.62	4.00±1.79	.328	1.022
	自己發球時失分 (分)	W	3.56±1.74	3.33±1.63	.864	-.250
第一至七局		L	5.78±0.83	4.50±1.52	.088	-1.842
	持續時間		.010*	.455	(6)>(1), (7)>(1)	
	比分	W	.733	.219		
		L	.802	.127		
	自己發球時得分	W	.214	.255		
		L	.181	.044*		(3)>(2)
第一至七局	自己發球時失分	W	.836	.641		
		L	.251	.408		

註：* $p < .05$ ，W=勝方，L=負方；by Mann-Whitney test & Kruskal-Wallis H test。 (48：16) 代表組別分析場次。

表 8、描述性統計數據以及不同級別 (初賽組和決賽組) 的女子單打比賽 (每局)

			女子單打		
			初賽組 (RG)	決賽組 (FG)	<i>p</i> -value
					Z-value
第一局 (1)	持續時間 (分鐘) (54:16)		6.48±1.76	8.13±2.19	.004*
	比分 (分)	W	10.15±2.34	10.19±1.94	.811
		L	7.98±3.00	8.00±3.31	.871
	自己發球時得分 (分)	W	5.52±1.79	4.94±1.12	.183
		L	4.50±2.11	3.81±1.97	.319
	自己發球時失分	W	3.48±1.73	4.13±1.54	.227
第二局 (2)		L	4.61±1.68	5.25±1.34	.176
	持續時間 (分鐘) (54:16)		6.48±2.09	8.63±1.71	.000*
	比分	W	9.72±2.93	10.81±1.52	.169
		L	7.80±3.25	7.25±3.04	.692
	自己發球時得分 (分)	W	5.22±1.96	5.56±1.26	.203
		L	4.20±2.18	3.81±1.76	.650
第三局 (3)	自己發球時失分 (分)	W	3.59±1.78	3.44±1.75	.624
		L	4.50±1.93	5.25±0.86	.226
	持續時間 (分鐘) (54:16)		6.59±1.86	9.13±2.25	.000*
	比分 (分)	W	10.06±2.33	11.31±0.79	.023*
		L	7.20±3.19	7.50±2.58	.778
	自己發球時得分 (分)	W	5.35±1.73	5.81±1.28	.661
第四局 (4)		L	3.93±2.01	3.81±1.83	.998
	自己發球時失分 (分)	W	3.28±1.95	3.69±1.30	.342
		L	4.70±1.54	5.50±1.03	.042*
	持續時間 (分鐘) (54:16)		7.09±1.69	8.94±1.91	.001*
	比分 (分)	W	10.59±1.43	10.19±1.80	.437
		L	7.74±2.71	7.88±2.60	.866
第五局 (5)	自己發球時得分 (分)	W	5.61±1.39	5.13±1.41	.256
		L	4.17±1.69	3.81±1.28	.467
	自己發球時失分 (分)	W	3.57±1.85	4.06±1.69	.281
		L	4.98±1.25	5.06±1.34	.874
	持續時間 (分鐘) (34:9)		6.85±1.62	8.00±1.73	.075
	比分 (分)	W	10.53±1.38	10.44±1.67	.895
第六局 (6)		L	6.26±3.08	5.44±3.17	.508
	自己發球時得分 (分)	W	5.29±1.24	5.44±1.33	.780
		L	3.24±2.09	3.11±2.67	.803
	自己發球時失分 (分)	W	3.12±1.47	2.33±1.32	.177
		L	5.24±1.37	5.00±1.66	.736
	持續時間 (分鐘) (20:3)		8.50±1.61	11.33±1.53	.012*
第七局 (7)	比分 (分)	W	10.25±2.31	11.00±0.00	.698
		L	8.45±2.65	8.33±0.58	.698
	自己發球時得分 (分)	W	5.15±1.63	6.33±0.58	.230
		L	4.40±1.79	5.00±0.00	.698
	自己發球時失分 (分)	W	4.05±1.64	3.33±0.58	.355
		L	5.10±1.62	4.67±0.58	.573
第一至七局	持續時間 (分鐘) (10:0)		7.70±1.49		
	比分 (分)	W	11.00±0.00		
		L	5.80±1.69		
	自己發球時得分 (分)	W	5.80±0.92	--	--
		L	3.40±1.17		
	自己發球時失分 (分)	W	2.40±1.07		
第一至七局		L	5.20±0.92		
	持續時間		.000*	.185	(6)>(1),(2),(3),(5)
	比分	W	.523	.228	
		L	.051	.400	
	自己發球時得分	W	.563	.265	
		L	.139	.754	
第一至七局	自己發球時失分	W	.186	.114	
		L	.519	.685	

註：* $p < .05$; P.S：第六局與第七局 RG 無資料，無法對空組別執行 Mann-Whitney & Kruskal – Wallis H test。
(54：16) 代表組別分析場次。

肆、討論

在這研究中，此屆 2020 奧運會男單和女單比賽統計數據的差異被呈現出來，並按場次與局數來細分，為選手和教練提供特別有用的信息。在 2020 奧運單打場次資料中 (見表 4、表 5)，儘管場次的比賽時間不一致 (男單為 22-88min，總平均時間為 46.81min，RG 持續時間為 44.08 min，FG 為 55.00 min；女單 20-68 min，總平均時間為 40.69 min，RG 持續時間為 39.19 min，FG 為 45.75 min)，每局的持續時間，男單 RG 為 8.37min，FG 為 9.35min，女單 RG 為 8.37min，FG 為 9.55min，FG 所花費的時間較多。另賽制是採取 7 局 4 勝制，先獲得 4 局就獲勝，從表 7 和表 8 的分析中，男女單打 RG 的持續時間有明顯變多的，且之前的平均拍數為 6 拍以內，相對性兩次發球之間的時間也變得較多。資料顯示 RG 的第六局將成為關鍵局，關鍵時期其調整與準備會越久；男單 FG 只在第七局有比其他局的持續時間變多，後面局數持續時間多於前面局數的現象，也顯示在高水準的羽球比賽上，3 局 2 勝制，在小組循環 (Group stage) 多場次 2 比 0 後第 3 局就不用繼續比賽，而淘汰賽階段 (Eliminatory phase) 往往戰至第三局 (Torres-Luque et al., 2019)。不過，如果當桌球比賽的第六局與第七局視為羽球的第三局 (都是處於臨界階段且關鍵局數，當局數為 3：2 時，勝者想結束比賽而負者想絕地逢生；進入最後一局時更攸關勝利)，男單 RG 有 25%，FG 有 56%，女單 RG 有 37%，FG 有 19% 都進入了關鍵局，這突顯出男單進入 16 強比賽的激烈性。而種種現象顯示 FG 的競爭程度會比 RG 大，亦表示選手必須更充分準備的面對決賽組賽程。

在奧運資料中無法實施三段分析來瞭解技戰術各階段的優劣，但可以從發球得分與發球失分來間接判斷對比賽的掌控度，因為選手若能通過變化多端的發球獲得得分或製造攻擊機會，同時限制對方的發球得分，就能夠展現出該場次的比賽掌握度；此外，在比賽中的發球與接發球表現是可以使用互得分機率 (Mutual point-winning, MPW, $A \text{ 發球得分率} + B \text{ 接發球得分率} = B \text{ 發球得分率} + A \text{ 接發球得分率} = 1$) 來分析的 (Ley et al., 2017)。而綜觀表 6 的數據，勝方發球得分勝率在男女單打的兩組比較，都是 RG 組高於 FG 組，且都超過 6 成，所以，發球得分勝率仍可判斷是比賽分數的主要因素；負方高於五成的發球失分敗率顯示出勝方接發球時尚能反掌控比賽情境，尤其女單方面，負方 FG 的 58.40% 更突顯出勝方接發球時的優勢。而我們提出發球與接發球表現的最佳組合方面，男單 RG 與 FG 組勝者最佳組合為 57.74% 和 56.04%；女單 RG 與 FG 組勝者最佳組合為 58.75% 和 59.34%，男單 FG 顯現是略差，而女單 FG 則是更好；不過，若以發球得分貢獻度與發球失分損失度個別來看，男單與女單在 FG 組，勝負方差異在 0.6% 以內，RG 組約差 1.6-1.7%，相對來說，勝負方所獲分數比例上沒有多大差異，反而是在自己發球得分勝率與失分敗率上的掌握度。從表 4 和表 5 中發現，勝方平均發球得分差距正數與平均發球失分負數的差距，表明勝方在發球與接發球得分都是略佔優勢，對比 Gómez 等 (2017) 對里約奧運上優秀男女運動員的比賽分析提出，儘管發球得分略有優勢 (50-55%) 而接發球得分是劣勢 (50-43%)，也發現這一屆奧運的接發球方得分是比較明顯的成長；而勝負方發球得失分之整體差距為男單 RG 組合計為 2.81 分，FG 組

為 2.19 分，女單 RG 為 3.10 分，FG 組為 3.38 分，在桌球單局比賽中最少要贏兩球才算獲勝的條件之下，男單 FG 組明顯激烈許多。

從資料數據上並沒有像羽球比賽呈現每一回合拍數的使用時間 (Abian-Vican et al., 2013; Abián et al., 2014; Torres-Luque et al., 2019)。儘管資料未呈現，從相關文獻探討非奧運桌球比賽內容中發現，單次擊球時間範圍為 2.5- 6.0sec，平均時間約 3.5sec (Künstlinger et al., 1998; Leite et al., 2017; Zagatto et al., 2010; Zagatto et al., 2016)，發球與發球回合之間的休息時間約 8-20sec，擊球/休息比率約 0.15-0.5 (Leite et al., 2017; Zagatto et al., 2016)，平均板數與最多單局回合數為 5.50 ± 1.97 板和 18-20 合計分數 (許淑雯、李玉麟，2008)，再從表 3 到表 8 來看，兩組平均拍數的範圍都為 4.79-5.81 拍，且 >19 合計分數佔 22.9-32.3%，RG 每局持續時間有慢慢變多，而 FG 並沒有明顯增加，所以，奧運男女單打比賽是沒有不同於以往之比賽內容，不像羽球比賽越到後面，單回合的持續時間與平均拍數與擊球數有明顯越多 (Abian-Vican et al., 2013; Abián et al., 2014; Gawin et al., 2015; Torres-Luque et al., 2019)。上述的桌球比賽資訊統整起來有如實施 6 sec 無氧運動、20 sec 休息的間歇，持續了 20-88 min 的運動時間；以手拋起球才算真正該球回合的比賽頻率來看，可判斷幾乎都在 ATP-PC 系統 (10 秒內) 與這 20sec 間歇期間的恢復再生、戰術思考與調整，也將給予我們一個參考的訓練訊息，尤其是運用在多球訓練 (multi-ball training) 上的球數與間歇組合，以及通過訓練有素的基礎耐力系統關係著能量恢復再生 (weineck, 2002)。

伍、結論

經由對 2020 東京奧運資料分析，男女單打決賽組的持續時間是多於初賽組的，而男單在決賽組的比賽，11：9 與 Deuce 的局數佔 50% 以上；且不管男單或女單，在初賽組與決賽組的發球優勢不在，自己發球失分慢慢提高，而接發球方的得分率是成長的。這些訊息可以幫助球員和教練準備和適應現代桌球特點的不同訓練。

陸、實務應用

本研究證實：經由資料分析得知發球優勢不在與 11：9 與 Deuce 的局數居多，此訊息可對運動員與教練提供宜再加強發球搶攻與戰術配套措施，增加得分之鑰，但也相對重要的在接發球時須小心處置，且積極轉化成轉守為攻的意識與策略，另可設計比數從 10 比 9 和 Deuce 開始的升降比賽方式來模擬關鍵分的抗壓性訓練與戰術應用。另外，平均拍數 5-6 拍與文獻顯示約 20sec 的間歇休息，可用 6 球或 6 秒的供球，間歇 20sec 的方式來多球訓練或戰術模擬，刺激 ATP-PC 能量系統之活性。上述將可協助運動員以更好的訓練品質，有效地提升訓練效益。

利益衝突

本研究無涉及相關利益衝突。

致謝

這項研究沒有獲得外部資助。

機構審查委員會聲明

這項研究免除了倫理審查和批准，因為該研究調查了 2020 Tokyo 奧委會與 ITTF 在線免費提供的乒乓球比賽記錄的性能指標。因此，沒有對球員進行任何測量或介入。知情同意書被免除。

作者貢獻

李：構思、初稿寫作、形式分析；周：形式分析與意見修改定稿。

引用文獻

許淑雯、李玉麟 (2008)。桌球「分段式多球訓練」之觀點。《大專體育》，99，23-28。

<https://doi.org/10.6162/SRR.2008.99.05>

Abián, P., Castanedo, A., Feng, X. Q., Sa mpedro, J., & Abian-Vicen, J. (2014). Notational comparison of men's singles badminton matches between Olympic games in Beijing and London. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 42–53.

<https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1463785>

Abian-Vicen, J., Castanedo, A., Abian, P., & Sampedro, J. (2013). Temporal and notational comparison of badminton matches between men's singles and women's singles. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(2), 310–320.

<https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868650>

Bańkosz, Z., & Winiarski, S. (2020). Using wearable inertial sensors to estimate kinematic parameters and variability in the table tennis topspin forehand stroke. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2020, 8413948. <https://doi.org/10.1155/2020/8413948>

Biz, C., Puce, L., Slimani, M., Salamh, P., Dhahbi, W., Bragazzi, N. L., & Ruggieri, P. (2022). Epidemiology and risk factors of table-tennis-related injuries: Findings from a scoping review of the literature. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 58(5), 572. <https://doi.org/10.3390/medicina58050572>

Castellar, C., Pradas, F., Carrasco, L., La Torre, A. D., & González-Jurado, J. A. (2019). Analysis of reaction time and lateral displacements in national level table tennis players: Are they predictive of sport performance? *International Journal of Performance Analysis in Sport*,

- 19(4), 467-477. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1621673>
- Chiminazzo, J. G. C., Barreira, J., Luz, L. S., Saraiva, W. C., & Cayres, J. T. (2018). Technical and timing characteristics of badminton men's single: Comparison between groups and play-offs stages in 2016 Rio Olympic games. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(2), 245-254. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1463785>
- Ferrandez, C., Marsan, T., Poulet, Y., Rouch, P., Thoreux, P., & Sauret, C. (2021). Physiology, biomechanics and injuries in table tennis: A systematic review. *Science and Sports*, 36(2), 95-104. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.04.007>
- Gawin, W., Beyer, C., & Seidler, M. (2015). A competition analysis of the single and double disciplines in world-class badminton. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 997-1006. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868846>
- Gómez, M. Á., García-de-Alcaráz, A., & Furley, P. (2017). Analysis of contextual-related variables on serve and receiving performances in elite men's and women's table tennis players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(6), 919-933. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1407208>
- Gu, Y., Yu, C., Shao, S., & Baker, J. S. (2019). Effects of table tennis multi-ball training on dynamic posture control. *PeerJ*, 6, e6262. <https://doi.org/10.7717/peerj.6262>
- Guo, Y. (2022). Influence of aerobic and anaerobic sports on the training effects of table tennis players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0464
- Künstlinger, U., Preuss, A., & Schiefler, B. (1998). The energy metabolism in competitive table tennis. *International Journal of Sports Medicine*, 9, 395.
- Leite, J. V. M., Barbieri, F. A., Miyagi, W. E., Malta, E. S., & Zagatto, A. M. (2017). Influence of game evolution and the phase of competition on temporal game structure in high-level table tennis tournaments. *Journal of Human Kinetics*, 55, 55-67. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0048>
- Ley, C., Dominicy, Y., & Bruneel, W. (2017). Mutual point-winning probabilities (MPW): A new performance measure for table tennis. *Journal of Sports Sciences*, 36(23), 2684-2690. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1400261>
- Li, Y. M., Li, B., Wang, X. X., Wang, Y., & Gu, N. (2019). Application of energy cost in evaluating energy expenditure in multi-ball practice with table tennis players. *Chinese Journal of Applied Physiology*, 35(4), 331-335. <https://doi.org/10.12047/j.cjap.5778.2019.070>
- Milioni, F., Leite, J. V. M., Beneke, R., de Poli, R. A. B., Papoti, M., & Zagatto, A. M. (2018). Table tennis playing styles require specific energy systems demands. *PloS One*, 13(7), e0199985. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199985>
- O' Donoghue, P., & Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of*

- Sports Sciences*, 19(2), 107–115. <https://doi.org/10.1080/026404101300036299>
- Phomsoupha, M., & Laffaye, G. (2015). The science of badminton: game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(4), 473–495. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0287-2>
- Picabea, J. M., Cámara, J., & Yanci, J. (2022). Heart rate response, temporal structure and the stroke technique distribution in table tennis national category matches. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 739. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010739>
- Pradas, F., de la Torre, A., Castellar, C., & Toro-Román, V. (2021). Physiological profile, metabolic response and temporal structure in elite individual table tennis: Differences according to gender. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11898. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211898>
- Pradas, F., Toro-Román, V., de la Torre, A., Moreno-Azze, A., Gutiérrez-Betancur, J. F., & Ortega-Zayas, M. Á. (2022). Analysis of specific physical fitness in high-level table tennis players-sex differences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5119. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095119>
- Pullinger, S. A., Varamenti, E., Nikolovski, Z., Elgingo, M., & Cardinale, M. (2019). Seasonal changes in performance related characteristics and biochemical marker variability of adolescent table tennis players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 10(1), e67278. <https://doi.org/10.5812/asjms.67278>
- Sánchez-Pay, A., Ortega-Soto, J. A., & Sánchez-Alcaraz, B. J. (2021). Notational analysis in female grand slam tennis competitions. *Kinesiology*, 53(1), 154-161. <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/kinesiology/article/view/10582>
- Torres-Luque, G., Fernández-García, ÁI., Blanca-Torres, J. C., Kondric, M., & Cabello- Manrique, D. (2019). Statistical differences in set analysis in badminton at the RIO 2016 Olympic games. *Frontiers in Psychology*, 10, 731. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00731>
- Wang, J. (2019). Comparison of table tennis serve and return characteristics in the London and the Rio Olympics. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(5), 683-697. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1647732>
- Weineck, J. (2002). *Optimales Training*. Balingen. Germany.
- Xiong, J., Li, S., Cao, A., Qian, L., Peng, B., & Xiao, D. (2022). Effects of integrative neuromuscular training intervention on physical performance in elite female table tennis players: A randomized controlled trial. *PloS One*, 17(1), e0262775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262775>
- Zagatto, A. M., Morel, E. A., & Gobatto, C. A. (2010). Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *Journal of Strength and*

- Conditioning Research*, 24(4), 942-949. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cb7003>
- Zagatto, A., Papoti, M., Leite, J. V. M., & Beneke, R. (2016). Energetics of table tennis and table tennis specific exercise testing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1012-1017. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2015-0746>
- Zhou X. (2022). Explanation and verification of the rules of attack in table tennis tactics. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00396-3>
- Zhou, Z., & Zhang, H. (2022). A visible analysis approach for table tennis tactical benefit. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(4), 517–527. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.517>

Statistical Differences in Match/Set by Notational Analysis in Table Tennis Singles at the Tokyo 2020 Olympics

Yu-Ling Lee^{1,2}, Tong-Hsien Chow^{3*}

¹Department of Physical Education and Sport Sciences, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

²Department of Tourism, Leisure and Health, Deh-Yu College of Nursing and Health, Keelung, Taiwan

³Department of Sports Science, R.O.C. Military Academy, Kaohsiung, Taiwan

Abstract

Purposes: The main purpose is to conduct research and analysis on the results of the singles competitions of men's and women's table tennis at the 2020 Tokyo Olympics. **Methods:** The official competition schedule and results on the Tokyo Olympic 2020 official website were utilized to check the official table tennis singles records. The preliminary rounds and rounds 1-3 of the competition were considered as the Round Group (RG), while the round of 16 to the final competition was considered as the Final Group (FG). The notational analysis method was employed to analyze the variables related to the game, the duration of the game, the longest round (batting), the average round and other variables. IBM SPSS 20.0 statistical software was used to process the collected data. The Mann-Whitney U test method was used to analyze the matches and compare the differences between THE two groups (RG, FG). The Kruskal-Wallis H test was used to analyze the difference between the two groups (RG, FG) in sets. Dunn's post hoc comparison was used to analyze any differences. The significance level was set at $\alpha = .05$. **Results:** There was no difference in the total number of scores in a single round of men's and women's singles RG and FG. The total number of balls in the two medal games of men's singles FG was > 19 , indicating fierce competition, with 51.8% more than RG. Regarding the number of rounds, although not significant, the duration of RG tended to be longer, while FG did not increase significantly. **Conclusion:** After analyzing the data from the 2020 Tokyo Olympics, it was found the duration and total number of rounds of the men's and women's singles in FG group were greater than that of the preliminary group. Regardless of men's singles or women's singles, the advantage of serving in the preliminary group and the final group is not evident as the scores gradually increased. This information helps players and coaches in preparing and adapting to the different drills that characterize modern Table tennis.

Keywords: notational analysis, finals, official website
